PCA – PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

CGH Gentil Amigo

MF
Consultoria Ambiental

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 25
2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL 26
3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR 27
4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL 29
5 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO 32
6 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 33
6.1 DADOS GERAIS 33
6.2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 34
6.2.1 Acesso Existente 35
6.2.2 Acessos a Construir 36
6.3 ARRANJO GERAL 37
6.3.1 Reservatório 37
6.3.2 Barramento 38
6.3.3 Ensecadeiras 43
6.3.4 Tomada d'água 43
6.3.5 Sistema de Adução de Baixa Pressão 46
6.3.6 Câmara de Carga 48
6.3.7 Conduto Forçado 53
6.3.8 Casa de Força 56
6.3.9 Canal de Restituição 57
6.3.10 Trecho de Vazão Reduzida 58
6.3.11 Cronograma de Implantação 59
6.3.12 Linha de Transmissão 61
6.4 MAPAS DO EMPREENDIMENTO 65
6.4.1 Área Afetivamente Alagada 65
6.4.2 Reservatório 66
6.4.3 Canal 67
6.4.4 Acessos a Construir 67
6.4.5 Acessos Existentes 68
6.4.6 Vazão por Trecho do TVR 69
7 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS 71
7.1 ESTUDOS DE EIXOS DO BARRAMENTO 71
7.2 ESTUDO DE ARRANJOS PARA CADA EIXO SELECIONADO 73
7.2.1 Tipo de Barramento 74
7.2.2 Circuito Adutor 77
7.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS 81
7.3.1 Alternativa I 84
7.3.2 Alternativa II 85
7.3.3 Alternativa III 86
7.4 SELEÇÃO DA ALTERNATIVA 87
7.4.1 Aspectos Construtivos 87
7.4.2 Potencial Energético 89
7.4.3 Impacto Ambiental 90
7.4.4 Escolha da Alternativa 92
7.5 ALTERNATIVA SELECIONADA 93
7.5.1 Estudos Energéticos 94

8 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO 112
8.1 MEIO FÍSICO 112
8.1.1 Geologia, Geomorfologia, Espeleologia e Pedologia 112
8.1.2 Recursos Hídricos 142
8.1.3 Prognóstico Ambiental 254
8.1.4 Matriz de Impactos Ambientais – Meio Físico 275
8.1.5 Medidas Mitigadoras 277
8.2 REFERÊNCIAS 340
8.2.1 Referências Geologia, Geomorfologia, Espeleologia e Pedologia 340
8.2.2 Referências Recursos Hídricos 342
9 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO 344
9.1 MEIO BIÓTICO 344
9.1.1 Áreas de Influência 344
9.1.2 Fauna 346
9.1.3 Flora 572
9.1.4 Referências 681
10 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL do MEIO SOCIOECONÔMICO 694
10.1 MEIO SOCIOECONÔMICO 694
10.1.1 Delimitação das Áreas de Influência 694
10.1.2 Método de Execução do Estudo 696
10.1.3 Localização do Município de General Carneiro 697
10.1.4 Características Gerais da População 698
10.1.5 Características da População Diretamente Afetada 701
10.1.6 Caracterização do Território da Área de Influência Direta – AID 703
10.1.7 Interferência na Infraestrutura Existente na Área Diretamente Afetada – ADA 704
10.1.8 Trabalho 707
10.1.9 Produto e Renda – Atividades Produtivas na ADA 707
10.1.10 Turismo e Lazer (AID e ADA) 708
10.1.11 Finanças Públicas do Município de General Carneiro – AII 709
10.1.12 Produto Interno Bruto – PIB 709
10.1.13 ICMS Ecológico 710
10.1.14 Investimento e Fontes de Recursos do Empreendimento 711
10.1.15 Organização e Ações da Sociedade Civil 712
10.1.16 Patrimônio Histórico, Cultural, Arqueológico e Paisagístico 713
10.1.17 Populações e Comunidades Tradicionais 713
10.2 PROGNÓSTICO AMBIENTAL 715
10.2.1 PROGNÓSTICO MEIO SOCIOECONÔMICO 715
10.3 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS – MEIO SOCIOECONÔMICO 726
10.4 MEDIDAS MITIGADORAS 727
10.4.1 Programa de Comunicação Social 727
10.4.2 Programa de Educação Ambiental 731
10.4.3 Plano Ambiental para Construção 735
10.4.4 Programa de Gestão Ambiental 735
11 ANÁLISE INTEGRADA DO EMPREENDIMENTO 736
11.1 INTRODUÇÃO 736
11.2 OBJETIVOS 736
11.2.1 Objetivo Geral 736
11.2.2 Objetivos Específicos 736
11.3 METODOLOGIA 736

11.4 ANÁLISE REGIONAL 740
11.4.1 Meio Físico 740
11.4.2 Meio Biótico 742
11.4.3 Meio Sócioeconômico 743
11.5 ANÁLISE LOCAL 744
11.5.1 Meio Físico 744
11.5.2 Meio Biológico 749
11.5.3 Meio Sócioeconômico 751
11.6 MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS 753
11.7 PROGNÓSTICO SEM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 756
11.8 PROGNÓSTICO COM A IMPLANTAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS 757
11.9 REFERÊNCIAS 758
12 ANEXOS 759
12.1 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 759
12.2 MEIO FÍSICO 759
12.3 MEIO BIÓTICO 759
12.4 MEIO SOCIOECONÔMICO 759

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1: Localização do empreendimento. 35
Figura 6.2: Acesso ao local da CGH Gentil Amigo. 36
Figura 6.3: Acesso a ser construído na CGH Gentil Amigo. 37
Figura 6.4: Reservatório CGH Gentil Amigo. 38
Figura 6.5: Vista superior da barragem da CGH Gentil Amigo. 39
Figura 6.6: Perfil da barragem da CGH Gentil Amigo. 40
Figura 6.7: Vertedouro CGH Gentil Amigo. 41
Figura 6.8: Curva chave no vertedouro da CGH Gentil Amigo. 42
Figura 6.9: Tomada d'água CGH Gentil Amigo. 46
Figura 6.10: Sistema de adução de baixa pressão CGH Gentil Amigo. 48
Figura 6.11: Câmera de carga da CGH Gentil Amigo. 51
Figura 6.12: Detalhe das peneiras da câmera de carga da CGH Gentil Amigo. 52
Figura 6.13: Corte longitudinal da câmera de carga da CGH Gentil Amigo 52
Figura 6.14: Conduto forcado da CGH Gentil Amigo. 56
Figura 6.15: Casa de máquinas da CGH Gentil Amigo. 56
Figura 6.16: Trecho de vazão reduzida da CGH Gentil Amigo. 58
Figura 6.17: Permanência da vazão da CGH Gentil Amigo. 59
Figura 6.18: Cronograma de implantação da CGH Gentil Amigo. 60
Figura 6.19: Canteiro de obras da CGH Gentil Amigo. 62
Figura 6.20: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo. 63
Figura 6.21: Alojamento da CGH Gentil Amigo. 64
Figura 6.22: Área alagada da CGH Gentil Amigo. 65
Figura 6.23: Reservatório da CGH Gentil Amigo. 66
Figura 6.24: Canal adutor da CGH Gentil Amigo. 67
Figura 6.25: Acesso a construir na CGH Gentil Amigo. 67
Figura 6.26: Acesso existente para o local da CGH Gentil Amigo. 68
Figura 6.27: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo. 68
Figura 6.28: Trecho de vazão reduzida da CGH Gentil Amigo. 69
Figura 6.29: Curva de permanência para o trecho de vazão reduzida. 70
Figura 7.1: Estudos dos eixos. 72
Figura 7.2: Eixo com o barramento existente. 73
Figura 7.3: Barramento da Alternativa I – CGH Gentil Amigo. 75
Figura 7.4: Barramento da Alternativa II – CGH Gentil Amigo. 76
Figura 7.5: Barramento da Alternativa III – CGH Gentil Amigo. 77
Figura 7.6: Arranjo geral da Alternativa I – CGH Gentil Amigo. 78
Figura 7.7: Arranjo geral da Alternativa II – CGH Gentil Amigo. 79
Figura 7.8: Circuito hidráulico (Casa de máquinas) da Alternativa III – CGH Gentil Amigo. 80
Figura 7.9: Circuito hidráulico (barramento) da Alternativa III – CGH Gentil Amigo. 81
Figura 7.10: Gráfico para seleção preliminar do tipo de máquina. 95
Figura 7.11: Curva de rendimento de diversos tipos de Turbinas. 96
Figura 7.12: Curva de motorização – Potência x Energia Média. 98
Figura 7.13: Indisponibilidade hídrica X Potência Instalada. 98
Figura 7.14: Disponibilidade Hídrica (%). 100
Figura 7.15: Curva de motorização para a CGH Gentil Amigo. 102
Figura 7.16: Curva de Incremento Energético. 103
Figura 7.17: Curva de vazões características. 105
Figura 7.18: Curva de Permanência de Queda. 105

Figura 7.19: Curva de permanência de potência. 107
Figura 7.20: Curva de motorização com a utilização das 3 unidades geradoras. 108
Figura 7.21: Histograma de geração mínima mensal. 109
Figura 7.22: Histograma de geração média mensal. 110
Figura 7.23: Histograma de geração máxima mensal. 110
Figura 7.24: Histograma de geração média anual. 111
Figura 8.1: Mapa da Área Diretamente Afetada (ADA) da CGH Gentil Amigo. 115
Figura 8.2: Mapa da Área de Influência Direta (AID) da CGH Gentil Amigo. 115
Figura 8.3: Mapa da Área de Influência Indireta (AII) da CGH Gentil Amigo. 116
Figura 8.4: Localização e disposição das placas tectônicas. 117
Figura 8.5: Disposição do Escudo Atlântico e suas respectivas divisões com destaque para o local de instalação da CGH Gentil Amigo. 117
Figura 8.6: Localização da Bacia do Paraná com destaque para o local de instalação da CGH Gentil Amigo. 119
Figura 8.7: Seção Geológica Esquemática da Bacia do Paraná. 120
Figura 8.8: Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná. 121
Figura 8.9: Arcabouço estrutural da Bacia do Paraná. 122
Figura 8.10: Afloramento do Membro General Carneiro em corte de estrada (464977E / 7085366S). 124
Figura 8.11: Afloramento em corte de estrada com alguns materiais caídos (465429E / 7086367S). 124
Figura 8.12: Derrame tabular do basalto do Membro General Carneiro (465429E / 7086367S). 124
Figura 8.13: Blocos rolados, próximo ao reservatório da CGH Gentil Amigo (464960E / 7085362S). 124
Figura 8.14: Basalto do Membro General Carneiro (465379E / 7086379S). 124
Figura 8.15: Afloramento visto em leito de "estrada" (465289E / 7086352S). 124
Figura 8.16: Basalto com pequenos clastos de arenito (465289E / 7086352S). 125
Figura 8.17: Grau de intemperismo notado pela coloração do basalto (465289E / 7086352S). 125
Figura 8.18: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-01. 125
Figura 8.19: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-02. 125
Figura 8.20: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-03. 125
Figura 8.21: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-04. 125
Figura 8.22: Técnico executando as medições das atitudes dos planos. 126
Figura 8.23: Bússola geológico utilizada para as medições. 126
Figura 8.24: Registro de ocorrência fossilífera mais próxima ao empreendimento. 127
Figura 8.25: Megadomínios morfoestruturais e morfoclimáticos do Brasil. 128
Figura 8.26: Unidades Morfoesculturais do estado do Paraná. 129
Figura 8.27: Altimetria da AII da CGH Gentil Amigo. 131
Figura 8.28: Declividade da AII da CGH Gentil Amigo. 131
Figura 8.29: Planalto de Clevelândia visualizado em direção ao reservatório da CGH Gentil Amigo (465428E / 7086111S). 132
Figura 8.30: Planalto de Clevelândia visualizado em direção a casa de força da CGH Gentil Amigo (465428E / 7086111S). 132
Figura 8.31: Processos Minerários próximo à ADA. 135
Figura 8.32: Caminhamento na AID da CGH Gentil Amigo. 137
Figura 8.33: Cambissolo Háplico visto na área de instalação da casa de força (465292E / 7086954S). 138
Figura 8.34: Detalhe na área de instalação da casa de força (465292E / 7086954S). 138

Figura 8.35: Amostra de Cambissolo retirada na área de instalação da casa de força da CGH Gentil Amigo. 139
Figura 8.36: Perfil de Cambissolo encontrado próximo a área de instalação (465004E/7085574S). 139
Figura 8.37: Perfil de Cambissolo Háplico visto com detalhe próximo da área de instalação (465004E / 7085574S). 139
Figura 8.38: Amostra de Cambissolo retirada próximo da área de instalação da CGH Gentil Amigo. 139
Figura 8.39: Nitossolo Bruno visto na área de instalação da casa de força (465330E / 7086130S). 140
Figura 8.40: Cerosidade destacada no perfil de Nitossolo Bruno (465330E / 7086130S). 140
Figura 8.41: Amostra de Nitossolo Bruno retirado nas proximidades da CGH Gentil Amigo. 140
Figura 8.42: Delimitação da bacia de drenagem contribuinte local do empreendimento. 142
Figura 8.43: Pontos para amostragem de água. 143
Figura 8.44: Localização e vista geral do P1 – Montante do reservatório. 144
Figura 8.45: Localização e vista geral do P2 – Reservatório. 144
Figura 8.46: Localização e vista geral do P3 – Trecho de vazão reduzida. 144
Figura 8.47: Localização e vista geral do P4 – Jusante da casa de força. 145
Figura 8.48: Amostragem de água 145
Figura 8.49: Hipsometria nas proximidades da CGH Gentil Amigo. 155
Figura 8.50: Declividade nas proximidades da CGH Gentil Amigo. 156
Figura 8.51: Mapas das massas de ar que atuam no Brasil. 161
Figura 8.52: Ordem dos cursos d'água na área de drenagem do Rio São Manuel (AII). 162
Figura 8.53: Unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos do Estado do Paraná. 163
Figura 8.54: Municípios de abrangência da Bacia do Médio Iguaçu. 164
Figura 8.55: Localização das estações pluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo. . 166
Figura 8.56: Precipitação mensal na estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – (2651003). 172
Figura 8.57: Precipitação mensal na estação pluviométrica IRATIM (2651026). 172
Figura 8.58: Precipitação mensal na estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013). 173
Figura 8.59: Isoietas na bacia hidrográfica do Rio Jangada. 174
Figura 8.60: Localização dos pontos fluviométricos utilizados. 176
Figura 8.61: Curva-chave de descarga para a estação Porto Vitória (65365000). 177
Figura 8.62: Hidrograma das vazões medias mensais estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000). 179
Figura 8.63: Vazões mínimas, médias e máximas mensais características para a estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000). 180
Figura 8.64: Hidrograma das vazões medias mensais – CGH Salto Pintado –Rio Pintado. 182
Figura 8.65: Vazões mínimas, médias e máximas características – CGH Salto Pintado – Rio Pintado. 182
Figura 8.66: Vazões máximas mensais – Estação Porto Vitoria (m^3/s). 186
Figura 8.67: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual da estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000). 188

Figura 8.68: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual. 190
Figura 8.69: Vazão mínima mensal Estação Porto Vitória – Rio Espingarda. 192
Figura 8.70: Vazões mínimas na CGH Salto Pintado. 193
Figura 8.71: Curva de Permanência Estação Porto Vitória – Rio Espingarda. 194
Figura 8.72: Curva de Permanência de vazões médias mensais da CGH Salto Pintado. 195
Figura 8.73: Imagem aérea bacia CGH Gentil Amigo e Estação Porto Vitória. 196
Figura 8.74: Hidrograma das Vazões médias mensais – CGH Gentil Amigo 199
Figura 8.75: Vazões mínimas, médias e máximas mensais características – CGH Gentil Amigo. 199
Figura 8.76: Vazões máximas mensais – CGH Gentil Amigo (m³/s). 200
Figura 8.77: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual – CGH Gentil Amigo. 202
Figura 8.78: Vazão mínima mensal – CGH Gentil Amigo. 204
Figura 8.79: Curva de Permanência – CGH Gentil Amigo. 205
Figura 8.80: Nascentes e cursos d'água na CGH Gentil Amigo. 206
Figura 8.81: Resultados do pH nos pontos amostrados. 209
Figura 8.82: Resultados da temperatura nos pontos amostrados. 209
Figura 8.83: Resultados da turbidez nos pontos amostrados. 210
Figura 8.84: Resultado do oxigênio dissolvido nos pontos amostrados. 210
Figura 8.85: Resultado da DBO nos pontos amostrados. 211
Figura 8.86: Resultado da DQO nos pontos amostrados. 211
Figura 8.87: Resultados dos sólidos totais nos pontos amostrados. 212
Figura 8.88: Resultados de óleos e graxas nos pontos amostrados. 212
Figura 8.89: Resultados do alumínio dissolvido nos pontos amostrados. 213
Figura 8.90: Resultado do fósforo total nos pontos amostrados. 213
Figura 8.91: Visão geral do P1-MRES com presença de animais em travessia no Rio São João. 214
Figura 8.92: Resíduos sólidos domésticos descartados em APP na região do TVR. 214
Figura 8.93: Resultados do nitrogênio total nos pontos amostrados. 215
Figura 8.94: Resultado do nitrito nos pontos amostrados. 216
Figura 8.95: Resultado do nitrato nos pontos amostrados. 216
Figura 8.96: Resultado da amônia nos pontos amostrados. 217
Figura 8.97: Resultado da salinidade nos pontos amostrados. 217
Figura 8.98: Resultado da condutividade nos pontos amostrados. 218
Figura 8.99: Resultado do cádmio. 218
Figura 8.100: Resultado do chumbo. 218
Figura 8.101: Resultado do cobre. 219
Figura 8.102: Resultado do cromo. 219
Figura 8.103: Resultado do mercúrio. 219
Figura 8.104: Resultado do níquel. 219
Figura 8.105: Resultado do zinco. 219
Figura 8.106: Resultados dos coliformes termotolerantes. 220
Figura 8.107: Resultados da clorofila α. 221
Figura 8.108: Resultado do fitoplâncton nos pontos amostrados. 221
Figura 8.109: *Cymbella tumida*. 221
Figura 8.110: *Ulnaria ulna*. 221
Figura 8.111: *Surirella tenera*. 222
Figura 8.112: *Melosira varians*. 222

Figura 8.113: *Cyclotella meneghiniana*.....222
Figura 8.114: *Nitzschia palea*.....222
Figura 8.115: *Surirella* cf. *linearis*.....222
Figura 8.116: *Mougeotia* sp.....222
Figura 8.117: *Cosmarium* sp.....223
Figura 8.118: *Surirella* cf. *angusta*.....223
Figura 8.119: *Monoraphidium irregulare*.....223
Figura 8.120: *Scenedesmus* sp.....223
Figura 8.121: Visão geral do reservatório consolidado da CGH Gentil Amigo.....228
Figura 8.122: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas. 229
Figura 8.123: Macrófitas fixas em reservatório.....229
Figura 8.124: Vista geral do segundo banco de macrófitas próxima ao barramento. 230
Figura 8.125: Vista geral do terceiro e maior banco de macrófitas próxima ao barramento. 230
Figura 8.126: IET das duas primeiras campanhas.....232
Figura 8.127: IQA das duas primeiras campanhas. 233
Figura 8.128: Coletas de dados e amostras de água.....234
Figura 8.129: Coletas de dados e amostragens de água. 234
Figura 8.130: Coletas de dados e amostragens de água. 234
Figura 8.131: Outorgas para uso da água próximas a CGH Gentil Amigo.....235
Figura 8.132: Distribuição das outorgas do uso da água em General Carneiro – PR. ...236
Figura 8.133: Curva chave de sedimentos em suspensão do Posto Jangada do Sul. ...241
Figura 8.134: Curva chave de sedimentos em suspensão para a CGH Gentil Amigo....241
Figura 8.135: Mapa de Produção de Sedimentos com destaque para a área de estudo. 242
Figura 8.136: Curva de eficiência de retenção de sedimentos segundo Churchill.....244
Figura 8.137: Áreas sujeitas a alagamento na região do empreendimento. 246
Figura 8.138: Valor dos parâmetros hidroquímicos da zona confinada do Aquífero Guarani. 247
Figura 8.139: Valor dos parâmetros hidroquímicos do Aquífero Serra Geral.....248
Figura 8.140: Zonas de autodepuração.....250
Figura 8.141: IET das duas primeiras campanhas.....251
Figura 8.142: Distribuição das outorgas do uso da água em General Carneiro – PR. ...252
Figura 8.143: Reservatório existente que será utilizado pela CGH Gentil Amigo (464912E / 7085394N).....254
Figura 8.144: Barramento existente que será utilizado pela CGH Gentil Amigo (464912E / 7085394N).....254
Figura 8.145: Antiga usina próxima a CGH Gentil Amigo (465218E / 7086311N).....255
Figura 8.146: Estruturas da antiga usina próxima a CGH Gentil Amigo (465218E / 7086311N).....255
Figura 8.147: Classificação dos Resíduos Sólidos – Construção Civil.....284
Figura 8.148: Modelos de conjuntos de lixeiras de coleta seletiva para instalação na região do refeitório, alojamentos e centro administrativo. 286
Figura 8.149: Modelos de tambores de lixeiras de coleta seletiva para instalação na região do canteiro industrial. 287
Figura 8.150: Exemplo de contêiner para disposição de resíduos Classe I ou II a ser disposto no canteiro de obras para coleta e destinação final periódica. 287
Figura 8.151: Exemplo de baia com bags para armazenamento temporário de resíduos recicláveis destinados a coleta seletiva que pode ser implantado no canteiro de obras.287

Figura 8.152: Exemplo de baia com bags para armazenamento temporário de resíduos recicláveis destinados a coleta seletiva que pode ser implantado no canteiro de obras.288
Figura 8.153: Exemplo de destino final dos resíduos orgânicos (composto) servindo de substrato para horta que pode ser implantado no local. 289
Figura 8.154: Exemplo de destino final de madeira represada e removida da região da tomada d'água. 289
Figura 8.155: Fluxograma da gestão de resíduos a ser implantada no canteiro de obras da CGH Gentil Amigo. 290
Figura 8.156: Localização dos pontos de amostragem. 302
Figura 8.157: Técnicos em vistoria de encostas e taludes. 319
Figura 8.158: Exemplo de processos erosivos em empreendimentos hidroelétricos. 319
Figura 8.159: Canteiro de obras da CGH Gentil Amigo. 326
Figura 8.160: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo..... 327
Figura 8.161: Centro de convivência da CGH Gentil Amigo. 328
Figura 8.162: Instalação da caixa de gordura pré-fabricada. 330
Figura 8.163: Esquema do sistema de tratamento de efluentes a ser implantado..... 330
Figura 8.164: Modelo de tanque séptico e filtro anaeróbico pré-fabricado que poderá ser instalado nas dependências. 330
Figura 8.165: Esquema do funcionamento da caixa separadora água-óleo. 331
Figura 8.166: Modelo de sistema de separador de água e óleo. 331
Figura 9.1: Área Diretamente Afetada. 345
Figura 9.2: Área de Influência Direta. 345
Figura 9.3: Área de Influência Indireta 346
Figura 9.4: Locais definidos para a amostragem da fauna terrestre junto CGH Gentil Amigo. 349
Figura 9.5: Caracterização fotográfica da FAU01. 349
Figura 9.6: Caracterização fotográfica da FAU01. 349
Figura 9.7: Caracterização fotográfica da FAU02. 350
Figura 9.8: Caracterização fotográfica da FAU02. 350
Figura 9.9: Caracterização fotográfica da FAU03. 350
Figura 9.10: Caracterização fotográfica da FAU03. 350
Figura 9.11: Pontos amostrais definidos para coleta de fauna aquática. 352
Figura 9.12: Caracterização fotográfica da ICTIO01. 352
Figura 9.13: Caracterização fotográfica da ICTIO01. 352
Figura 9.14: Caracterização fotográfica da ICTIO02. 353
Figura 9.15: Caracterização fotográfica da ICTIO02. 353
Figura 9.16: Caracterização fotográfica da ICTIO03. 353
Figura 9.17: Caracterização fotográfica da ICTIO03. 353
Figura 9.18: Caracterização fotográfica da ICTIO04. 353
Figura 9.19: Caracterização fotográfica da ICTIO04. 353
Figura 9.20: Caracterização fotográfica da ICTIO05. 354
Figura 9.21: Caracterização fotográfica da ICTIO05. 354
Figura 9.22: Busca ativa para registro da avifauna. 355
Figura 9.23: Registro fotográfico de indivíduos da avifauna. 355
Figura 9.24: Instalação da rede de neblina. 355
Figura 9.25: Checagem da rede de neblina. 355
Figura 9.26: Busca ativa diurna. 356
Figura 9.27: Busca ativa diurna. 356
Figura 9.28: Busca ativa noturna. 357
Figura 9.29: Busca ativa noturna. 357

Figura 9.30: Busca ativa. 357
Figura 9.31: Registro de vestígio. 357
Figura 9.32: Instalação de armadilha fotográfica. 358
Figura 9.33: Instalação de armadilha fotográfica. 358
Figura 9.34: Armadilhas de captura utilizadas. 359
Figura 9.35: Armadilhas de captura instaladas. 359
Figura 9.36: Rede de neblina instalada em período noturno. 359
Figura 9.37: Morcego capturado em rede de neblina. 359
Figura 9.38: Instalação de armadilhas do tipo Pantrap. 360
Figura 9.39: Características e cores das armadilhas Pantrap. 360
Figura 9.40: Instalação da armadilha Malaise. 361
Figura 9.41: Armadilha Malaise instalada. 361
Figura 9.42: Instalação de rede de emalhe. 362
Figura 9.43: Remoção de rede de emalhe. 362
Figura 9.44: Utilização de rede tipo puçá. 363
Figura 9.45: Exemplar capturado com puçá. 363
Figura 9.46: Utilização de peneira para coleta de macroinvertebrados bentônicos. 364
Figura 9.47: Utilização de peneira para coleta de macroinvertebrados bentônicos. 364
Figura 9.48: Registro da triagem e identificação dos macroinvertebrados bentônicos. 365
Figura 9.49: Coleta de zooplâncton. 366
Figura 9.50: Rede de coleta de zooplâncton. 366
Figura 9.51: Coleta de ictioplâncton. 367
Figura 9.52: Rede para coleta de ictioplâncton. 367
Figura 9.53: Reagentes para fixação da amostra. 367
Figura 9.54: Fixação das amostras com os reagentes. 367
Figura 9.55: Classificação dos usos do solo. 384
Figura 9.56: Fragmentos florestais distribuídos na AII do meio biótico do empreendimento. 386
Figura 9.57: Riqueza estimada da avifauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas. 403
Figura 9.58: Riqueza estimada da avifauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostra. 404
Figura 9.59: Série de Hills para a avifauna. 405
Figura 9.60: Acumulado da abundância por espécies da avifauna. 408
Figura 9.61: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a avifauna. 408
Figura 9.62: Curva de acumulação de espécies por área amostral para a avifauna. 409
Figura 9.63: Guildas tróficas da avifauna. 410
Figura 9.64: Grau de sensibilidade da avifauna. 411
Figura 9.65: Habitats da avifauna. 411
Figura 9.66: Migração da avifauna. 413
Figura 9.67: Áreas relevantes para a avifauna. 415
Figura 9.68: *Heterospizias meridionalis*. 415
Figura 9.69: *Rupornis magnirostris*. 415
Figura 9.70: *Chlorostilbon lucidus*. 416
Figura 9.71: *Leucochloris albicollis*. 416
Figura 9.72: *Patagioenas picazuro*. 416
Figura 9.73: *Falco sparverius*. 416
Figura 9.74: *Milvago chimachima*. 416
Figura 9.75: *Gallinula galeata*. 416
Figura 9.76: *Cyanocorax caeruleus* (“quase ameaçado” – NT a nível global). 417

Figura 9.77: *Cyanocorax chrysops*. 417
Figura 9.78: *Pygochelidon cyanoleuca*. 417
Figura 9.79: *Molothrus bonariensis*. 417
Figura 9.80: *Sicalis flaveola*. 417
Figura 9.81: *Tersina viridis*. 417
Figura 9.82: *Troglodytes musculus*. 418
Figura 9.83: *Turdus rufiventris*. 418
Figura 9.84: *Ardea alba*. 418
Figura 9.85: *Syrigma sibilatrix*. 418
Figura 9.86: *Mesembrinibis cayennensis*. 418
Figura 9.87: *Theristicus caudatus*. 418
Figura 9.88: *Colaptes campestres*. 419
Figura 9.89: *Amazona vinacea*, “ameaçada” – EN a nível global e “vulnerável” – VU a ível nacional e estadual. 419
Figura 9.90: *Pyrrhura frontalis*. 419
Figura 9.91: *Elaenia* sp. 419
Figura 9.92: Riqueza estimada da herpetofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas. 426
Figura 9.93: Riqueza estimada da herpetofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostral. 427
Figura 9.94: Série de Hills para a herpetofauna. 428
Figura 9.95: Acumulado da abundância por espécies da herpetofauna. 430
Figura 9.96: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a herpetofauna. 431
Figura 9.97: Curva de acumulação de espécies por área amostral para herpetofauna. 431
Figura 9.98: Guildas tróficas da herpetofauna. 432
Figura 9.99: Habitats da herpetofauna. 433
Figura 9.100: Hábitos da herpetofauna. 434
Figura 9.101: Sítios Relevantes para a herpetofauna. 436
Figura 9.102: *Melanophryniscus tumifrons* (Sapinho-da-barriga-vermelha). 437
Figura 9.103: *Rhinella icterica*. 437
Figura 9.104: *Boana bischoffi*. 437
Figura 9.105: *Boana faber*. 437
Figura 9.106: *Boana prasina*. 437
Figura 9.107: *Dendropsophus minutus*. 438
Figura 9.108: *Scinax fuscovarius*. 438
Figura 9.109: *Scinax squalirostris*. 438
Figura 9.110: *Sphaenorhynchus surdus*. 438
Figura 9.111: *Leptodactylus luctator*. 438
Figura 9.112: *Salvator merianae.* 438
Figura 9.113: Ambientes reprodutivos para a herpetofauna. 439
Figura 9.114: Riqueza estimada da mastofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas. 445
Figura 9.115: Riqueza estimada da mastofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostra. 446
Figura 9.116: Série de Hills para a mastofauna. 447
Figura 9.117: Acumulado da abundância por espécies da mastofauna. 449
Figura 9.118: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a mastofauna. 449
Figura 9.119: Curva de acumulação de espécies por área amostral para mastofauna. 450

Figura 9.120: Guildas tróficas da mastofauna. 451
Figura 9.121: Habitats da mastofauna. 452
Figura 9.122: Hábitos da mastofauna. 453
Figura 9.123: Áreas relevantes para a mastofauna. 455
Figura 9.124: *Cerdocyon thous* registrado por armadilha fotográfica e vestígio. 456
Figura 9.125: *Eira barbara* registrada através de vestígios. 456
Figura 9.126: *Lontra longicaudis* registrada através de vestígios (espécie "quase ameaçada "). 456
Figura 9.127: *Myotis* sp. registrado em rede de neblina. 457
Figura 9.128: *Cabassous tatouay* registrado através de vestígio. 457
Figura 9.129: *Euphractus sexcinctus* registrado através de vestígio. 457
Figura 9.130: *Hydrochoerus hydrochaeris* registrado através de vestígio. 457
Figura 9.131: *Philander quica* registrado através de armadilha Tomahawk 457
Figura 9.132: Comparativo pelo método de rarefação de duas amostras (inverno e verão) da assembleia de formigas, vespas e abelhas. 464
Figura 9.133: Comparativo pelo método de rarefação da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas em três. 464
Figura 9.134: Comparativo pelo método de rarefação da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas em três pontos. 465
Figura 9.135: Similaridade (Bray-Curtis) da assembleia de formigas, vespas e abelhas. 466
Figura 9.136: Amostragem por armadilhas Pantraps. 467
Figura 9.137: Amostragel por armadilhas Malaise. 467
Figura 9.138: Riqueza estimada da ictiofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas. 476
Figura 9.139: Riqueza estimada da ictiofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostral. 477
Figura 9.140: Série de Hills para a ictiofauna. 478
Figura 9.141: Acumulado da abundância por espécies da ictiofauna. 480
Figura 9.142: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a ictiofauna. 480
Figura 9.143: Curva de acumulação de espécies por área amostral da ictiofauna. 481
Figura 9.144: Guildas tróficas da ictiofauna. 482
Figura 9.145: Habitats preferenciais da ictiofauna. 483
Figura 9.146: Estratégias ecológicas da ictiofauna. 484
Figura 9.147: Classes de tamanho da ictiofauna. 484
Figura 9.148: Localização das barreiras geográficas existentes na AID do empreendimento. 486
Figura 9.149: Visão gerão de barreira artificial existente na AID. 487
Figura 9.150: Cachoeira a montante do reservatório. 487
Figura 9.151: Cachoeira no trecho de vazão reduzida. 487
Figura 9.152: Status de ameaça da ictiofauna levantada por dados secundários para a CGH Gentil Amigo. 488
Figura 9.153: Origem da ictiofauna registrada. 489
Figura 9.154: *Astyanax bifasciatus*. 490
Figura 9.155: *Astyanax dissimilis*. 490
Figura 9.156: *Astyanax lacustris*. 490
Figura 9.157: *Astyanax serratus*. 490
Figura 9.158: *Astyanax* sp.1 490
Figura 9.159: *Hoplias* sp.1. 490
Figura 9.160: *Hoplias* sp.1. 491

Figura 9.161: *Rhamdia branneri*. 491
Figura 9.162: *Hypostomus derbyi*. 491
Figura 9.163: *Pareiorhaphis parmula*..... 491
Figura 9.164: *Trichomycterus stawiarski*. 491
Figura 9.165: Vistoria de redes. 491
Figura 9.166: Realização de morfometria de exemplares..... 492
Figura 9.167: Realização de identificação de exemplares. 492
Figura 9.168: Realização da soltura dos exemplares. 492
Figura 9.169: Evolução na quantidade de cada táxon de zooplâncton amostrado no decorrer dos pontos de amostragem na primeira campanha..... 493
Figura 9.170: Náuplio de copepoda. 494
Figura 9.171: Classe Bdelloidea. 494
Figura 9.172: *Kellicottia* sp. 494
Figura 9.173: *Keratella* sp. 494
Figura 9.174: *Polyarthra remata*. 494
Figura 9.175: Abundância de macroinvertebrados aquáticos registrada na área de influência da CGH Gentil Amigo. 499
Figura 9.176: Riqueza de macroinvertebrados aquáticos registrada na área da CGH Gentil Amigo. 499
Figura 9.177: Índice de similaridade de Bray-Curtis para a comunidade de macroinvertebrados da CGH Gentil Amigo. 501
Figura 9.178: Análise de Correspondência Canônica (CCA) das variáveis ambientais (pH, temperatura da água e oxigênio dissolvido) e sua correlação com os representantes de macroinvertebrados bentônicos. 508
Figura 9.179: Ordem Basommatophora – Família Planorbidae. 509
Figura 9.180: Ordem Odonata – Família Gomphidae. 509
Figura 9.181: Ordem Diptera – Família Chironomidae..... 509
Figura 9.182: Ordem Plecoptera – Família Perlidae. 509
Figura 9.183: Ordem Coleoptera – Família Elmidae. 510
Figura 9.184: Ordem Ephemeroptera – Família Leptophlebiidae. 510
Figura 9.185: Classe Hirudinea – Família Glossiphonidae. 510
Figura 9.186: Ordem Trichoptera – Família Hydropsychidae. 510
Figura 9.187: Áreas estratégicas para conservação da biodiversidade (IAT). 513
Figura 9.188: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (MMA). 513
Figura 9.189: Corredores ecológicos. 514
Figura 9.190: Cavernas na região da CGH Gentil Amigo. 515
Figura 9.191: Unidades de conservação próximas a CGH Gentil Amigo. 515
Figura 9.192: Usos do solo na AID e ADA..... 516
Figura 9.193: Áreas estratégicas para a conservação. 517
Figura 9.194: Áreas amostrais para o monitoramento da fauna terrestre. 528
Figura 9.195: Busca ativa visual e auditiva. 529
Figura 9.196: Exemplo de redes de neblina a serem utilizadas durante os monitoramentos. 529
Figura 9.197: Execução dos pontos de escuta..... 530
Figura 9.198: Registro de avifauna morta..... 531
Figura 9.199: Busca ativa diurna por répteis e anfíbios. 532
Figura 9.200: Busca ativa noturna em ambientes reprodutivos. 532
Figura 9.201: Registro de herpetofauna morta. 533
Figura 9.202: Busca ativa por procura visual e auditiva. 534
Figura 9.203: Armadilhas Shermann e Tomahawk utilizadas. 535

Figura 9.204: Instalação de armadilha fotográfica. 536
Figura 9.205: Redes de neblina utilizadas. 536
Figura 9.206: Busca e registros de vestígios. 537
Figura 9.207: Registro de mamíferos mortos. 538
Figura 9.208: Armadilhas Pantraps utilizadas. 539
Figura 9.209: Armadilha Malaise utilizada. 540
Figura 9.210: Pontos de amostragem da fauna aquática. 550
Figura 9.211: Amostragem por rede de espera. 551
Figura 9.212: Captura de espécies através de tarrafa. 552
Figura 9.213: Amostragem por puçá ou peneirão. 552
Figura 9.214: Coleta de macroinvertebrados bentônicos. 553
Figura 9.215: Coleta com rede de plâncton 0,068mm. 554
Figura 9.216: Coleta com rede de plâncton 0,3mm. 555
Figura 9.217: Locais para soltura e realocação da fauna resgatada. 564
Figura 9.218: Isolamento de ninho 565
Figura 9.219: Ganchos herpetológicos e caixa para transporte de répteis e anfíbios. 566
Figura 9.220: puçá e laço de Lutz para captura e contenção. 566
Figura 9.221: Esquema de um ninho dos representantes da subfamília Meliponinae. 567
Figura 9.222: Troncos com ninhos dispostos aleatoriamente. 568
Figura 9.223: Ninho removido em tronco aberto. 568
Figura 9.224: Resgate de ictiofauna em ensecadeira com tarrafa. 569
Figura 9.225: Resgate de ictiofauna em ensecadeira com picaré. 569
Figura 9.226: Resgate de ictiofauna com puçá. 569
Figura 9.227: Ilustração quanto ao dimensionamento das unidades amostrais empregadas pelo levantamento. 575
Figura 9.228: Delimitação de unidades amostrais com fita métrica. 575
Figura 9.229: Delimitação de unidades amostrais com fita métrica. 575
Figura 9.230: Demarcação das unidades amostrais in loco, com tinta spray. 576
Figura 9.231: Demarcação das unidades amostrais in loco, com tinta spray. 576
Figura 9.232: Demarcação com fita zebrada junto as unidades amostrais. 576
Figura 9.233: Demarcação com fita zebrada junto as unidades amostrais. 576
Figura 9.234: Demarcação das árvores com DAP maior de 5 cm. 576
Figura 9.235: Demarcação das árvores com DAP maior de 5 cm. 576
Figura 9.236: Coleta de dados dendrométricos e CAP. 577
Figura 9.237: Medições de altura com auxílio de hipsômetro eletrônico Haglof. 577
Figura 9.238: Identificação de exemplares. 577
Figura 9.239: Anotação de dados em campo. 577
Figura 9.240: Área de supressão vegetal. 578
Figura 9.241: Localização das unidades amostrais. 579
Figura 9.242: Áreas de vegetação nativa a serem suprimidas. 587
Figura 9.243: Fitogeografia da região do empreendimento. 588
Figura 9.244: Representação de suficiência amostral florística (Curva do Coletor). 590
Figura 9.245: Apresentação da distribuição das espécies por classe de frequência no levantamento. 596
Figura 9.246: Quantidade de indivíduos classificados de acordo com seu estrato. 602
Figura 9.247: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato superior. 602
Figura 9.248: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato médio. 603

Figura 9.249: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato inferior. 603
Figura 9.250: Plântula de Araucária no centro e de Vacum na parte inferior. 604
Figura 9.251: Plântula de Pinheiro Bravo. 604
Figura 9.252: Plântula de Uvaia. 605
Figura 9.253: Plântula de Erva Mate 605
Figura 9.254: Araucárias registradas nas unidades amostrais. 607
Figura 9.255: Exemplares de *Araucaria angustifolia* marcados na área de levantamento. 607
Figura 9.256: Exemplares de *Araucaria angustifolia*. 607
Figura 9.257: Xaxim registrados nas unidades amostrais. 608
Figura 9.258: Exemplar de *Dicksonia sellowiana* encontrado na área de levantamento. 608
Figura 9.259: Canela Imbuia registradas nas unidades amostrais. 609
Figura 9.260: Exemplar de *Ocotea porosa* marcado na área de levantamento. 609
Figura 9.261: Guamirim Facho registrados nas unidades amostrais. 610
Figura 9.262: Exemplares juvenis de Pinus sp. 611
Figura 9.263: Visão geral da localização dos exemplares de *Pinus* sp. com destaque para um exemplar adulto. 611
Figura 9.264: Plantações de espécies exóticas nas proximidades do empreendimento e localização da espécie exótica na AID. 611
Figura 9.265: *Vriesea* sp. 613
Figura 9.266: *Haplopteris* sp. 613
Figura 9.267: *Pleopeltis* sp. 613
Figura 9.268: *Aechmea recurvata*. 613
Figura 9.269: *Pecluma* sp. 613
Figura 9.270: *Acianthera* sp. 613
Figura 9.271: Unidade amostral 01 – região do barramento. 624
Figura 9.272: Unidade amostral 02 – região do canal. 624
Figura 9.273: Unidade amostral 03 – região do canal. 624
Figura 9.274: Unidade amostral 04 – região do canal. 624
Figura 9.275: Unidade amostral 05 – região do canal. 625
Figura 9.276: Unidade amostral 06 – região do reservatório de amortecimento. 625
Figura 9.277: Unidade amostral 07 – região jusante da casa de força. 625
Figura 9.278: Unidade amostral 08 – região jusante da casa de força. 625
Figura 9.279: Unidade amostral 09 – região da casa de força. 625
Figura 9.280: Unidade amostral 10 – região montante da casa de força. 625
Figura 9.281: Corredores biológicos no estado do Paraná. 627
Figura 9.282: Vegetação florestal nativa na região do empreendimento. 628
Figura 9.283: Exemplares juvenis de *Pinus sp.* 629
Figura 9.284: Visão geral da localização dos exemplares de *Pinus* sp. com destaque para um exemplar adulto. 629
Figura 9.285: Plantações de espécies exóticas nas proximidades do empreendimento. 630
Figura 9.286: Visão geral do reservatório. 631
Figura 9.287: Visão geral da região a montante do reservatório (grande área de brejo). 631
Figura 9.288: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas dentro do reservatório. 631
Figura 9.289: Unidades de conservação próximas a CGH Gentil Amigo. 632
Figura 9.290: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade. 633
Figura 9.291: Áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade. 634

Figura 9.292: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas. 660
Figura 9.293: Métodos empregados no controle de plantas aquáticas. 661
Figura 9.294: Área de sub-bosque a ser suprimida previamente à supressão dos exemplares arbóreos de maior porte. 670
Figura 9.295: Ilustração dos procedimentos para derrubada de exemplares arbóreos. . 671
Figura 9.296: Detalhe de processo de derrubada de exemplares arbóreos. 671
Figura 9.297: Etapas do corte. 672
Figura 9.298: Técnica correta de destocamento. 672
Figura 9.299: Modelo proposto para o empilhamento de lenha. 674
Figura 9.300: Detalhe do modelo proposto para o empilhamento de lenha. 674
Figura 9.301: Modelo proposto para o empilhamento de palanques. 674
Figura 9.302: Exemplo de pátio de disposição de toras (à frente) e empilhamento de lenha (ao fundo). 675
Figura 9.303: Esquema de cavas para aterro da galhada. 676
Figura 9.304: Enterramento dos resíduos já secos. 676
Figura 9.305: Compactação com terra sobre os resíduos. 676
Figura 10.1: Mapa das áreas atingidas pelo empreendimento. 695
Figura 10.2: Delimitação das áreas de influência. 696
Figura 10.3: Mapa de localização da CGH Gentil Amigo. 698
Figura 10.4: População rural e urbana de General Carneiro. 699
Figura 10.5: Percentual de homens e mulheres de General Carneiro. 699
Figura 10.6: Faixa etária da população. 699
Figura 10.7: Mapa de uso e ocupação do solo da Área de Influência Direta – AID. 704
Figura 10.8: Serviços de infraestrutura nas propriedades da ADA. 705
Figura 10.9: Benfeitorias existentes nas propriedades. 706
Figura 10.10: Intersecção da ADA com a malha de transporte ou outras benfeitorias existentes. 707
Figura 10.11: Mapa dos principais atrativos turísticos e áreas de lazer existentes no município de General Carneiro. 708
Figura 10.12: Distribuição das atividades econômicas vinculadas ao PIB de General Carneiro – 2017. 710
Figura 10.13: Orçamento previsto. 712
Figura 10.14: Mapa das Populações Tradicionais e Assentamentos Rurais no entorno do empreendimento. 714
Figura 11.1: Altimetria da AII da CGH Gentil Amigo. 745
Figura 11.2: Declividade da AII da CGH Gentil Amigo. 745
Figura 11.3: Susceptibilidade à movimentação de massa. 746
Figura 11.4: Susceptibilidade à erosão. 747
Figura 11.5: IET das duas primeiras campanhas. 748
Figura 11.6: IQA das duas primeiras campanhas. 749
Figura 11.7 Mapa de uso e ocupação do solo da Área de Influência Direta – AID. 752

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Principais normativas legais utilizadas para o embasamento jurídico do Plano de Controle Ambiental da CGH Gentil Amigo. 30
Tabela 6.1: Principais características da CGH Gentil Amigo. 33
Tabela 6.2: Detalhamento do reservatório da CGH Gentil Amigo. 38
Tabela 6.3: Detalhes da barragem da CGH Gentil Amigo. 40
Tabela 6.4: Dimensionamento do vertedouro da CGH Gentil Amigo. 42
Tabela 6.5: Dimensionamento da tomada d'água da CGH Gentil Amigo. 45
Tabela 6.6: Dimensionamento do sistema de adução de baixa pressão da CGH Gentil Amigo. 47
Tabela 6.7: Dimensionamento da câmera de carga da CGH Gentil Amigo. 50
Tabela 6.8: Valores de velocidade máxima de condutos. 53
Tabela 6.9: Dimensionamento conduto forcado CGH Gentil Amigo. 55
Tabela 6.10: Características principais da CGH Gentil Amigo. 57
Tabela 6.11: Dimensionamento canal de fuga CGH Gentil Amigo. 57
Tabela 6.12: Permanência da vazão da CGH Gentil Amigo. 58
Tabela 6.13: Lista de fornecedores e jazidas para a CGH Gentil Amigo. 62
Tabela 6.14: Cálculo da vazão remanescente por curva de permanência com valores em m³/s. 69
Tabela 7.1: Motorização alternativa I – CGH Gentil Amigo. 82
Tabela 7.2: Motorização alternativa II – CGH Gentil Amigo. 83
Tabela 7.3: Motorização alternativa III – CGH Gentil Amigo. 83
Tabela 7.4: Potencial energético de cada alternativa para a CGH Gentil Amigo. 89
Tabela 7.5: Motorização CGH Gentil Amigo. 97
Tabela 7.6: Definição do número de unidades geradoras em referência a disponibilidade hídrica. 99
Tabela 7.7: Parâmetros Energéticos finais para estudos de motorização. 100
Tabela 7.8: Resultado da simulação energética – Base Portaria n° 463/2009-MME. 101
Tabela 7.9: Parâmetros hidrológicos. 104
Tabela 7.10: Níveis Operacionais e Quedas. 106
Tabela 7.11: Indisponibilidades. 106
Tabela 7.12: Perdas e consumo interno na unidade geradora. 106
Tabela 7.13: Rendimento de Turbinas e Gerador. 107
Tabela 7.14: Características finais de potência e energia para a CGH Gentil Amigo. 108
Tabela 8.1: Disposição das Unidades litoestratigráficas nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo. 123
Tabela 8.2: Medições de atitude dos planos existentes nos afloramentos em comparação com o eixo da CGH Gentil Amigo. 126
Tabela 8.3: Disposição das subunidades morfoesculturais nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo. 130
Tabela 8.4: Condicionantes e características com respectivos valores adotados para análise das áreas suscetíveis à movimentos de massa. 133
Tabela 8.5: Valores adotados para as condicionantes utilizadas no mapeamento de áreas suscetíveis à erosão. 134
Tabela 8.6: Processos Minerários mais próximos da ADA. 135
Tabela 8.7: Grau de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil. 136
Tabela 8.8: Descrição dos pontos amostrais. 143
Tabela 8.9: Sazonalidade das amostragens. 145

Tabela 8.10: Parâmetros da água analisadas e limites da legislação (CONAMA 357/2005). 146
Tabela 8.11: Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA). 148
Tabela 8.12: Parâmetros para determinação do Índice de Qualidade da Água e pesos relativos..... 148
Tabela 8.13: Classificação do Estado Trófico para Rios. 150
Tabela 8.14: Classificação do Estado Trófico para Reservatórios, segundo Carlson modificado. 150
Tabela 8.15: Descrição das classes do IET. 151
Tabela 8.16: Características fisiográficas da CGH Gentil Amigo. 157
Tabela 8.17: Evaporação média (mm) na Estação Climatológica Palmas (1979-2017). 157
Tabela 8.18: Índice térmico mensal e anual (°C) na Estação Climatológica Palmas. 158
Tabela 8.19: Evapotranspiração líquida média mensal (mm) na Estação Climatológica Palmas. 158
Tabela 8.20: Umidade relativa média (%) na Estação Climatológica Palmas (1979-2017). 159
Tabela 8.21: Insolação Total (horas) na Estação Climatológica Palmas. 159
Tabela 8.22: Direção do vento na Estação Climatológica Caçador. 160
Tabela 8.23: Velocidade do vento (km/h) na Estação Climatológica Caçador. 160
Tabela 8.24: Estações pluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo. 165
Tabela 8.25: Dados da estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – 2651003..... 166
Tabela 8.26: Valores anuais da estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – 2651003. 168
Tabela 8.27: Dados da estação pluviométrica IRATIM (2651026). 168
Tabela 8.28: Valores anuais da estação pluviométrica IRATIM (2651026). 169
Tabela 8.29: Dados da estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013). 170
Tabela 8.30: Valores anuais da estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013). 171
Tabela 8.31: Estações fluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo. 175
Tabela 8.32: Referencias utilizadas no estudo da CGH Gentil Amigo. 176
Tabela 8.33: Serie de vazões medias mensais estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000). 177
Tabela 8.34: Serie de Vazões medias mensais CGH Salto Pintado – Rio Pintado. 180
Tabela 8.35: Vazões máximas diárias observadas para a estação Porto Vitória Rio Espingarda (m³/s) – (65365000). 186
Tabela 8.36: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000). 187
Tabela 8.37: Valores de vazão máxima para vários tempos de recorrência estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000). 187
Tabela 8.38: Vazões máximas diárias para a CGH Salto Pintado – Rio Pintado. 188
Tabela 8.39: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria, para o período anual da CGH Salto Pintado -Rio Pintado. 189
Tabela 8.40: Valores de vazão máxima para vários tempos de recorrência CGH Salto Pintado – Rio Pintado. 189
Tabela 8.41: Vazão mínima anual Estação Porto Vitória – Rio Espingarda. 191
Tabela 8.42: Vazão mínima mensal Estação Porto Vitória – Rio Espingarda. 191
Tabela 8.43: Vazões mínimas para a área estudada (m³/s). 192
Tabela 8.44: Vazões mínimas da CGH Salto Pintado 193
Tabela 8.45: Permanência de vazões médias mensais da Estação Porto Vitória – Rio Espingarda. 193

Tabela 8.46: Permanência de vazões médias mensais da CGH Salto Pintado. 194
Tabela 8.47: Fonte fluviométrica utilizada. 196
Tabela 8.48: Fator de correlação de áreas. 197
Tabela 8.49: Vazão média – CGH Gentil Amigo. 197
Tabela 8.50: Vazões máximas anuais – CGH Gentil Amigo. 200
Tabela 8.51: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria – CGH Gentil Amigo. 201
Tabela 8.52: Tempo de recorrência – CGH Gentil Amigo. 201
Tabela 8.53: Coeficiente da majoração de Fuller. 202
Tabela 8.54: Vazão mínima anual – CGH Gentil Amigo. 203
Tabela 8.55: Vazão mínima mensal – CGH Gentil Amigo. 203
Tabela 8.56: Vazões mínimas – CGH Gentil Amigo. 204
Tabela 8.57: Curva de permanência – CGH Gentil Amigo. 204
Tabela 8.58: Dados das coletas realizadas na CGH Gentil Amigo. 207
Tabela 8.59: Macrófitas com possível ocorrência na região da CGH Gentil Amigo. 224
Tabela 8.60: Principais macrófitas com potência danoso registradas em General Carneiro. 227
Tabela 8.61: Resultados do IET nos pontos amostrados. 231
Tabela 8.62: Classificação dos estados tróficos. 231
Tabela 8.63: Resultados do IQA nos pontos amostrados. 233
Tabela 8.64: Classificação da qualidade da água. 233
Tabela 8.65: Outorgas para uso da água passiveis de contaminação. 235
Tabela 8.66: Outorgas para uso da água superficial em General Carneiro – PR. 235
Tabela 8.67: Medições de descargas sólidas em suspensão no Rio Jangada na Estação Jangada do Sul, adaptadas para a CGH Gentil Amigo. 238
Tabela 8.68: Descargas sólidas na CGH Gentil Amigo. 242
Tabela 8.69: Dados do Reservatório da CGH Gentil Amigo. 243
Tabela 8.70: Índice de Sedimentação do reservatório da CGH. 244
Tabela 8.71: Porcentagem de efluentes retidos. 244
Tabela 8.72: Sedimentos retidos anualmente no reservatório da CGH Gentil Amigo. 244
Tabela 8.73: Volume anual retido (m³/ano) para a CGH Gentil Amigo. 245
Tabela 8.74: Vida útil do reservatório da CGH Gentil Amigo. 245
Tabela 8.75: Resultados do IET. 251
Tabela 8.76: Classificação dos estados tróficos. 251
Tabela 8.77: Outorgas para uso da água superficial em General Carneiro – PR. 252
Tabela 8.78: Descaracterização das Condições Geológicas. 255
Tabela 8.79: Alteração das Características Dinâmicas do Relevo. 257
Tabela 8.80: Instabilização de Taludes. 258
Tabela 8.81: Instabilização da margem do rio ou reservatório. 258
Tabela 8.82: Desenvolvimento de processos erosivos. 259
Tabela 8.83: Comprometimento de jazidas minerais. 260
Tabela 8.84: Comprometimento de cavidades naturais. 261
Tabela 8.85: Propagação de vibrações. 262
Tabela 8.86: Alteração da fertilidade do solo (NPK, matéria orgânica, pH, micronutrientes). 263
Tabela 8.87: Contaminação por resíduos e efluentes e contaminação do solo. 264
Tabela 8.88: Impermeabilização. 265
Tabela 8.89: Aumento da temperatura do solo. 265
Tabela 8.90: Acidificação do solo (pH). 266
Tabela 8.91: Alterações na qualidade do ar 267
Tabela 8.92: Poluição sonora. 268

Tabela 8.93: Alteração da qualidade das águas. 268
Tabela 8.94 Alteração no regime hídrico. 269
Tabela 8.95; Alterações nos usos da água. 270
Tabela 8.96: Aumento do assoreamento. 271
Tabela 8.97: Aumento da Eutrofização e Floração. 272
Tabela 8.98: Poluição por efluentes líquidos e resíduos sólidos. 273
Tabela 8.99: Represamento de resíduos sólidos sobrenadantes. 273
Tabela 8.100: Parâmetros a serem analisados. 303
Tabela 8.101: Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA). 305
Tabela 8.102: Classificação do Estado Trófico para Rios. 309
Tabela 8.103: Classificação do Estado Trófico para Reservatórios, segundo Carlson modificado. 309
Tabela 8.104: Descrição das classes do IET. 309
Tabela 8.105: Lista de fornecedores e jazidas para a CGH Gentil Amigo. 327
Tabela 9.1: Caracterização geral dos sítios amostrais para as amostragens de fauna terrestre 348
Tabela 9.2: Demarcação, localização e características gerais dos pontos de levantamento da fauna aquática. 351
Tabela 9.3: Datas de realização das campanhas de coleta de dados a campo na CGH Gentil Amigo. 354
Tabela 9.4: Esforço amostral por busca ativa para a avifauna. 355
Tabela 9.5: Esforço amostral por redes de neblina para a avifauna. 356
Tabela 9.6: Esforço amostral por busca ativa para a herpetofauna. 357
Tabela 9.7: Esforço amostral por busca ativa para a mastofauna. 358
Tabela 9.8: Esforço por armadilhas fotográficas para a mastofauna. 358
Tabela 9.9: Esforço amostral por armadilhas Sherman e Tomahawk para a mastofauna. 359
Tabela 9.10: Esforço amostral por rede de neblina para quirópteros. 360
Tabela 9.11: Esforço amostral por armadilha Pantraps para a entomofauna. 361
Tabela 9.12: Esforço amostral por armadilha Malaise para a entomofauna. 361
Tabela 9.13: Esforço amostral por rede de emalhe para a ictiofauna. 362
Tabela 9.14: Esforço amostral por tarrada para a ictiofauna. 363
Tabela 9.15: Esforço amostral por puçá para a ictiofauna. 363
Tabela 9.16: Esforço da coleta por rede coletora para os macroinvertebrados bentônicos. 364
Tabela 9.17: Esforço amostral por rede de zooplâncton. 366
Tabela 9.18: Esforço amostral por rede de ictioplâncton. 367
Tabela 9.19: Matriz de esforço amostral pelas metodologias empregadas por grupo faunístico. 368
Tabela 9.20: Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos para a determinação do índice BMWP (Biological Monitoring Work Party Score System). 381
Tabela 9.21: Sistema de classificação da qualidade da água de acordo com o índice biológico BMWP. 382
Tabela 9.22: Métricas da paisagem. 384
Tabela 9.23: Lista de espécies da avifauna para a CGH Gentil Amigo. 391
Tabela 9.24: Estimadores de riqueza calculados para a avifauna. 403
Tabela 9.25: Principais indicadores de diversidade através da série de Hills para a avifauna. 404
Tabela 9.26: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da avifauna. 406
Tabela 9.27: Espécies parcialmente migratórias da avifauna. 414

Tabela 9.28: Lista de espécies da herpetofauna para a CGH Gentil Amigo. 421
Tabela 9.29: Estimadores de riqueza calculados para a herpetofauna. 426
Tabela 9.30: Principais indicadores de diversidade da herpetofauna através da série de Hills. 427
Tabela 9.31: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da herpetofauna. 429
Tabela 9.32: Espécies endêmicas da herpetofauna. 435
Tabela 9.33: Lista de espécies da mastofauna para a CGH Gentil Amigo. 441
Tabela 9.34: Estimadores de riqueza calculados para a mastofauna. 445
Tabela 9.35: Principais indicadores de diversidade da mastofauna através da série de Hills. 446
Tabela 9.36: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da mastofauna. 448
Tabela 9.37: Mastofauna presente no CITES. 454
Tabela 9.38: Riqueza e abundância de formigas, vespas e abelhas amostradas. 458
Tabela 9.39: Riqueza e abundância de formigas, vespas e abelhas amostradas. 459
Tabela 9.40: Frequência, constância e dominância da fauna de formigas, vespas e abelhas amostradas. 460
Tabela 9.41: Indicadores ecológicos da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas. 463
Tabela 9.42: Indicadores ecológicos da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas. 463
Tabela 9.43: Lista de espécies da ictiofauna para a CGH Gentil Amigo. 469
Tabela 9.44: Estimadores de riqueza calculados para a ictiofauna. 476
Tabela 9.45: Principais indicadores de diversidade da ictiofauna através da série de Hills. 477
Tabela 9.46: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da ictiofauna. ... 479
Tabela 9.47: Perfil de tamanho e biomassa da ictiofauna amostrada. 485
Tabela 9.48: Biomassa da ictiofauna amiostrada por campanha. 485
Tabela 9.49: Origem da ictiofauna registrada. 488
Tabela 9.50: Zooplânctons registrados na primeira amostragem de campo em números de indivíduos e densidade na amostra em organismos/m^3 (em parênteses). 493
Tabela 9.51: Táxons de macroinvertebrados bentônicos registrados na área da CGH Gentil Amigo. 497
Tabela 9.52: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J) calculados para as duas campanhas da CGH Gentil Amigo. 500
Tabela 9.53: Valores de BMWP obtidos para os pontos amostrais da CGH Gentil Amigo. 502
Tabela 9.54: Fatores abióticos registrados nos diferentes pontos amostrais da CGH Gentil Amigo. 507
Tabela 9.55: Avaliação do impacto da fragmentação de paisagem. 518
Tabela 9.56: Classificação das medidas para impacto de perda e fragmentação do habitat natural. 518
Tabela 9.57: Avaliação de impactos na composição da fauna local. 519
Tabela 9.58: Classificação das medidas para impacto na composição da fauna local. .. 519
Tabela 9.59: Avaliação do impacto emissão de ruídos e vibrações. 520
Tabela 9.60: Classificação das medidas para impacto dos ruídos e vibrações. 520
Tabela 9.61: Avaliação do impacto mortandade de animais por atropelamento. 521
Tabela 9.62: Classificação das medidas para impacto por fauna atropelada. 522
Tabela 9.63: Avaliação do impacto acidentes com animais peçonhentos. 522
Tabela 9.64: Classificação das medidas para impacto por animais peçonhentos. 523

Tabela 9.65: Avaliação do impacto de predação (captura e abate de animais). 523
Tabela 9.66: Classificação das medidas para impacto por predação..... 524
Tabela 9.67: Métodos de amostragens para a fauna terrestre. 527
Tabela 9.68: Áreas amostrais para o monitoramento da fauna terrestre. 527
Tabela 9.69: Esforço amostral por busca ativa por procura visual e auditiva. 528
Tabela 9.70: Esforço amostral por captura em rede de neblina. 529
Tabela 9.71: Esforço amostral por pontos de escuta. 530
Tabela 9.72: Esforço amostral para busca por avifauna morta..... 531
Tabela 9.73: Esforço amostral por busca ativa diurna por procura visual e auditiva. 531
Tabela 9.74: Esforço amostral por busca ativa noturna em ambientes reprodutivos..... 532
Tabela 9.75: Esforço amostral para busca por herpetofauna morta. 533
Tabela 9.76: Esforço amostral por busca ativa por procura visual e auditiva. 533
Tabela 9.77: Esforço amostral por armadilhas Shermann e Tomahawk. 534
Tabela 9.78: Esforço amostral por armadilhas fotográficas. 535
Tabela 9.79: Esforço amostral por redes de neblina. 536
Tabela 9.80: Esforço amostral por vestígios. 537
Tabela 9.81: Esforço amostral para busca por mastofauna morta. 537
Tabela 9.82: Esforço amostral por armadilha Pantraps. 538
Tabela 9.83: Esforço amostral por armadilha Malaise. 539
Tabela 9.84: Métodos de amostragens para a fauna aquática. 549
Tabela 9.85: Pontos amostrais para o monitoramento da fauna aquática. 549
Tabela 9.86: Esforço amostral por redes de espera. 551
Tabela 9.87: Esforço amostral por tarrafa. 551
Tabela 9.88: Esforço amostral por captura com puçá ou peneirão. 552
Tabela 9.89: Esforço amostral por puçá ou peneirão..... 553
Tabela 9.90: Esforço amostral por rede de plâncton 0,068mm. 554
Tabela 9.91: Esforço amostral por rede de plâncton 0,3mm. 554
Tabela 9.92: Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos para a determinação do índice BMWP (Biological Monitoring Work Party Score System). 558
Tabela 9.93: Sistema de classificação da qualidade da água de acordo com o índice biológico BMWP. 558
Tabela 9.94: Espécies levantadas de dados secundários. 573
Tabela 9.95: Coordenadas geográficas das parcelas instaladas para o inventário florestal. 579
Tabela 9.96: Matriz de informações e cálculos de estrutura horizontal. 582
Tabela 9.97: Matriz de informações e cálculos de estrutura vertical. 583
Tabela 9.98: Matriz de informações e cálculos de parâmetros de riqueza e diversidade. 584
Tabela 9.99: Espécies vegetais nativas observadas em levantamento de cobertura vegetal. 589
Tabela 9.100: Tabela resumo de Índices de Diversidade e Dominância..... 592
Tabela 9.101: Tabela de distribuição e frequência das espécies. 594
Tabela 9.102: Classes de frequência das espécies. 596
Tabela 9.103: Parâmetros observados pelo Inventário Fitossociológico. 598
Tabela 9.104: A análise da estrutura vertical/posição sociológica do povoamento. 600
Tabela 9.105: Espécies observadas em composição a regeneração e banco de plântulas. 604
Tabela 9.106: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com a respectiva legislação, encontradas na área levantada. 606
Tabela 9.107: Coordenadas das espécies ameaçadas. 606

Tabela 9.108: Espécies epifíticas encontradas pelo levantamento florístico. 612
Tabela 9.109: Variáveis dendrométricas amostradas. 614
Tabela 9.110: Análise estatística do inventário florestal da CGH Gentil Amigo. 616
Tabela 9.111: Volumetria da produção de lenhas e toras. 617
Tabela 9.112: Táxons inventariados por dados primários e secundários, incluindo o Xaxim (*Dicksonia sellowiana*). 619
Tabela 9.113: Índices de diversidade biológica. 621
Tabela 9.114: Matriz de interpretação e enquadramento fitossociológico da Unidades Amostrais. 623
Tabela 9.115: Avaliação do impacto da mudança de paisagem. 635
Tabela 9.116: Avaliação do impacto da fragmentação de habitats. 636
Tabela 9.117: Avaliação do impacto da perda de conexão entre fragmentos. 637
Tabela 9.118: Avaliação de impacto da perda de áreas por diminuição de cobertura vegetal nativa. 638
Tabela 9.119: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com a respectiva legislação, encontradas na área levantada. 639
Tabela 9.120: Avaliação de impacto da supressão de espécies ameaçadas de extinção. 640
Tabela 9.121: Avaliação de impacto da contaminação biológica. 641
Tabela 9.122: Avaliação de impacto na extinção de espécies. 641
Tabela 9.123: Avaliação de impacto na alteração da população de macrófitas. 642
Tabela 9.124: Classificação dos níveis de infestação por macrófitas proposto por Pompêo *et al*. (2017). 659
Tabela 10.1: Propriedades atingidas diretamente pelo empreendimento. 695
Tabela 10.2: Informações de localização do município de General Carneiro. 697
Tabela 10.3: População do município de General Carneiro. 698
Tabela 10.4: Faixa etária da população do município de General Carneiro. 699
Tabela 10.5: Área territorial, população e densidade demográfica. 700
Tabela 10.6: Dados populacionais do município de General Carneiro. 700
Tabela 10.7: Migração existente no município de General Carneiro. 700
Tabela 10.8: Índice de Desenvolvimento – IDHM. 701
Tabela 10.9: Contingente de trabalhadores previstos. 702
Tabela 10.10: Classes de uso do solo da AID e seus percentuais. 703
Tabela 10.11: Finanças Públicas do município de General Carneiro – 2017. 709
Tabela 10.12: Despesas Orçamentárias do município de General Carneiro – 2017. 709
Tabela 10.13: Produto Interno Bruto de general Carneiro – 2017. 709
Tabela 10.14: Repasses mensais de ICMS Ecológico por Biodiversidade ao município de General Carneiro em 2023 (julho) – valores brutos em Reais (R$). 710
Tabela 10.15: Repasses mensais de ICMS Ecológico por Biodiversidade ao município de General Carneiro em 2023 (julho) – valores brutos em Reais (R$) por Área Protegida. 711
Tabela 10.16: Entidades sem fins lucrativos em General Carneiro. 712
Tabela 10.17: Assentamentos Rurais em um raio de 50Km da CGH gentil Amigo. 714
Tabela 10.18: Avaliação do impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra. 716
Tabela 10.19: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra. 716
Tabela 10.20: Avaliação do impacto do aumento na demanda da saúde pública. 717
Tabela 10.21: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra. 718
Tabela 10.22: Avaliação do impacto de interferência na malha viária local. 718

Tabela 10.23: Classificação das medidas o impacto de pressão sobre a infraestrutura viária. 719
Tabela 10.24: Avaliação do impacto de mão de obra e geração de empregos. 719
Tabela 10.25: Classificação das medidas para mão de obra e geração de empregos... 720
Tabela 10.26: Avaliação do impacto de arrecadação de tributos. 720
Tabela 10.27: Classificação das medidas para arrecadação de tributos e incremento na dinâmica da renda local. 721
Tabela 10.28: Avaliação do impacto do aumento na demanda da saúde pública. 721
Tabela 10.29: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra. 722
Tabela 10.30: Avaliação do impacto de e danos no patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paleontológico. 722
Tabela 10.31: Classificação das medidas e danos no patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paleontológico. 723
Tabela 10.32: Avaliação do impacto de alteração do potencial turístico e lazer. 723
Tabela 10.33: Classificação das medidas para a alteração do potencial turístico e de lazer. 724
Tabela 10.34: Avaliação do impacto sobre a produção de conhecimento cientifico ou cultural. 724
Tabela 10.35: Classificação das medidas para a produção de conhecimento cientifico ou cultural. 725
Tabela 11.1: Critérios considerados para a valoração dos impactos. 740
Tabela 11.2: Regras para classificação da significância dos impactos 740

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O empreendedor interessado na implantação da CGH Gentil Amigo é a empresa **BRISA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA LTDA**, uma empresa voltada para o desenvolvimento de usinas hidroelétricas, do planejamento à sua construção, focalizando principalmente em CGH's e PCH's.

A empresa **BRISA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA LTDA**, inscrita no CNPJ/MF sob nº 30.557.373/0001-29, atua no estado do Paraná e Santa Catarina desde 25/05/2018, cujo objeto social é geração de energia elétrica de origem hidráulica, comercio atacadista de energia elétrica.

Nome/Razão social: **BRISA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA LTDA**		
CNPJ: 30.557.373/0001-29	CTF/APP: 7196958	
Endereço: Rua Presidente Kennedy, n° 233, sala 02	Bairro: Centro	
Município: General Carneiro	UF: PR	CEP: 84660-000
Representante legal: Clewerson Cezar Masnik		
Telefone: (42) 3522-1273	E-mail: brisageracao@gmail.com	

2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL

Nome/Razão social: **MF Consultoria Ambiental**	
CNPJ: 24.505.069/0001-35	
Endereço: Rua Israel, 165-E	Bairro: Maria Goretti.
Município: Chapecó – Santa Catarina	CEP: 89801-434
Contanto: (49)3328-8095 / (49)99912-2515	E-mail: mfconsultoria.amb@gmail.com
Responsável técnico: Milton Carlos de Filtro	

3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

PROFISSIONAL E REGISTRO DE CLASSE	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	ART nº
Clewerson Cezar Masnik CREA nº SC-555103/D	Engenheiro Civil	Levantamento das curvas de nível; Elaboração do projeto para barragem e estrutura de concreto armado; Estudo da caracterização hídrica.	1720242811365
Milton Carlos de Filtro CRBio nº 45220/07-S CTF: 668475	Biólogo Especialista em Gestão e Licenciamento Ambiental	Coordenação geral para elaboração do plano de controle ambienta e coordenação geral do projeto de levantamento da fauna; diagnóstico, prognóstico ambiental e proposição de programas ambientais para licenciamento da CGH Gentil Amigo.	07-1610/22
Angela Lopes Casa CRBio nº 88124/09-D CTF: 5543528	Bióloga	Responsável técnica pelos estudos da Herpetofauna durante levantamento de fauna.	07-1466/21
Paulo Roberto Sinigoski CRBio nº 88868/07-S CTF: 1544787	Biólogo	Responsável técnica pelos estudos da Avifauna durante levantamento de fauna.	07-1467/21
Marciela Banaletti Batistella CRBio n° 101698/07-S CTF: 6690749	Bióloga Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental	Responsável técnica pelos estudos da Mastofauna durante levantamento de fauna.	07-1460/21
Junir Antonio Lutinski CRBio nº 45820/07-S CTF: 5017849	Biólogo Doutor em Biodiversidade Animal	Responsável técnico pelos estudos de Entomofauna durante levantamento de fauna e elaboração de relatórios de diagnósticos para o PCA.	07-1505/21
Maike Elize Techio CRBio nº 58210/07-S CTF: 2869731	Bióloga	Responsável técnico pelos estudos de Macroinvertebrados Bentônicos durante levantamento de fauna e elaboração de relatórios de diagnósticos para o PCA.	07-1508/21
Jonas Ricardo Toscan CRBio nº 108649/07-D CTF: 7170189	Biólogo Mestre em Análise Ambiental	Elaboração de relatórios técnicos de Caracterização Faunística e Paisagística, Prognósticos Ambientais e Proposição de Medidas Mitigadoras de Impactos Ambientais para o PCA, sobe a responsabilidade técnica dos táxons: Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna.	07-1624/24
Márcio Henrique Gonçalves Netto CRBio nº 110734/07-S CTF: 668475	Biólogo Especialista em Gestão e Análise de ambientes aquáticos continentais	Responsável técnico pelos estudos de Ictiofauna durante levantamento de fauna e elaboração de relatórios de diagnósticos para o PCA.	07-1462/24

PROFISSIONAL E REGISTRO DE CLASSE	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	ART nº
Thays Regina Miotto Begnini CREA: SC-2061167/D CTF: 8394228	Engenheira Ambiental e Sanitarista	Diagnóstico e caracterização ambiental do meio físico (Recursos Hídricos).	1720243089370
Yan Rafael de Barba CREA: SC-147850-8/D CTF: 7059308	Engenheiro Florestal	Levantamento florestal, plano de controle ambiental, diagnóstico e caracterização ambiental do meio biótico (Flora).	1720243019738
Tiago Martini CREA: 179228-7 CTF: 7837165	Geólogo	Diagnóstico e caracterização ambiental do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Espeleologia e Pedologia).	8671429-1
Fernanda Paulista dos Santos CAU: 00A2840073	Arquiteta e Urbanista	Elaboração diagnóstico socioeconômico para compor o PCA da CGH Gentil Amigo.	RRT: 14392755

4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O empreendimento está em fase de solicitação de licenciamento prévio, e está sendo projetada de acordo com as normativas legais. Conforme descrito no item 5, é possível verificar as autorizações ambientais emitidas até o momento.

De acordo com a Resolução Normativa N° 875, de 10 de março de 2020 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e Resolução SEDEST N° 09/2021, este empreendimento classifica-se como uma Central Geradora Hidrelétrica, com potência instalada de 1,0 MW, entre 0,5 e 5,0 MW que estabelece as definições de uma Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida – CGH.

O licenciamento ambiental da referida atividade seguirá o disposto nas resoluções CONAMA nº 237/1997 e nº 279/2001. Esta define o RAS e o RDPA como instrumentos do Licenciamento Ambiental para a referida atividade. Também deverão ser observadas as Resoluções SEMA/IAP nº 031/1998, SEMA/IAP nº 009/2010 e CEMA nº 065/2008.

Dessa forma para licenciamento desse porte de empreendimento, no caso da CGH Algacir, baseou-se o estudo no termo de referência para licenciamento ambiental o TR2 – PCA para empreendimentos hidrelétricos dadas pelo IAT, conforme descrito pela Portaria IAT nº 12.

No Tabela 4.1 é possível visualizar os principais instrumentos federais, que regulamentam a atividades de licenciamento das Centrais Geradoras de Energia (CGHs).

Tabela 4.1: Principais normativas legais utilizadas para o embasamento jurídico do Plano de Controle Ambiental da CGH Gentil Amigo.

Legislação	Data da legislação	Ementa
Resolução SEDEST nº 09	23 de fevereiro de 2021	Estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial.
Instrução Normativa IAT nº 07	05 de novembro de 2020	Dispõe sobre a realização da consulta livre, prévia e informada aos povos e Comunidades Tradicionais e a manifestação de outros órgãos.
Resolução ANEEL nº 875	10 de março de 2020	Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Usina Hidrelétrica sujeita à concessão.
Resolução Conjunta SEDEST/IAP nº 23	23 de dezembro de 2019	Estabelece procedimentos de licenciamento ambiental em Áreas de Preservação Permanente (APP), nos entornos dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais.
Resolução SEMA nº 03	12 de fevereiro de 2019	Procedimentos para compensação ambiental em supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica.
Lei Federal nº 13.360	17 de novembro de 2016	Estabelece as características de empreendimentos como Central Geradora Hidrelétrica (CGH) e Pequena Central Geradora Hidrelétrica (PCH).
Portaria IAP nº 69	28 de abril de 2015	Adota e exige a metodologia desenvolvida por dias (2001) apresentada no anexo desta Portaria para definição da metragem da Área de Preservação Permanente para os empreendimentos de geração de energia elétrica.
Portaria Interministerial nº 60	25 de março de 2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).
Resolução CONAMA nº 369	28 de março 2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP.
Resolução CONAMA nº 303	20 de março de 2002	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
Resolução CONAMA nº 302	20 de março de 2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.
Resolução CONAMA nº 279	27 de junho de 2001	Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.
Resolução CONAMA nº 237	19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências.
Lei Estadual nº 10.233	28 de dezembro de 1992	Institui a Taxa Ambiental e adota outras providências.
Convenção da Organização Internacional do Trabalho nº 169	07 de Junho de 1989	Estabelece procedimentos para consulta livre, prévia e informada para povos indígenas e tribais.

Legislação	Data da legislação	Ementa
Resolução CONAMA nº09	03 de dezembro de 1987	Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA nº 01	23 de janeiro de 1986	Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.
Resolução SEMA nº 26	10 de julho de 2013	Dispõe sobre critérios e procedimentos para composição de Equipe Técnica Multidisciplinar, Consultores e Empresas de Consultoria Ambiental para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA.
Portaria IAP nº 20	06 de janeiro de 2020	Estabelecer procedimentos para a padronização metodológica ao diagnóstico e monitoramento de atropelamentos de animais silvestres. (Revogada pela Portaria IAT nº 12/2024)
Instrução Normativa IAT nº 02	02 de fevereiro de 2023	Dispõe sobre instruções para os procedimentos administrativos de Autorizações Ambientais para Manejo de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental. (Revogada pela Portaria IAT nº 12/2024)
Portaria IAT nº 51	02 de fevereiro de 2023	Estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos para a emissão de Autorizações Ambientais para Estudos de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental no Estado do Paraná. (Revogada pela Portaria IAT nº 12/2024)
Portaria IAT nº 28	01 de fevereiro de 2023	Estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos para a emissão de Autorizações Ambientais para Estudos de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental no Estado do Paraná.
Portaria IAT nº 12	10 de janeiro de 2024	Estabelece diretrizes para estudos de fauna em processos de licenciamento ambiental no Estado do Paraná, revoga a Portaria IAT Nº 51/2023, que estabelece critérios para a emissão de Autorizações Ambientais para Estudos de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental; a Instrução Normativa IAT Nº 02/2023, que dispõe instruções para os procedimentos administrativos de autorizações Ambientais para Manejo de Fauna; e a Portaria IAT Nº 22/2020, que estabelece procedimentos para a padronização metodológica ao monitoramento de atropelamentos de animais silvestres.

5 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

- Requerimento de Consulta Prévia Nº 162.562, cadastrado em 03/09/2021;
- Consulta Prévia emitida em 18/11/2021, sob protocolo Nº 18.082.446-4, Nº do documento 258766;
- Autorização Ambiental para levantamento de fauna Nº 57614, sob protocolo Nº 177167509, obtida em 20/07/2022, com validade até 20/07/2023;
- Outorga Prévia obtida em 07/05/2024, protocolada sob Nº 21.391.916-4, portaria Nº 11375/2024/OP-GOUT, válido até 14/06/2026;
- Certidão municipal quanto ao uso e ocupação do solo do município de General Carneiro – PR, emitida em 17/05/2024.

6 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

6.1 DADOS GERAIS

O aproveitamento hidrelétrico CGH Gentil Amigo será implantado no Rio São Manuel, no estado do Paraná, município de General Carneiro, seu nível d'água montante será igual a 1.025,52 metros e nível d'água jusante igual a 973.20 metros resultando numa queda livre de 52,26 metros, sua potência instalada será de 1,00 MW, vazão turbinada de 2,73 m³/s, gerando assim uma energia firme de 0,77 MWh.

A área onde será implantada a CGH Gentil Amigo, tratasse de uma região bastante acidentada, com várias formações naturais de queda.

O aproveito conta com uma barragem existente, onde no passado tratava-se de uma fábrica de pasta de madeira, pertencente ao senhor Bernardo Stamm. As estruturas de canal, tomada d'agua, câmera de carga, conduto forçado e casa de força foram projetadas e serão construídas do zero.

A fábrica de pasta de madeira foi encontrada em cartas cartográficas disponíveis no site do ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná, elaboradas pelo DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. Estas cartas provam a existência de um aproveitamento no local, com um barramento e lago já formado a muitos anos.

A seguir são apresentadas as coordenadas do eixo de interesse:

- Barramento:
  - Latitude: 26°21'4.01"S
  - Longitude: 51°21'6.37"O
- Casa de Força:
  - Latitude: 26°20'33.22"S
  - Longitude: 51°20'53.86"O

Durante a elaboração do Projeto Básico da CGH Gentil Amigo foram desenvolvidos diversos estudos os quais permitiram definir as características finais apresentadas na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Principais características da CGH Gentil Amigo.

Características – CGH Gentil Amigo			
Casa de Força	Potência instalada (MW)		1,00
	Energia firme (MW)		0,77
	Vazão Turbinada (m³/s)		2,73
	Turbinas Tipo		Francis
	Potência / UG (MW)	UG 1	0,40
		UG 2	0,60
	Vazão Turbinada / UG (MW)	UG 1	1,09
		UG 2	1,64
	Energia Média (MW)		0,55
	Queda bruta (m)		52.32

Características – CGH Gentil Amigo			
	Fator de Capacidade		0,55
Rio	Vazão Média ao Longo do Tempo (m³/s)		1,80
	Elevação – nível normal (m)		0,00
	Área alagada (m²)		0,00
Barragem	Tipo	Barragem existente, tipo soleira livre, concreto armado maciço	
	Crista	Soleira vertente (m)	40,00
		Barragem (m)	65,00
	Vazão de projeto do vertedouro (m³/s): TR 1.000 anos		79,60

O aproveitamento é composto por barragem, tomada d'água, canal de adução, reservatório de amortecimento, câmera de carga, conduto forçado, casa de força com turbinas, geradores e subestação, e canal de fuga.

Sendo assim, no decorrer deste relatório, serão apresentados os motivos em que vieram a ser escolhidas estas características para a CGH Gentil Amigo.

6.2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A CGH Gentil Amigo está localizada a margem direita do Rio São Manuel, a aproximadamente 14,80 km da sua foz, conta com uma área de drenagem de 60,00 km², pertencente ao município de General Carneiro – PR.

O Rio São Manuel está localizado no estado do Paraná, região sul do Brasil, no município de General Carneiro, uma região típica para formação de quedas com significativos aproveitamentos. Sua foz desagua no Rio Jangada (afluente do Rio Iguaçu), localizado na sub-bacia 65, bacia hidrográfica do Rio Paraná.

- Barramento:
  - Latitude: 26°21'4.01"S
  - Longitude: 51°21'6.37"O
- Casa de Força:
  - Latitude: 26°20'33.22"S
  - Longitude: 51°20'53.86"O

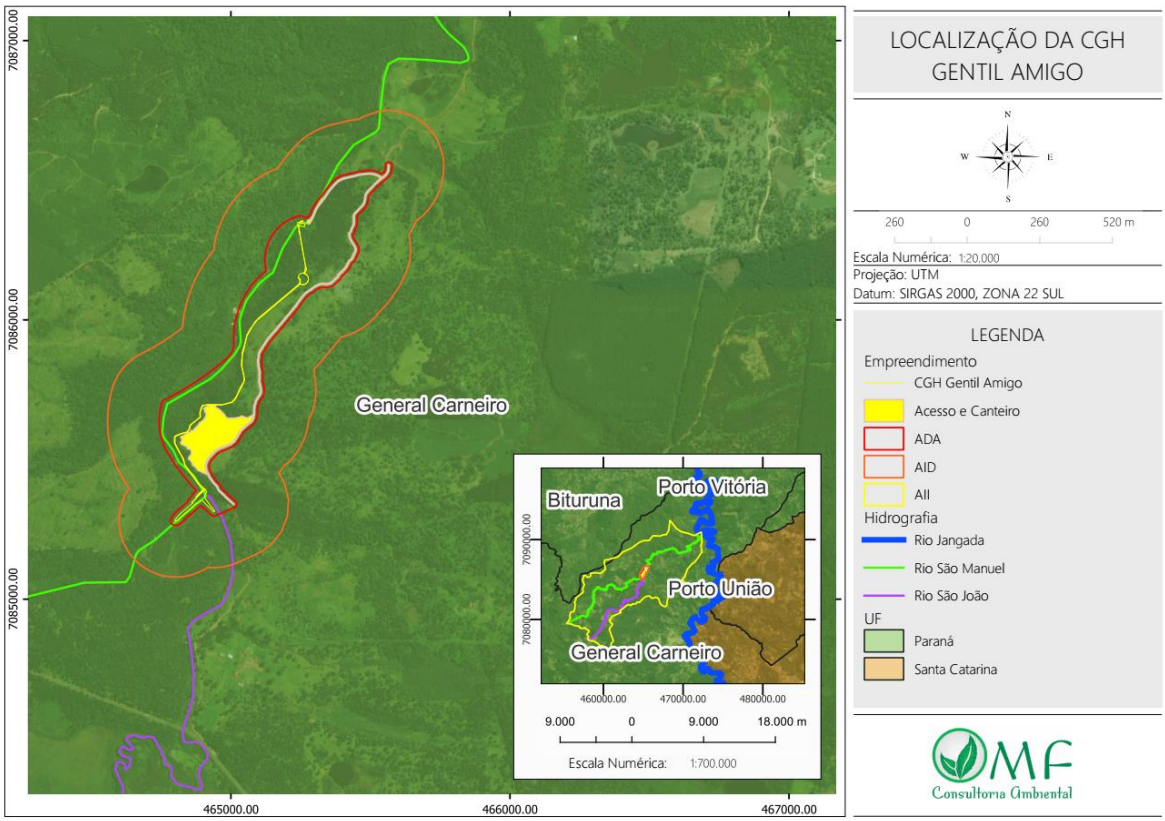


Figura 6.1: Localização do empreendimento.

6.2.1 Acesso Existente

As condições de acesso até a CGH Gentil Amigo são boas, permitindo a utilização em qualquer época do ano para a trafegabilidade.

O acesso principal até local próximo a CGH Gentil Amigo pode ser realizado a partir do trevo entre a BR-153 e PR 170, siga sentido na direção norte na Rodovia Eng. Tancredo Benghi por 9,0 km, vire à direita e siga por mais 1,1 km, chegando ao local próximo a barragem da CGH Gentil Amigo, onde posteriormente será feito uma nova estrada ligando a casa de força com o acesso existente (Figura 6.2).

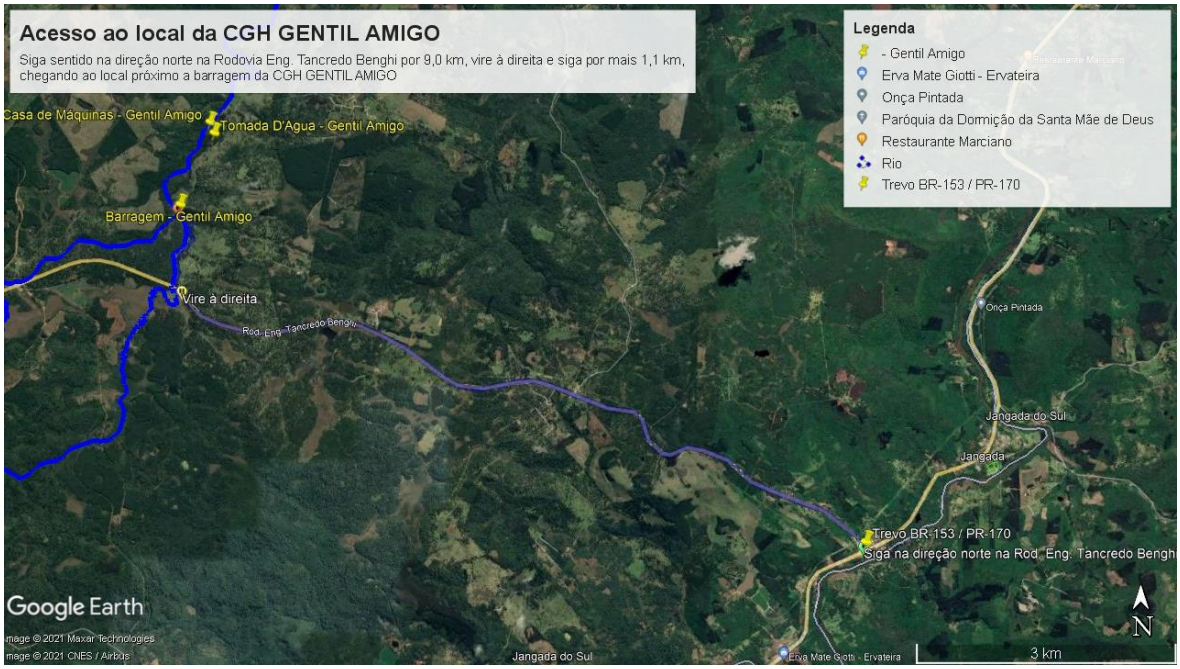


Figura 6.2: Acesso ao local da CGH Gentil Amigo.

6.2.2 Acessos a Construir

A CGH Gentil Amigo precisara de um acesso novo até o canteiro de obras e ao alojamento durante toda fase de construção da usina, onde posteriormente será o mesmo acesso utilizado até a casa de máquinas.

O novo acesso a ser construído terá cerca de 360 metros, deverá ser todo cascalhado para melhor segurança durante a fase de construção e aguentar o esforço exigido por máquinas pesadas e transporte de materiais.

A Figura 6.3 mostra o acesso até a casa de máquinas da CGH Gentil Amigo.

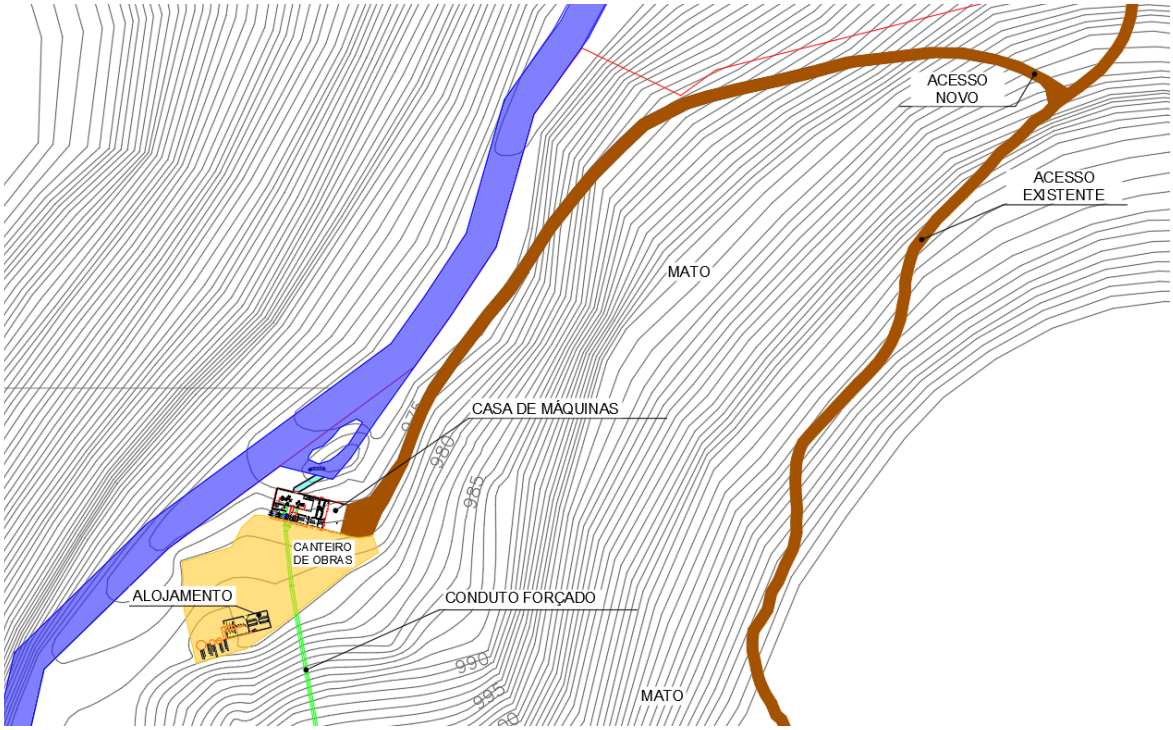


Figura 6.3: Acesso a ser construído na CGH Gentil Amigo.

6.3 ARRANJO GERAL

6.3.1 Reservatório

O reservatório da CGH Gentil Amigo conta com um pequeno lago, já existente, com área total alagada de 5.817,08 m². Este lago não será alterado para o projeto da CGH Gentil Amigo, sua estrutura, tamanho e altura de operação, permaneceram com as mesmas características encontradas no local. Por esse motivo não é possível observar a área efetiva alagada do reservatório, uma vez que o rio encontrasse a muitos anos nesta situação.

Os detalhes do reservatório podem ser observados na Figura 6.4 e Tabela 6.2 a seguir:

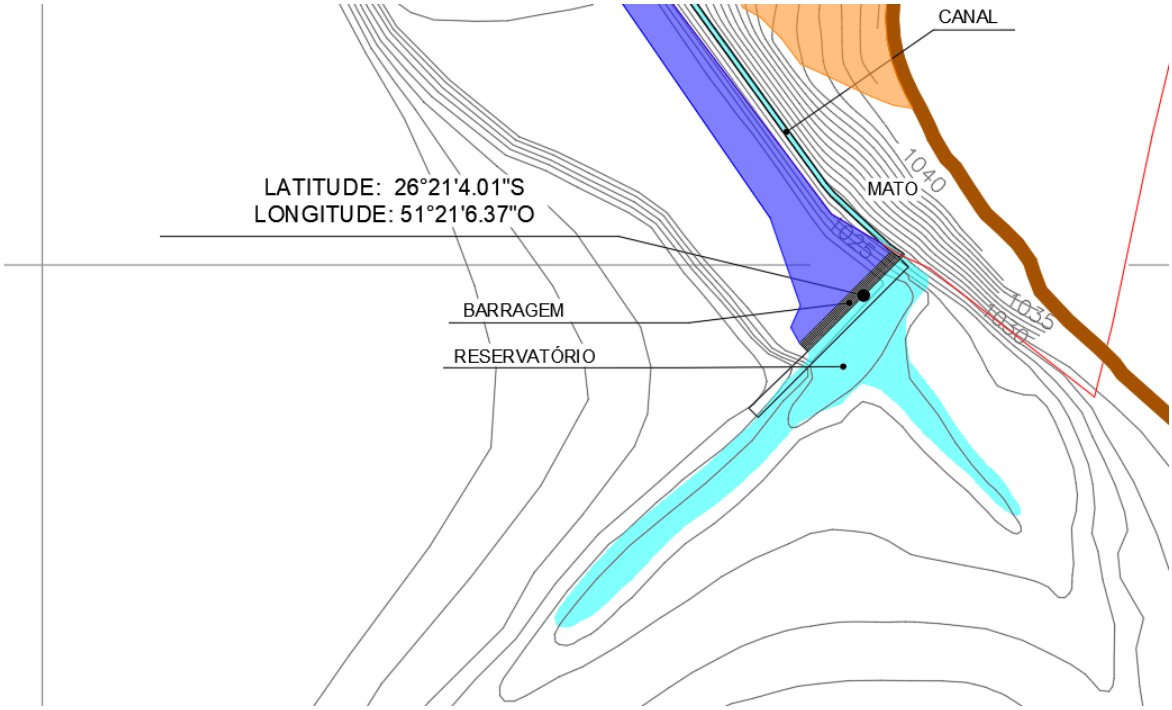


Figura 6.4: Reservatório CGH Gentil Amigo.

Tabela 6.2: Detalhamento do reservatório da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Regime de operação	fio d`água	
Área total	5.817,08	m²
Área efetivamente alagada	0,00	m²
Área da calha do rio	5.817,08	m²
NA máximo normal montante	1.025,52	m
NA máximo Maximorum	1.026,52	m
NA mínimo normal	1.025,00	m
Volume total	6.422,22	m³
Volume útil	3.024,88	m³
Área do reservatório no NA máximo normal	5.817,08	m²
Área do reservatório no NA mínimo normal	2.675,33	m²
Tempo de residência	4,68	horas
Tempo de formação	1,39	horas
Área de remanso (transição lótico – lêntico)	1.454,27	m²
Profundidade máxima	2,52	m
Profundidade média	1,10	m

6.3.2 Barramento

A barragem é a estrutura que tem a função de represar a água, visando, com a elevação do nível d'água do rio, possibilitar a alimentação da tomada d'água. No caso de locais de baixa queda, a barragem tem também a função de criar o desnível necessário à produção da energia desejada (ELETROBRÁS, 2000).

A barragem CGH Gentil Amigo conta com uma ombreira esquerda existente feita de terra e um vertedouro central feito em de concreto armado fundido em blocos de pedra (Figura 6.5 e Figura 6.6). Esse tipo e construção de vertedouro torna a barragem muito resistente e duradoura. Na margem direita a própria formação geológica do terreno impede a passagem da água em possíveis enchentes. Detalhes da barragem são apresentadas na Tabela 6.3.

O barramento existente no local onde será implantada a CGH Gentil Amigo, será mantido e durante o processo de secagem e desvio do rio, será feita uma avaliação detalhada da sua estrutura. Os possíveis reparos necessários, serão aplicados ao barramento, a fim de a deixar integra e segura.

A seguir apresentam-se as coordenadas do eixo de interesse:

- Barramento:
  - Latitude: 26°21'4.01"S
  - Longitude: 51°21'6.37"O

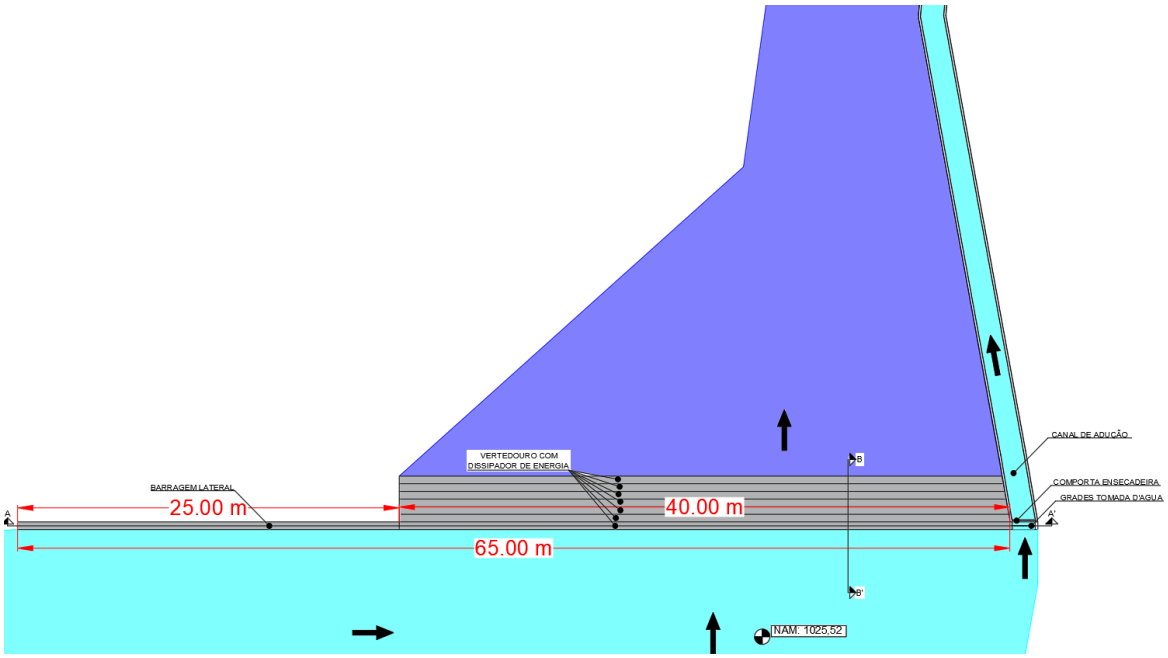


Figura 6.5: Vista superior da barragem da CGH Gentil Amigo.

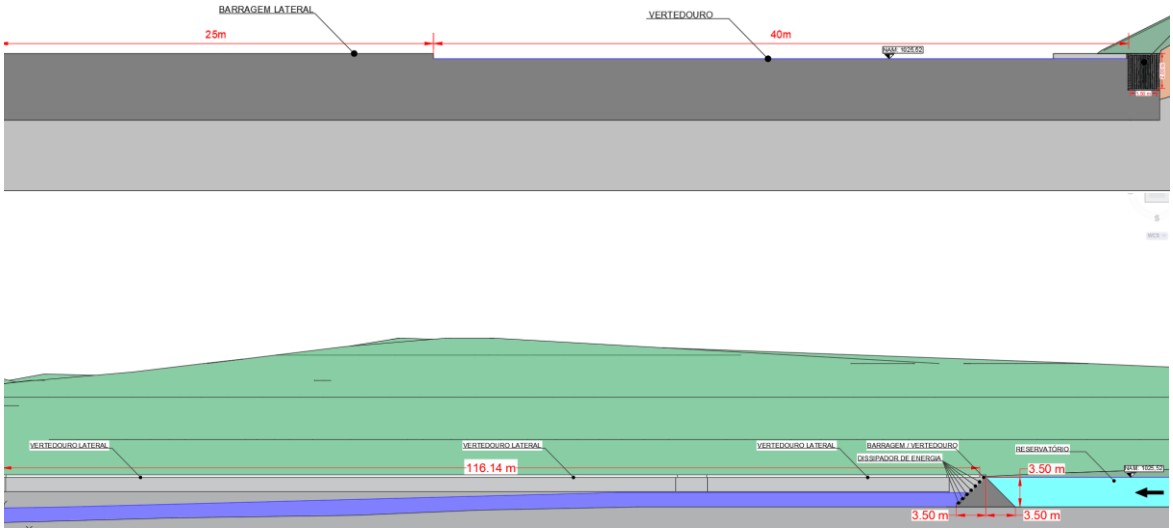


Figura 6.6: Perfil da barragem da CGH Gentil Amigo.

Tabela 6.3: Detalhes da barragem da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Comprimento	65,00	m
Altura	3,50	m
Formação	Blocos de rocha e concerto armado	
Vazão sanitária	0,20	m³

6.3.2.1 Vertedouro

O vertedouro é a obra de engenharia hidráulica projetada com a finalidade de conduzir a água de forma segura através de uma barreira, servindo como sistema de escape, impedindo a passagem da água por cima das ombreiras quando ocorrem chuvas ou aumento da vazão, característica que o torna quesito de segurança em barragens.

Na CGH Gentil Amigo o vertedouro é do tipo soleira livre localizado no centro do barramento (Figura 6.7). Por ele ser existente suas dimensões foram conferidas e para verificar o atendimento as normas regentes.

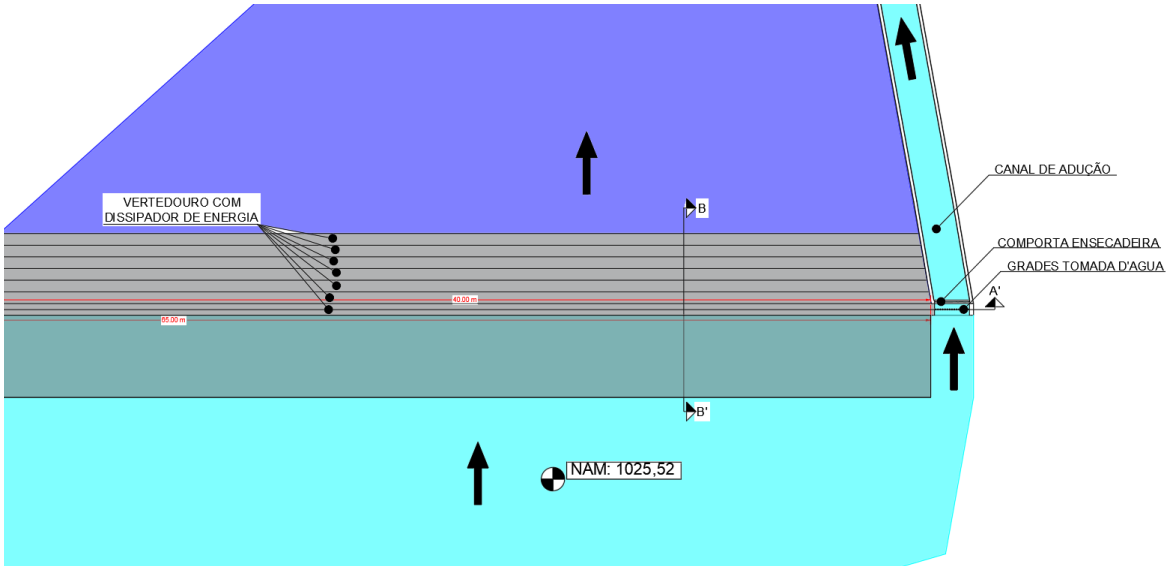


Figura 6.7: Vertedouro CGH Gentil Amigo.

Para o cálculo da vazão característica do vertedouro foi utilizada a seguinte equação (KOHN, 2006, p. 25):

$$Q = C_d \times L_e \times H^{\frac{3}{2}}$$

Onde:

- Q = Capacidade de descarga (m³/s);
- C_d = Coeficiente de descarga (considerado igual a 2);
- L_e = Largura efetiva do vertedouro (m);
- H = carga de funcionamento, definida pela diferença entre os níveis da água a montante e da crista (m).

Foi considerado um coeficiente de descarga igual a 2, conforme “MANUAL DE CRITÉRIOS DE PROJETO CIVIL DE USINAS HIDRELÉTRICAS” (ELETROBRÁS, 2003) para vertedouros de concreto.

O comprimento efetivo da crista foi calculado considerando a contração das paredes, a partir da seguinte equação (ARAUZ, 2005, p. 40):

$$Lef = L' - 2 \times (N \times K_p + K_a) \times H_e$$

Onde:

- Lef = largura efetiva (m);
- L' = largura geométrica útil (m);
- K_a = coeficiente de contração das ombreiras;
- K_p = coeficiente de contração dos pilares;
- n = número de pilares;
- H_e = carga sobre a crista da ogiva (m).

No barramento da CGH Gentil Amigo não existem pilares, desta forma foram consideradas apenas as contrações laterais do vertedouro.

A Tabela 6.4 demonstra os resultados dos cálculos realizados para a determinação das características do vertedouro.

Tabela 6.4: Dimensionamento do vertedouro da CGH Gentil Amigo.

Cota (m)	He (m)	Le (m)	Q (m³/s)	Borda Livre	Tr (anos)
1025,52	0,00	40,00	0,00	1,72	
1025,72	0,20	39,96	7,15	1,52	
1025,92	0,40	39,92	20,20	1,32	
1026,12	0,60	39,88	37,07	1,12	2
1026,32	0,80	39,84	57,01	0,92	10
1026,52	1,00	39,80	79,60	0,72	25
1026,72	1,20	39,76	104,53	0,52	100
1026,92	1,40	39,72	131,59	0,32	500
1027,12	1,60	39,68	160,61	0,12	1.000
1027,24	1,72	39,66	178,91	0,00	10.000

Observando-se a tabela acima, podem-se obter as seguintes conclusões:

- Sobre o nível de água correspondente ao TR 100 anos, existe uma borda livre de 0,52 metros;
- Sobre o nível de água correspondente ao TR 1.000 anos, existe uma borda livre de 0,12 metros;
- A vazão em *ultimate capacity* suportada pelo vertedouro será 178,91 m³/s.

A Figura 6.8 ilustra a curva chave do vertedouro.

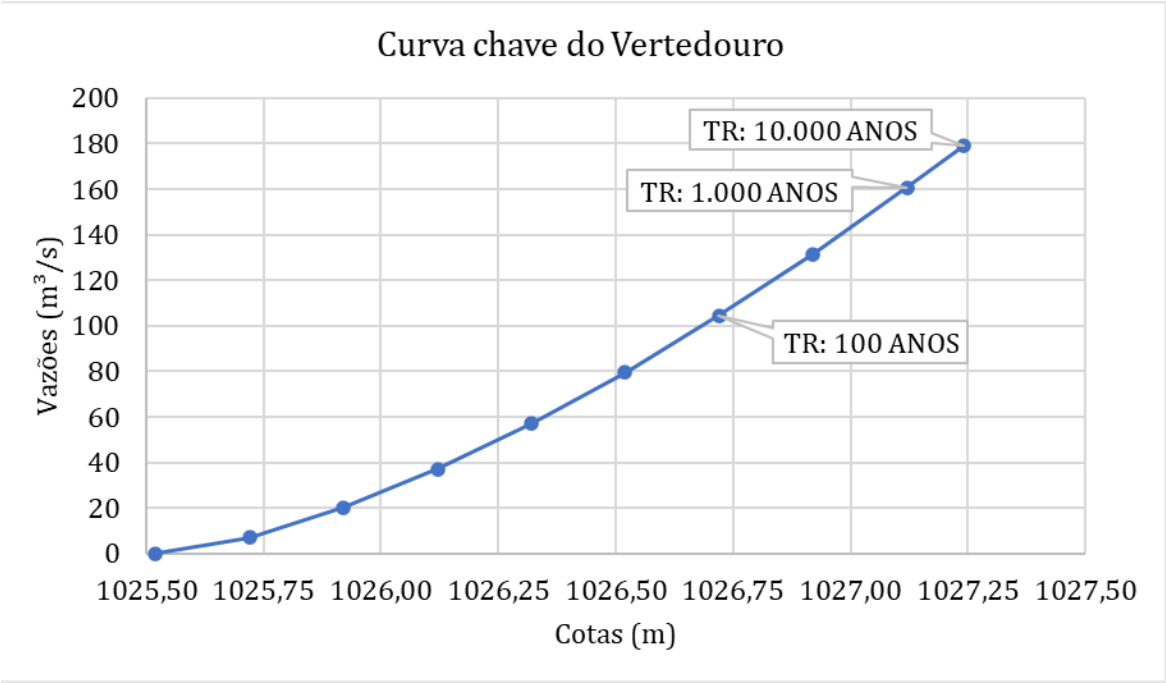


Figura 6.8: Curva chave no vertedouro da CGH Gentil Amigo.

6.3.3 Ensecadeiras

Para o desvio do Rio São Manuel durante a construção da CGH Gentil Amigo, foram projetadas ensecadeiras de terra, a fim de resistir a TR 1.000 de 160,61 m³/s.

Estas ensecadeiras serão do tipo gravidade onde o próprio peso e volume geram estabilidade ao sistema. Foram projetadas no total 2 ensecadeiras, uma próxima ao barramento e outra próxima a casa de máquinas.

A ensecadeira localizada no barramento existente de CGH Gentil Amigo, terá a função de desviar o Rio São Manuel, para que o ele possa ser avaliado e reparado se necessário. A ensecadeira localizada próxima a casa de máquinas e ao canal de fuga, servira para que possíveis enchentes não afetem o processo de construção da usina.

6.3.4 Tomada d'água

A tomada d'água da CGH Gentil Amigo, está localizada a margem direita do Rio São Manuel, junto ao próprio barramento da usina (Figura 6.9). Sua estrutura tem como função capitar a água do reservatório e a conduzir para o canal de adução.

Na entrada da tomada d'água foram projetadas grades grossas mais espaçadas para obstruir a passagem de possíveis materiais que possam afetar a funcionalidade do sistema de adução e foi projetada uma comporta ensecadeira para futuras manutenções no canal adutor.

6.3.4.1 Dimensionamento

Para o dimensionamento foram considerados alguns aspectos, vazão máxima de projeto e velocidade máxima na grade da ordem de 1,00 m/s. Desta forma foi dimensionado a comporta para obter as dimensões finais da estrutura seguindo os seguintes passos:

- Fixar largura da comporta (em função do tipo de adução);
- Fixar altura da comporta (em função do tipo de adução).

Calcula-se a velocidade na comporta, conforme fórmula:

$$V = \frac{Q_{max}}{(L \times H)}$$

Onde:

- Q_{max} = vazão de engolimento (m³/s);
- V = velocidade na comporta (m/s);
- L = largura da comporta (m);
- H = Altura da comporta (m).

Determinada a largura, altura e velocidade das comportas e a quantidade, espaçamento e espessura das grades, foram calculadas as perdas de carga para cada elemento que compõem o sistema.

6.3.4.1.1 Estrutura

A perda de carga na estrutura da tomada d'água foi estimada pela seguinte fórmula (ELETROBRÁS, 2000).

$$h = k\frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h = perda de carga (m);
- V = velocidade do escoamento (m/s);
- G = aceleração da gravidade (m/s²);
- K = coeficiente de forma, que varia entre 0,01 e 0,1.

6.3.4.1.2 Grades

A perda de carga na grade da tomada d'água pode ser estimada utilizando-se a fórmula de Kirschmer (ELETROBRÁS, 2000).

$$h_g = k_g\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{4}{3}}\text{sen}\theta\frac{V_g^2}{2g}$$

Onde:

- h_g = perda na grade (m);
- b = espessura ou diâmetro das barras;
- a = espaçamento entre as barras;
- θ = inclinação da grade;
- V_g = velocidade junto à grade (m/s);
- k_g = coeficiente de perda de carga. Para dimensões retangulares, adota-se 2,42 e para dimensões circulares, adota-se 1,79.

6.3.4.1.3 Comportas

A perda de carga na comporta da tomada d'água foi estimada pela equação especificada nas Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000), descrita a seguir, onde a perda de carga é o produto de uma constante pela energia cinética do escoamento.

$$h = k\frac{V^2}{2g}$$

Onde:

h = perda de carga na comporta da tomada d'água (m);

V = velocidade do escoamento (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

k = coeficiente de perda de carga.

6.3.4.1.4 Resultado

Tabela 6.5: Dimensionamento da tomada d'água da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Nível D'Agua Montante	1.025,52	m
Nível D'Agua Fundo	1.023,82	m
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Altura da Tomada D'Agua	1,70	m
Largura da Tomada D'Agua	1,50	m
Velocidade na Tomada D'Agua	1,07	m/s
Altura da Comporta de Passagem	1,70	m
Largura da Comporta de Passagem	1,50	m
Número de Comportas	1	...
Velocidade de cada Comporta	1,07	m/s
Altura das Grades	1,70	m
Largura das Grades	1,70	m
Número de Grades	1	...
Espessuras das Barras - (b)	0,02	m
Espaçamento entre as barras - (a)	0,15	m
Número de Barras	10	...
Inclinação da Grade	80,00	°
Velocidade na Grade	1,07	m/s
Coeficiente de Forma (0,01 a 0,10) - (k)	0,10	...
Coef. das Grades (2,42 retangular e 1,79 circular)	2,42	...
Perda de Carga na Tomada D'Agua	0,0058	m
Perda de Carga nas Comportas	0,0058	m
Perda de Carga nas Grades	0,0095	m
Perda de Carga Total do Conjunto	0,0211	m

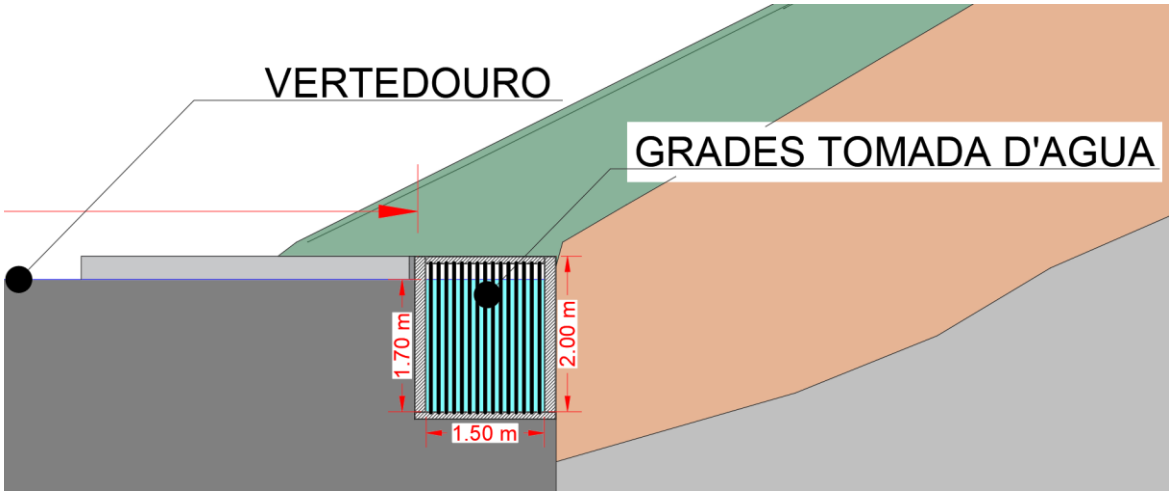


Figura 6.9: Tomada d'água CGH Gentil Amigo.

6.3.5 Sistema de Adução de Baixa Pressão

O canal adutor tem a função de conduzir a água da tomada d'água até a câmera de carga, de forma constante a regular, mantendo o fluxo necessário de operação das unidades geradoras que compõem o sistema de geração de energia hidráulica.

O seu dimensionamento teve como parâmetros básicos a vazão turbinada, a declividade, a velocidade máxima do fluxo de ordem 1,0 m/s e seção retangular pré-fabricada em concreto armado. Foi adotada altura da lâmina d'água de 1,70 metros para as condições normais de operação e a largura da base resultou em 1,50 metros. A declividade máxima admitida para o canal é de 0,0005 m/m.

No projeto foi considerado que o canal será revestido com uma manta impermeabilizante, para garantir a baixa rugosidade das paredes que o compõem, reduzindo o mínimo possível da perda de carga.

6.3.5.1 Dimensionamento

Calcula-se a velocidade da seção adotada, conforme fórmula:

$$Q_{max} = V_{max} \times A$$

Onde:

- Q_{max} = vazão de engolimento (m³/s);
- V_{max} = velocidade máxima (m/s);
- A = área da seção.

6.3.5.1.1 Perdas de Carga

Foram determinadas as perdas de carga no canal de adução através da fórmula de Chézy, exposta a seguir e sugerida nas Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000).

$$J = \frac{V^2}{C^2 \times R_h}$$

Onde:

- J = perda de carga unitária (m/Km);
- V = Velocidade média (m/s);
- C = coeficiente calculado utilizando-se a fórmula de Ganguillet e Kutter;
- R_h = Raio Hidráulico (m), que é igual à relação entre a área molhada e o perímetro molhado do canal.

6.3.5.1.2 Resultados

Tabela 6.6: Dimensionamento do sistema de adução de baixa pressão da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Nível D'Agua Montante	1.025,52	m
Nível D'Agua Fundo do Canal	1.023,82	m
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Altura Operacional	1,70	m
Largura mínima do Canal	1,50	m
Comprimento do Canal	1.080,70	m
Perímetro molhado do Canal	4,90	m
Área molhada do Canal	2,55	m²
Velocidade do Canal	1,07	m/s
Raio Hidráulico	0,52	m
Declividade do canal	0,05	%
Coeficiente de rugosidade	0,01	...
Coeficiente da Fórmula de Kutter	5,00	...
Perda de Carga do Canal	0,1045	m

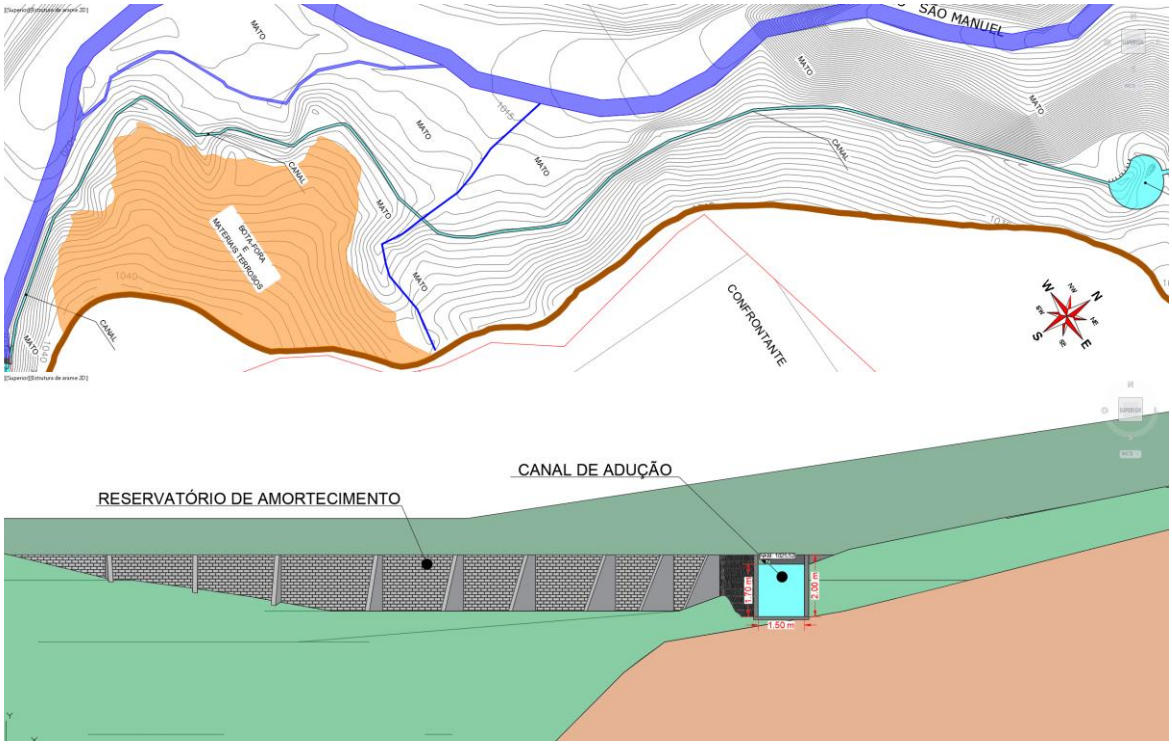


Figura 6.10: Sistema de adução de baixa pressão CGH Gentil Amigo.

A CGH Gentil Amigo conta com um extenso canal de adução, ao todo serão cerca de 1.080 metros de extensão aproximadamente, ao final do canal de adução, próximo a câmera de carga, foi projetado um reservatório de amortecimento, que terá como função conter o fluxo da água nos instantes seguintes do acionamento das turbinas, até o fluxo se estabilizar, o próprio relevo do local contribuirá com a formação do reservatório.

6.3.6 Câmara de Carga

A câmera de carga da CGH Gentil Amigo, faz a transição da água entre o sistema de baixa pressão, para o sistema de alta pressão. Conta com uma comporta ensecadeira para o caso de futuras manutenções nas unidades geradoras, uma grade fina para impedir que possíveis materiais possam obstruir ou danificar o conjunto de máquinas.

O içamento das comportas foi projetado para ser feito através de talhas elétricas presas a um pórtico metálico. Para as grades finas foi projetado um sistema hidráulico de limpeza, onde facilitara a remoção de possíveis resíduos, sendo descartados através de uma esteira em um local apropriado para remoção

O acesso até a câmera de carga será feito através de um caminho existente no local.

6.3.6.1 Dimensionamento

No seu dimensionamento foi considerada a vazão máxima de projeto e a velocidade máxima na grade fina na ordem de 1,00 m/s. Desta forma foram calculadas as comportas para obter-se as dimensões finais da estrutura. O Dimensionamento foi feito seguindo os seguintes passos:

- Fixar largura da comporta (em função do tipo de adução);
- Fixar altura da comporta (em função do tipo de adução);
- Determinar a submergência mínima do conduto.

Calcula-se a velocidade na comporta, conforme fórmula:

$$V = \frac{Q_{max}}{(L \times H)}$$

Onde:

- Q_{max} = vazão de engolimento (m³/s);
- V= velocidade na comporta (m/s);
- L = largura da comporta (m);
- H = Altura da comporta (m).

A submergência mínima para a câmara de carga captar a água e levar para conduto ou túnel a fim de evitar vórtices junto à estrutura, e dada conforme fórmula:

$$h_{af} = k \times v \times h_v^{0,5}$$

Onde:

- k (s/m) = valor de 0,545 para condições simétricas do fluxo e 0,725 para assimétrica;
- v (m/s) = velocidade média nesta seção;
- h_v (m) = mínima dimensão vertical na seção longitudinal da câmera de carga.

Determinada a largura e altura das comportas e submergência mínima para a câmara de carga, foram calculadas as perdas de carga para cada elemento que compõem o sistema.

6.3.6.1.1 Estrutura

A perda de carga na estrutura da câmera de carga foi estimada pela seguinte fórmula (ELETROBRÁS, 2000).

$$h = k\frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h= perda de carga (m);
- V = velocidade do escoamento (m/s);
- G = aceleração da gravidade (m/s²);
- K = coeficiente de forma, que varia entre 0,01 e 0,1.

6.3.6.1.2 Grades

A perda de carga na grade da câmara de carga pode ser estimada utilizando-se a fórmula de Kirschmer (ELETROBRÁS, 2000).

$$h_g = k_g \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{4}{3}} sen\theta \frac{V_g^2}{2g}$$

Onde:

- h_g = perda na grade (m);
- b = espessura ou diâmetro das barras;
- a = espaçamento entre as barras;
- θ = inclinação da grade;
- V_g = velocidade junto à grade (m/s);
- k_g = coeficiente de perda de carga. Para dimensões retangulares, adota-se 2,42 e para dimensões circulares, adota-se 1,79.

6.3.6.1.3 Comportas

A perda de carga na comporta da câmara de carga foi estimada pela equação especificada nas Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000), descrita a seguir, onde a perda de carga é o produto de uma constante pela energia cinética do escoamento.

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h = perda de carga na comporta (m);
- V = velocidade do escoamento (m/s);
- g = aceleração da gravidade (m/s²);
- k = coeficiente de perda de carga.

Tabela 6.7: Dimensionamento da câmera de carga da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Nível D'Agua Montante	1.025,52	m
Nível D'Agua Fundo	1.022,52	m
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Altura da Câmara de carga	3,00	m
Largura da Câmara de carga	2,00	m
Velocidade na Câmara de carga	0,45	m/s
Altura da Comporta de Passagem	3,00	m
Largura da Comporta de Passagem	2,00	m
Número de Comportas	1	...
Velocidade de cada Comporta	0,45	m/s
Altura das Grades	3,00	m

Característica	Valor	Medida
Largura das Grades	2,00	m
Número de Grades	1	...
Espessuras das Barras - (b)	0,00953	m
Espaçamento entre as barras - (a)	0,08	m
Número de Barras	22	...
Inclinação da Grade	75,00	°
Velocidade na Grade	0,51	m/s
Coeficiente de Forma (0,01 a 0,10) - (k)	0,10	...
Coef. das Grades (2,42 retangular e 1,79 circular)	2,42	...
Perda de Carga na Câmara de Carga	0,00105	m
Perda de Carga nas Comportas	0,00105	m
Perda de Carga nas Grades	0,00180	m
Perda de Carga Total do Conjunto	0,00391	m

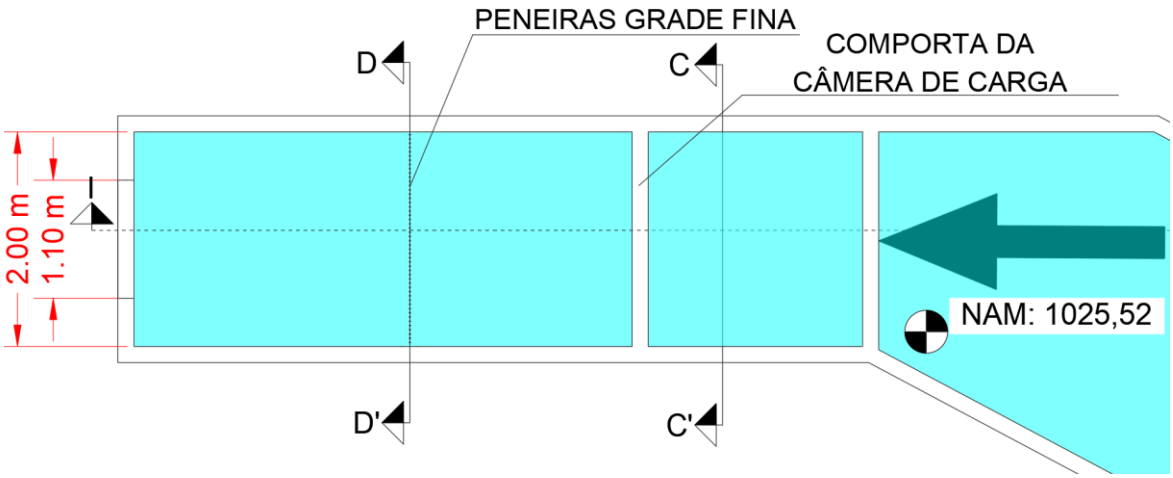


Figura 6.11: Câmera de carga da CGH Gentil Amigo.

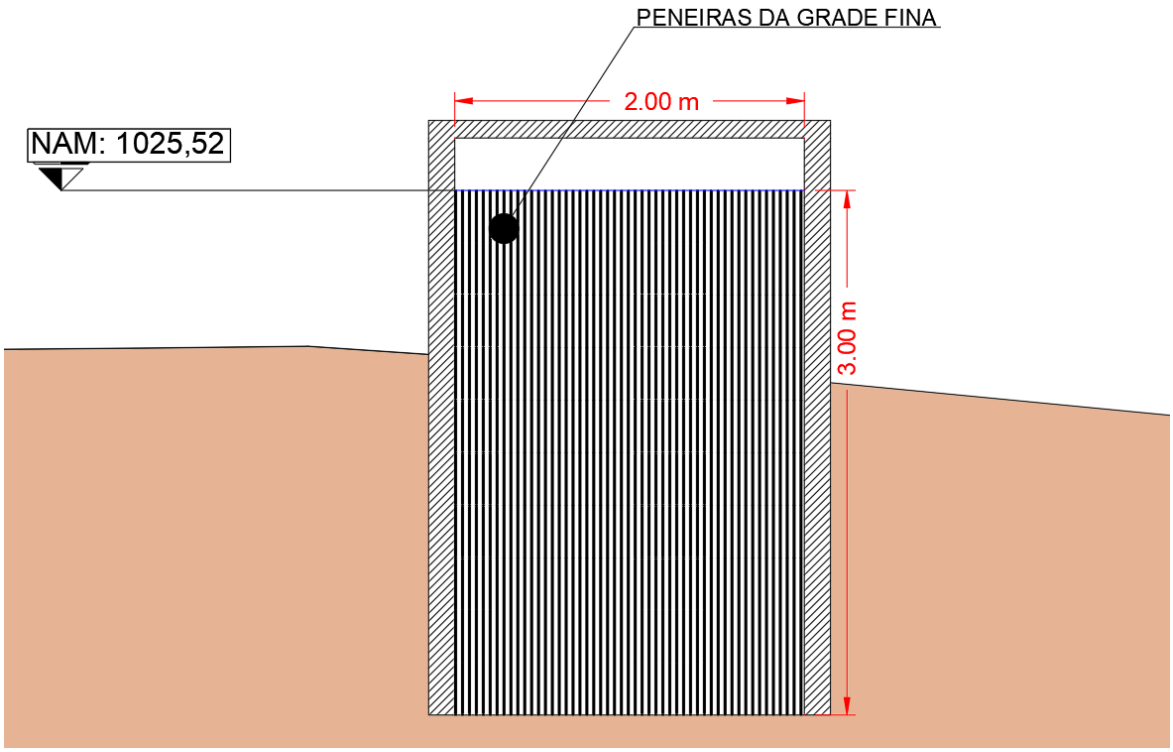


Figura 6.12: Detalhe das peneiras da câmera de carga da CGH Gentil Amigo.

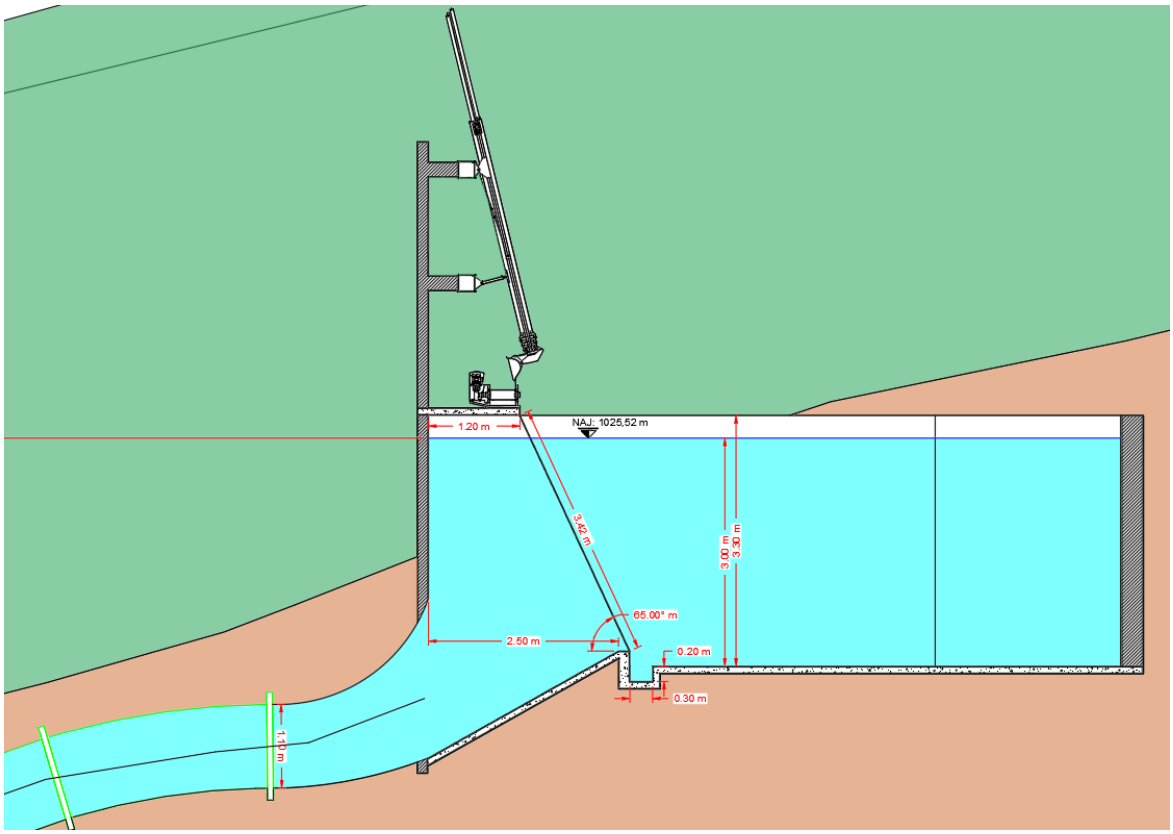


Figura 6.13: Corte longitudinal da câmera de carga da CGH Gentil Amigo

6.3.7 Conduto Forçado

O conduto forçado conduz a água da tomada d'agua para as turbinas e consiste em um sistema de alta pressão. O cálculo deste conduto é feito, buscando-se o diâmetro com maior economia. O diâmetro econômico é geralmente aquele para o qual a relação custo-benefício é máxima, ou seja, é necessário saber qual a dimensão que melhor atende ao sistema do empreendimento.

Na CGH Gentil Amigo foi projetado apenas um conduto forcado, mas que ao final chegando próximo à casa de máquinas, se divide em dois para atender as duas unidades geradoras (Figura 6.14 e Figura 6.15).

6.3.7.1 Dimensionamento

O diâmetro econômico é calculado pela fórmula de Bondshu:

$$D_e = 127 \times \sqrt[7]{\frac{Q^3}{H_1}}$$

Onde:

- D_e =diâmetro econômico (cm);
- Q = vazão máxima (m³/s);
- H_1 = altura de pressão máxima atuante sobre o conduto (m).

Após o cálculo do diâmetro econômico é importante que se verifique a velocidade através da fórmula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi D_e^2}{4}$$

Onde:

- V = velocidade (m/s);
- A = área da seção do conduto (m²).

Os valores de velocidade devem estar de acordo com a Tabela 6.8:

Tabela 6.8: Valores de velocidade máxima de condutos.

Material	$V_{máx}$ admissível (m/s)
Aço	5,0
Concreto	3,0

Em seguida calculam-se as perdas de cagar para cada elemento do sistema de alta pressão.

6.3.7.1.1 Na Entrada do Conduto

As Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000), sugerem que as perdas na entrada do conduto sejam calculadas pela seguinte fórmula:

$$h_e = k_e \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h_e = perda de carga na entrada do conduto (m);
- V = velocidade do escoamento (m/s);
- g = aceleração da gravidade (m/s²);
- k_e = coeficiente de perda de carga na entrada do conduto conforme o tipo de entrada da tubulação: 0,78 para saliente interno, 0,04 para boca em campânula, 0,50 para aresta viva e 0,23 para aresta ligeiramente arredondada.

6.3.7.1.2 Por Atrito

Para cálculo da perda de carga por atrito nas paredes da tubulação, utilizou-se a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning, descrita na 8ª edição do Manual de Hidráulica do autor Azevedo Netto.

$$J = 1000 \left[\frac{V \times n}{\left(\frac{\emptyset_1}{4}\right)^{\frac{2}{3}}} \right]$$

Onde:

- J = perda de carga unitária (m/Km)
- V = Velocidade de escoamento na tubulação (m/s);
- n = coeficiente de Manning;
- $\emptyset_1$ = Diâmetro da tubulação (m).

6.3.7.1.3 Nas Curvas

As Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000) sugerem que as perdas nas curvas do conduto sejam calculadas pela seguinte fórmula:

$$h_c = k_c \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h_c = perda de carga nas curvas do conduto (m);
- V = velocidade do escoamento (m/s);

- g = aceleração da gravidade (m/s²);
- k_c = coeficiente de perda de carga nas curvas do conduto, que varia com o valor do ângulo de deflexão da curva.

6.3.7.1.4 Na Válvula Borboleta

A perda de carga na válvula borboleta foi estimada a partir da seguinte equação:

$$h_b = k_b \times \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

- h_b = perda de carga na válvula borboleta;
- k_b = coeficiente de perda de carga na válvula borboleta;
- g = aceleração da gravidade (m/s²);
- V = velocidade na válvula borboleta.

Tabela 6.9: Dimensionamento conduto forcado CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Número de condutos	1	...
Vazão de cada conduto	2,73	m³/s
Comprimento de cada conduto	175,00	m
Altura de pressão máx. (borda livre e turbina)	52,32	m
Diâmetro Econômico do Conduto	1,08	m
Diâmetro Escolhido para cada conduto	1,20	m
Velocidade de cada Conduto	2,41	m/s
Número de curvas	3	unidade
Ke (coef. perda carga entrada)	0,04	...
ka (coeficiente do tipo de tubulação) Tabela 6.5	0,32	...
Kc (coeficiente de perda de carga na curva) Tabela 6.6	0,06	...
Kb (coeficiente válvula borboleta)	0,10	...
Velocidade na válvula borboleta	2,65	m/s
Perda de carga unitária	0,63037	m
Perda de carga na entrada	0,01184	m
Perda de Carga nas Curvas	0,05327	m
Perda de Carga na Válvula Borboleta	0,03581	m
Perda de Carga Total do Conjunto	0,73129	m

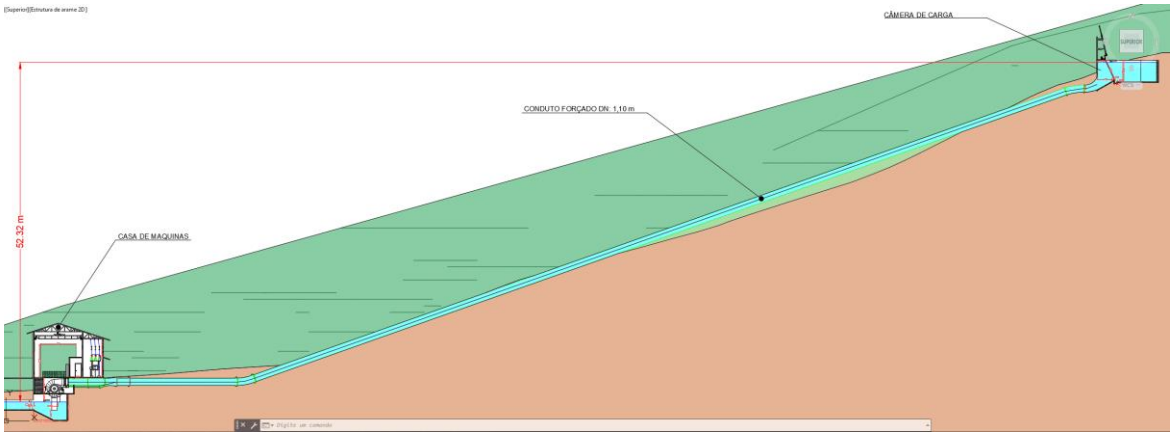


Figura 6.14: Conduto forcado da CGH Gentil Amigo.

6.3.8 Casa de Força

A casa de força ou casa de máquinas da CGH Gentil Amigo terá capacidade para suportar 2 unidades geradoras, que em conjunto somam 1,00 MW de potência instalada, com vazão de engolimento de 2,73 m³/s no conjunto. Esta estrutura foi projetada com os seguintes ambientes, área de montagem, sala de máquinas, sala de comando, cozinha, WC e sala de baterias e deverá suportar, abrigar e proteger os conjuntos turbina-gerador, painéis elétricos, auxiliares elétricos e mecânicos e todo o sistema de controle e automação da CGH. Os transformadores das unidades geradoras serão junto da casa de máquinas, conforme a Figura 6.15:

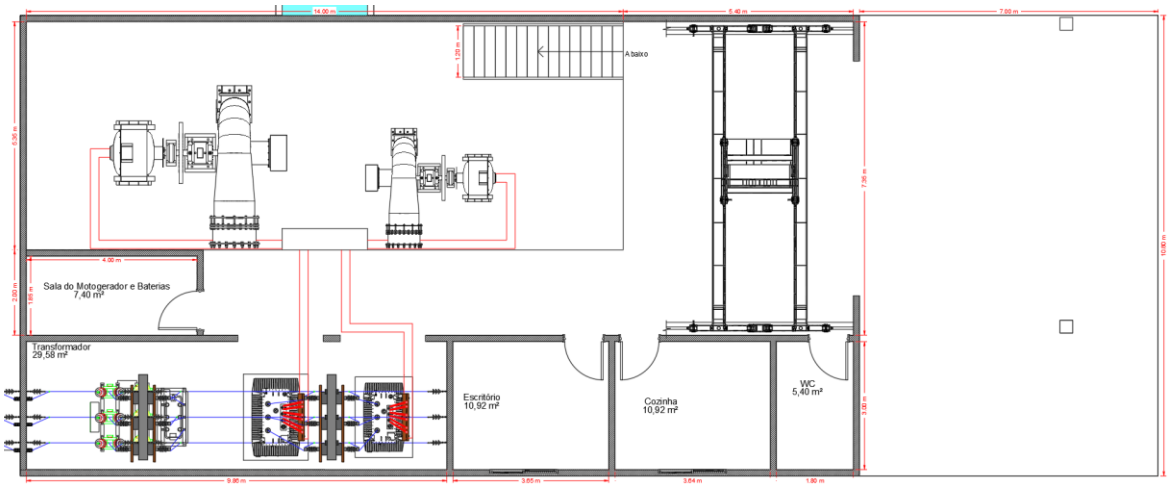


Figura 6.15: Casa de máquinas da CGH Gentil Amigo.

O local escolhido para sua implantação foi considerado como um bom custo-benefício, com menor impacto ambiental, onde será possível aproveitar o máximo de desnível que o relevo da área estudada veio a oferecer, de fácil acesso e seguro para futuras enchentes que possam vir atingir o local. Mais detalhes estão descritos no item 7 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS.

A seguir apresentam-se as coordenadas e características do eixo de interesse:

- Casa de Força:

- Latitude: 26°20'33.22"S
- Longitude: 51°20'53.86"O

Tabela 6.10: Características principais da CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Tipo de turbina	Francis	
Potência instalada	1,00	MW
Potência turbina 01	0,40	MW
Potência turbina 02	0,60	MW
Vazão de engolimento máximo	2,73	m³/s
Vazão turbina 01	1,09	m³/s
Vazão turbina 02	1,64	m³/s
Fator de potência	0,55	

6.3.9 Canal de Restituição

O canal de restituição ou canal de fuga da CGH Gentil Amigo foi projeto para suportar a vazão máxima turbinada, das duas unidades geradores que compõem o sistema de geração de energia elétrica.

As perdas de carga no canal de fuga foram determinadas a partir da fórmula de Chézy, exposta a seguir e que também está sugerida nas Diretrizes para estudos e projetos de PCH's (ELETROBRÁS, 2000).

$$J = \frac{V^2}{C^2 \times R_h}$$

Onde:

- J = perda de carga unitária (m/Km);
- V = Velocidade média (m/s);
- C = coeficiente calculado utilizando-se a fórmula de Ganguillet e Kutter;
- R_h = Raio Hidráulico (m), que é igual à relação entre a área molhada e o perímetro molhado do canal.

Tabela 6.11: Dimensionamento canal de fuga CGH Gentil Amigo.

Característica	Valor	Medida
Nível D'Agua Jusante	973,20	m
Nível D'Agua Fundo do Canal	972,00	m
Altura Nível D'Água	1,20	m
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Largura mínima do Canal	2,00	m
Comprimento do Canal	11,50	m
Perímetro molhado do Canal	4,40	m
Área molhada do Canal	2,40	m²
Velocidade do Canal	1,14	m/s

Característica	Valor	Medida
Raio Hidráulico	0,55	m
Declividade do canal	0,32	%
Coeficiente de rugosidade (TABELA 01)	0,01	...
Coeficiente da Fórmula de Kutter	5,19	...
Perda de Carga do Canal	0,001	m

6.3.10 Trecho de Vazão Reduzida

A CGH Gentil Amigo foi projeta com o formato de usina a fio d'água, pois sua barragem existente a mais de 50 anos, fez com que seu reservatório se tornasse parte do caminho natural do rio. Porém com a implantação da CGH Gentil Amigo, parte do rio ficara com um trecho de vazão reduzida, sendo necessário preservar a vazão sanitária ou vazão remanescente do rio neste trecho de vazão reduzida.

O trecho de vazão reduzida da CGH Gentil Amigo terá uma extensão de 1.295,00 metros (Figura 6.16), a vazão remanescente calculada para este trecho seguindo as exigências da ANEEL, foi de 0,20 m³/s (Tabela 6.12). Para manter este fluxo de água no rio durante todo o tempo de operação da usina, foram projetadas aberturas na barragem, garantindo assim a manutenção deste fluxo.

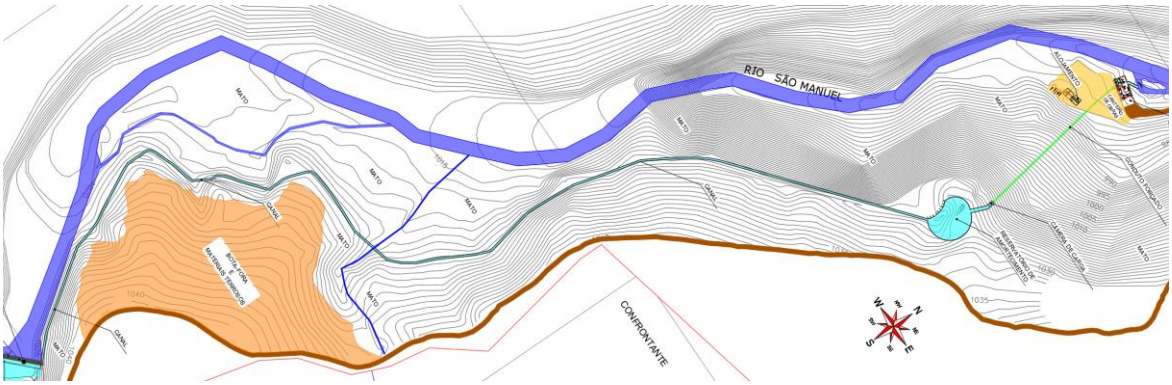


Figura 6.16: Trecho de vazão reduzida da CGH Gentil Amigo.

Tabela 6.12: Permanência da vazão da CGH Gentil Amigo.

Permanência	Vazão de Permanência (m³/s)	Vazão Turbinada (m³/s)	Vazão Média de Longo Termo (QMLT) - (m³/s)	Vazão Sanitária (m³/s)
1%	11,98	2,73	1,80	0,20
5%	5,43	2,73	1,80	0,20
10%	3,59	2,73	1,80	0,20
15%	2,82	2,73	1,80	0,20
20%	2,31	2,73	1,80	0,20
25%	1,97	2,73	1,80	0,20
30%	1,71	2,73	1,80	0,20
35%	1,54	2,73	1,80	0,20
40%	1,39	2,73	1,80	0,20
45%	1,23	2,73	1,80	0,20

Permanência	Vazão de Permanência (m³/s)	Vazão Turbinada (m³/s)	Vazão Média de Longo Termo (QMLT) - (m³/s)	Vazão Sanitária (m³/s)
50%	1,10	2,73	1,80	0,20
55%	1,02	2,73	1,80	0,20
60%	0,93	2,73	1,80	0,20
65%	0,82	2,73	1,80	0,20
70%	0,76	2,73	1,80	0,20
75%	0,69	2,73	1,80	0,20
80%	0,62	2,73	1,80	0,20
85%	0,55	2,73	1,80	0,20
90%	0,48	2,73	1,80	0,20
95%	0,38	2,73	1,80	0,20
100%	0,10	2,73	1,80	0,20

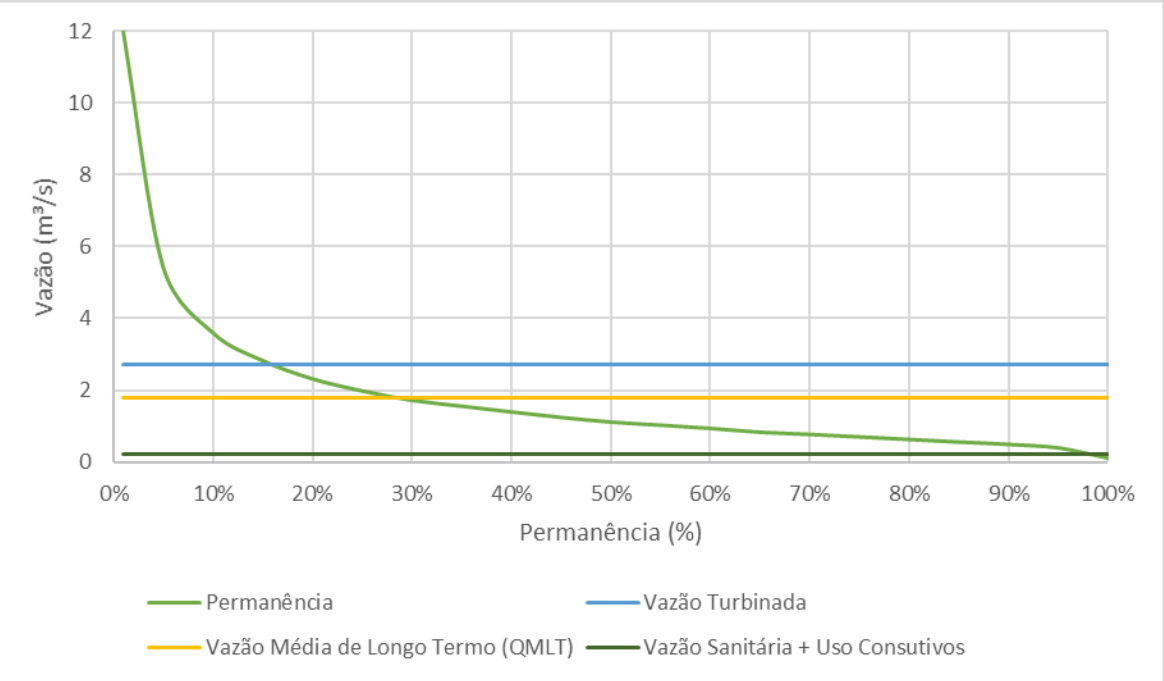
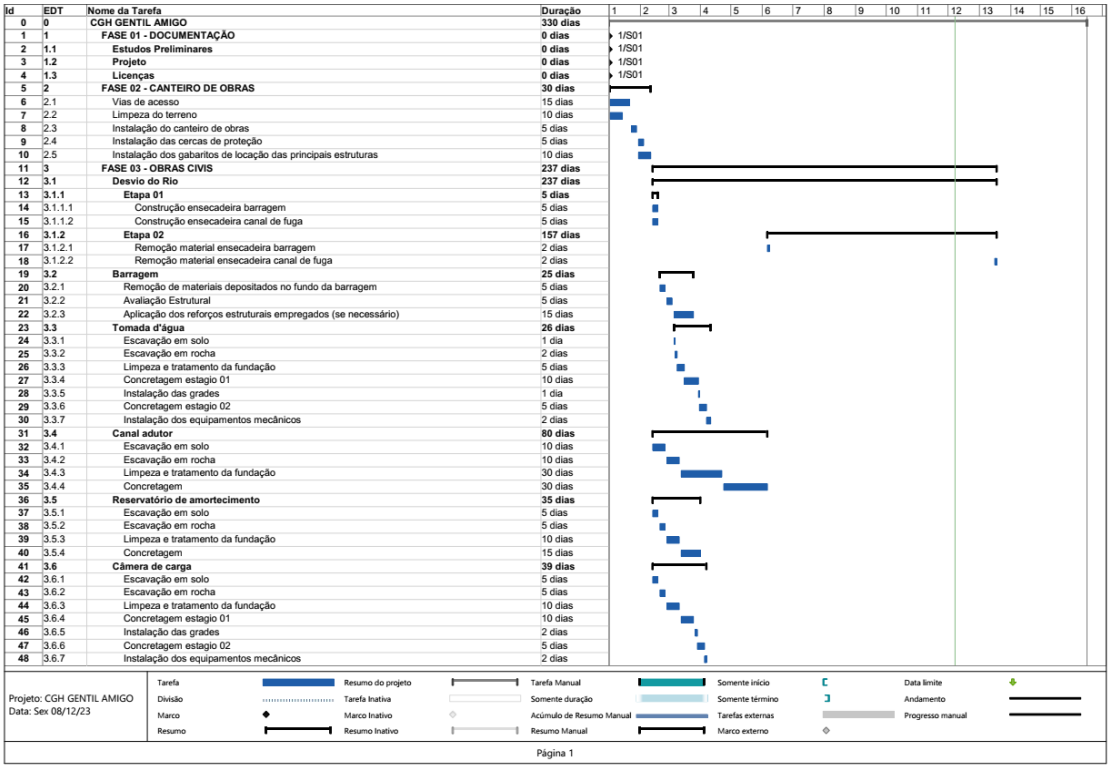


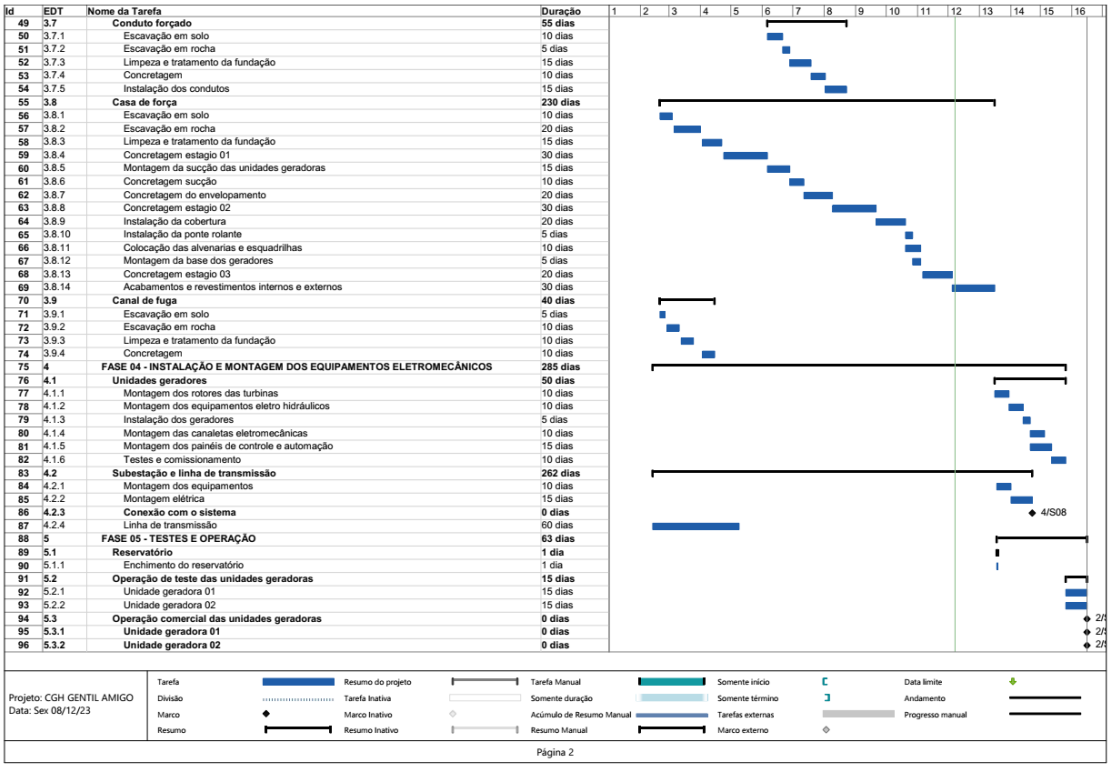
Figura 6.17: Permanência da vazão da CGH Gentil Amigo.

6.3.11 Cronograma de Implantação

Apresentado na Figura 6.18 no **Anexo 2 – Cronograma de instalação**.



Id	EDT	Nome da Tarefa	Duração
0	0	CGH GENTIL AMIGO	330 dias
1	1	FASE 01 - DOCUMENTAÇÃO	0 dias
2	1.1	Estudos Preliminares	0 dias
3	1.2	Projeto	0 dias
4	1.3	Licenças	0 dias
5	2	FASE 02 - CANTEIRO DE OBRAS	30 dias
6	2.1	Vias de acesso	15 dias
7	2.2	Limpeza do terreno	10 dias
8	2.3	Instalação do canteiro de obras	5 dias
9	2.4	Instalação das cercas de proteção	5 dias
10	2.5	Instalação dos gabaritos de locação das principais estruturas	10 dias
11	3	FASE 03 - OBRAS CIVIS	237 dias
12	3.1	Desvio do Rio	237 dias
13	3.1.1	Etapa 01	5 dias
14	3.1.1.1	Construção ensecadeira barragem	5 dias
15	3.1.1.2	Construção ensecadeira canal de fuga	5 dias
16	3.1.2	Etapa 02	157 dias
17	3.1.2.1	Remoção material ensecadeira barragem	2 dias
18	3.1.2.2	Remoção material ensecadeira canal de fuga	2 dias
19	3.2	Barragem	25 dias
20	3.2.1	Remoção de materiais depositados no fundo da barragem	5 dias
21	3.2.2	Avaliação Estrutural	5 dias
22	3.2.3	Aplicação dos reforços estruturais empregados (se necessário)	15 dias
23	3.3	Tomada d'água	26 dias
24	3.3.1	Escavação em solo	1 dia
25	3.3.2	Escavação em rocha	2 dias
26	3.3.3	Limpeza e tratamento da fundação	5 dias
27	3.3.4	Concretagem estagio 01	10 dias
28	3.3.5	Instalação das grades	1 dia
29	3.3.6	Concretagem estagio 02	5 dias
30	3.3.7	Instalação dos equipamentos mecânicos	2 dias
31	3.4	Canal adutor	80 dias
32	3.4.1	Escavação em solo	10 dias
33	3.4.2	Escavação em rocha	10 dias
34	3.4.3	Limpeza e tratamento da fundação	30 dias
35	3.4.4	Concretagem	30 dias
36	3.5	Reservatório de amortecimento	35 dias
37	3.5.1	Escavação em solo	5 dias
38	3.5.2	Escavação em rocha	5 dias
39	3.5.3	Limpeza e tratamento da fundação	10 dias
40	3.5.4	Concretagem	15 dias
41	3.6	Câmera de carga	39 dias
42	3.6.1	Escavação em solo	5 dias
43	3.6.2	Escavação em rocha	5 dias
44	3.6.3	Limpeza e tratamento da fundação	10 dias
45	3.6.4	Concretagem estagio 01	10 dias
46	3.6.5	Instalação das grades	2 dias
47	3.6.6	Concretagem estagio 02	5 dias
48	3.6.7	Instalação dos equipamentos mecânicos	2 dias



Id	EDT	Nome da Tarefa	Duração
49	3.7	Conduto forçado	55 dias
50	3.7.1	Escavação em solo	10 dias
51	3.7.2	Escavação em rocha	5 dias
52	3.7.3	Limpeza e tratamento da fundação	15 dias
53	3.7.4	Concretagem	10 dias
54	3.7.5	Instalação dos condutos	15 dias
55	3.8	Casa de força	230 dias
56	3.8.1	Escavação em solo	10 dias
57	3.8.2	Escavação em rocha	20 dias
58	3.8.3	Limpeza e tratamento da fundação	15 dias
59	3.8.4	Concretagem estagio 01	30 dias
60	3.8.5	Montagem da sucção das unidades geradoras	15 dias
61	3.8.6	Concretagem sucção	10 dias
62	3.8.7	Concretagem do envelopamento	20 dias
63	3.8.8	Concretagem estagio 02	30 dias
64	3.8.9	Instalação da cobertura	20 dias
65	3.8.10	Instalação da ponte rolante	5 dias
66	3.8.11	Colocação das alvenarias e esquadrilhas	10 dias
67	3.8.12	Montagem da base dos geradores	5 dias
68	3.8.13	Concretagem estagio 03	20 dias
69	3.8.14	Acabamentos e revestimentos internos e externos	30 dias
70	3.9	Canal de fuga	40 dias
71	3.9.1	Escavação em solo	5 dias
72	3.9.2	Escavação em rocha	10 dias
73	3.9.3	Limpeza e tratamento da fundação	10 dias
74	3.9.4	Concretagem	10 dias
75	4	FASE 04 - INSTALAÇÃO E MONTAGEM DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS	285 dias
76	4.1	Unidades geradores	50 dias
77	4.1.1	Montagem dos rotores das turbinas	10 dias
78	4.1.2	Montagem dos equipamentos eletro hidráulicos	10 dias
79	4.1.3	Instalação dos geradores	5 dias
80	4.1.4	Montagem das canaletas eletromecânicas	10 dias
81	4.1.5	Montagem dos painéis de controle e automação	15 dias
82	4.1.6	Testes e comissionamento	10 dias
83	4.2	Subestação e linha de transmissão	262 dias
84	4.2.1	Montagem dos equipamentos	10 dias
85	4.2.2	Montagem elétrica	15 dias
86	4.2.3	Conexão com o sistema	0 dias
87	4.2.4	Linha de transmissão	60 dias
88	5	FASE 05 - TESTES E OPERAÇÃO	63 dias
89	5.1	Reservatório	1 dia
90	5.1.1	Enchimento do reservatório	1 dia
91	5.2	Operação de teste das unidades geradoras	15 dias
92	5.2.1	Unidade geradora 01	15 dias
93	5.2.2	Unidade geradora 02	15 dias
94	5.3	Operação comercial das unidades geradoras	0 dias
95	5.3.1	Unidade geradora 01	0 dias
96	5.3.2	Unidade geradora 02	0 dias

Figura 6.18: Cronograma de implantação da CGH Gentil Amigo.

6.3.12 Linha de Transmissão

Para a linha de transmissão, foi feito uma consulta junto ao órgão que fiscaliza e regulamenta e transmissão e geração de energia elétrica do estado do Paraná. Órgão este denominado de COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica, cujo resultado foi:

> *"Opção indicada para a conexão da CGH GENTIL AMIGO, através de linha expressa em 34,5 kV (10,0 km), até a subestação General Carneiro 138 kV, atende a todos os critérios técnicos estabelecidos de planejamento e expansão do sistema elétrico da COPEL (NTC905100). Para tal serão necessárias as obras de conexão listadas no item 3.2., bem como a contratação dos serviços de engenharia listados no item 4.1. cujo ônus de ambos é integral do acessante".*

Mais detalhes do pedido e resultado proposto podem ser visualizados no **Anexo 3 – Parecer COPEL**.

6.3.13 Sistemas e Obras de Suporte

6.3.12.1 Canteiro de Obras

Devido à uma boa topografia local o canteiro de obras será instalado junto a usina, com fácil acesso ao local da obra (Figura 6.19). Para dar acesso a construção será aberta uma via de acesso entre a estrada local, o canteiro e o aproveitamento, permitindo que todo o material, equipamentos e mão de obra cheguem ao local.

Foi realizado um planejamento detalhado do canteiro de obras. Entre suas principais instalações, destacam-se:

- Pátio para estacionamento;
- Escritório principal para apoio à engenharia e frentes de trabalho;
- Refeitório;
- Área de Lazer;
- Bancada de carpintaria;
- Local para armação;
- Depósito de materiais;
- Estrutura para montagem de equipamentos mecânicos;
- Local equipado com instrumentos de primeiros socorros;
- Sistema de água potável;
- Sistema de energia elétrica;
- Sistema de saneamento básico;
- Local de bota fora;
- Almoxarifado.

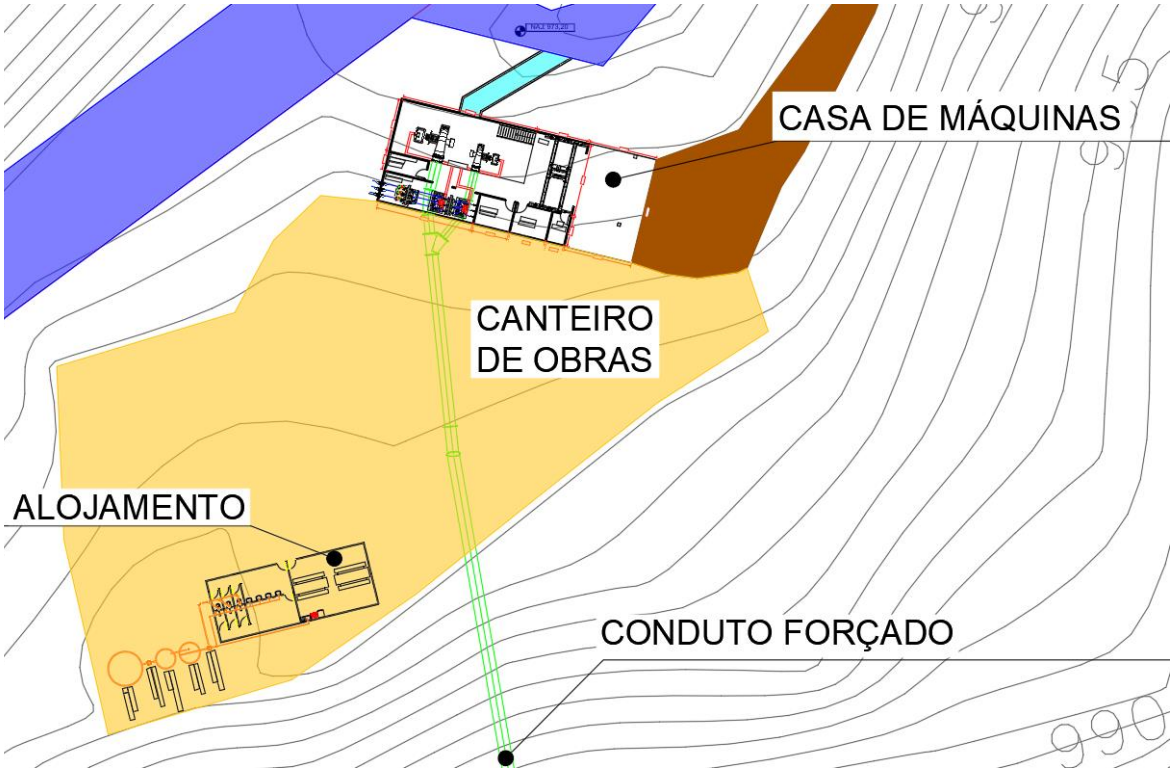


Figura 6.19: Canteiro de obras da CGH Gentil Amigo.

Para a contratação de mão-de-obra de serviços não especializados deverá ser dada preferência ao pessoal residente na localidade, com a finalidade de minimizar a construção de alojamentos e fomentar o desenvolvimento de empregos na região.

Devido à necessidade de água potável para consumo humano é prevista a execução de um poço artesiano, o qual fornecerá também água para concreto. Sendo também necessária a construção de um sistema de esgoto tratado para ser utilizado no canteiro de obra.

Se necessária, deverão ser recuperados os acessos viários existentes, levando-se em consideração as frentes de serviço, o canteiro de obras e demais dependências.

6.3.12.2 Jazidas

Neste item buscou-se apresentar os principais fornecedores, extratores de matéria prima e jazidas encontrados na região da CGH Gentil Amigo. No caso do aço e do ferro a região não produz esse tipo de material e terá que ser trazido de fora.

Apesar da lista apresentada na Tabela 6.13, não significa que a CGH Gentil Amigo irá trabalhar com estes fornecedores e sim aquele que porvir de um melhor custo garantindo qualidade.

Tabela 6.13: Lista de fornecedores e jazidas para a CGH Gentil Amigo.

Fornecedor	Material	Endereço	Contato
Compensa Mineradora LTDA	Concreto	União da Vitória - PR	(42) 9800-3998

Fornecedor	Material	Endereço	Contato
Hobi S/A Mineração de Areia e Concreto - UVA	Concreto / Areia	União da Vitória - PR	(42) 3521-1934
Hobi S/A Mineração de Areia e Concreto	Areia	Paula Freitas - PR	(41) 3521-1983
GR Extração de Areia	Areia	União da Vitória - PR	(42) 3522-1635
Kerber e CIA LTDA	Pedra brita e material britado	Porto União - SC	(42) 3135-4350
Kerber Pré-moldados LTDA	Pré-moldados	Porto União - SC	(42) 3522-4933
Gerdau Aços Longos SA	Ferro / Aço	Araçariguama - SP / Sapucaia do Sul - RS	(46) 3225-3060
Rampom Madeiras	Madeira	General Carneiro - PR	(42) 3552-1446

6.3.12.3 Áreas de Empréstimo e Bota-fora

As áreas destinadas à bota-fora foram escolhidas em função da topografia e tipo de substrato no local do empreendimento (Figura 6.20). Quanto ao suprimento de materiais serão utilizados os municípios da região.

Os materiais de construção necessários para a obra como brita e solo, serão oriundos das escavações e das áreas de empréstimos. O material excedente das escavações das estruturas poderá ser transformado em áreas de bota-fora, ou doados para as prefeituras da região para utilização em rodovias, obras de aterro, britagem etc.



Figura 6.20: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo.

6.3.12.4 Pátio de Madeira

A CGH Gentil Amigo contara com um pátio de madeira junto do canteiro de obas, será reservado um espaço ideal no local, para não haver contaminação da madeira com outros produtos presentes no canteiro de obras.

6.3.12.5 Alojamento

O empreendimento fica próximo ao município de General Carneiro – PR. Por esta razão não se faz desnecessária a construção de grandes alojamentos no canteiro, podendo o empreendedor locar ou adquirir residências nas proximidades dos locais citados e nas comunidades rurais da região.

No canteiro de obras da CGH Gentil Amigo foi previsto um alojamento com área de cozinha, refeição e descanso para os operários que estiverem executando a obra. O alojamento contara também com um banheiro de uso coletivo, com chuveiro e sanitários (Figura 6.21).



Figura 6.21: Alojamento da CGH Gentil Amigo.

6.4 MAPAS DO EMPREENDIMENTO

6.4.1 Área Afetivamente Alagada

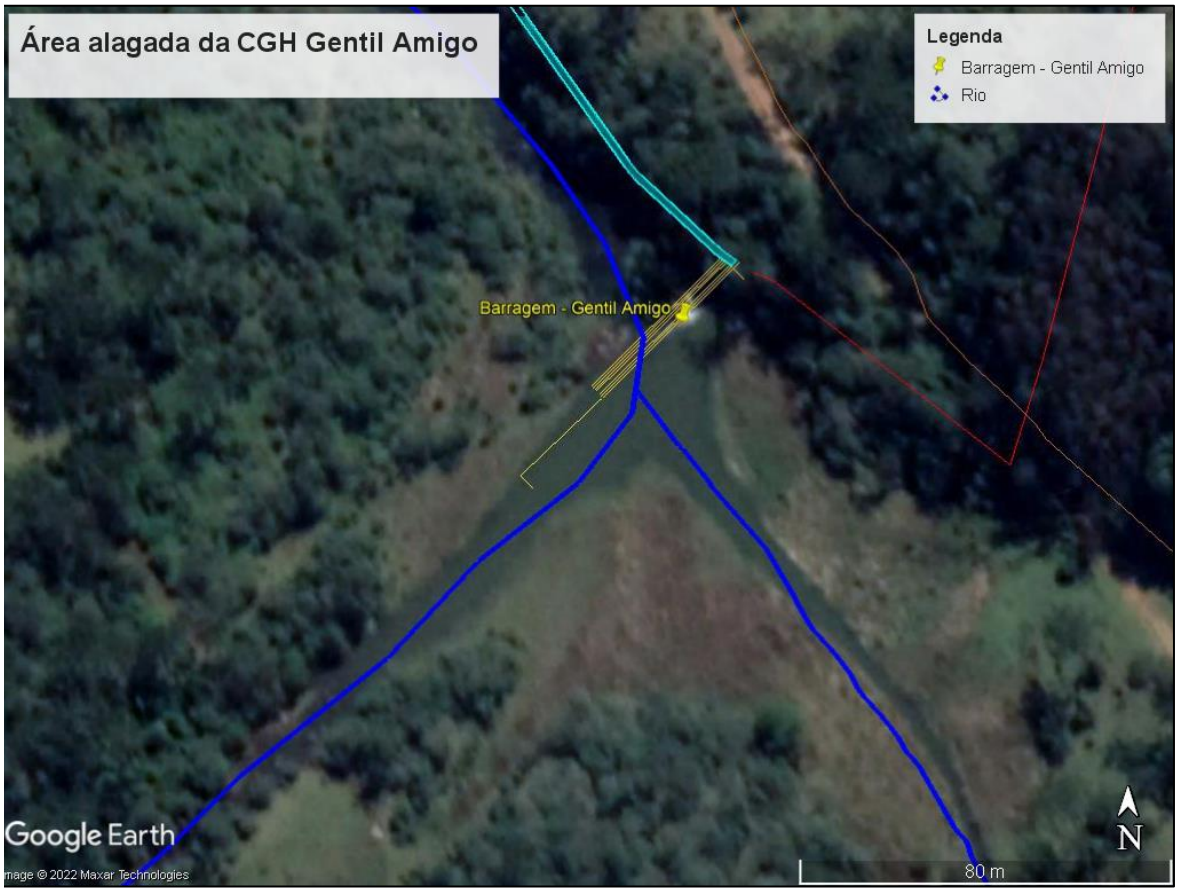


Figura 6.22: Área alagada da CGH Gentil Amigo.

6.4.2 Reservatório

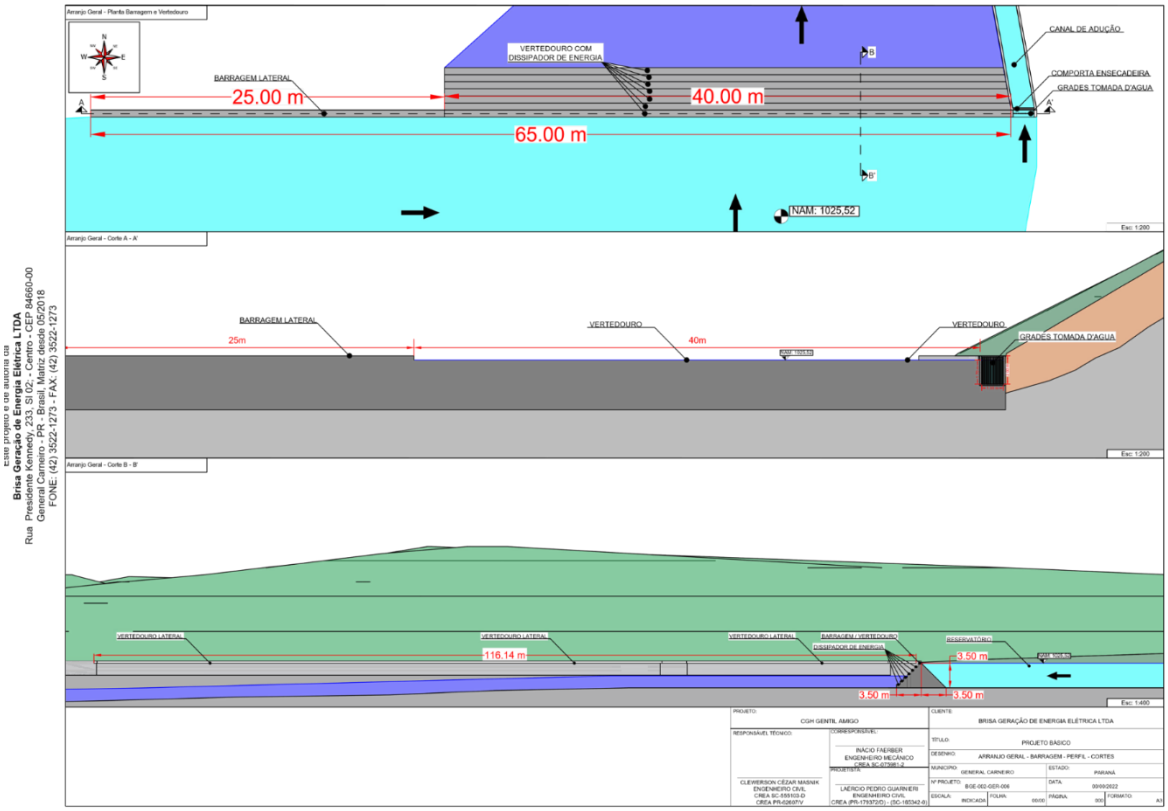


Figura 6.23: Reservatório da CGH Gentil Amigo.

6.4.3 Canal

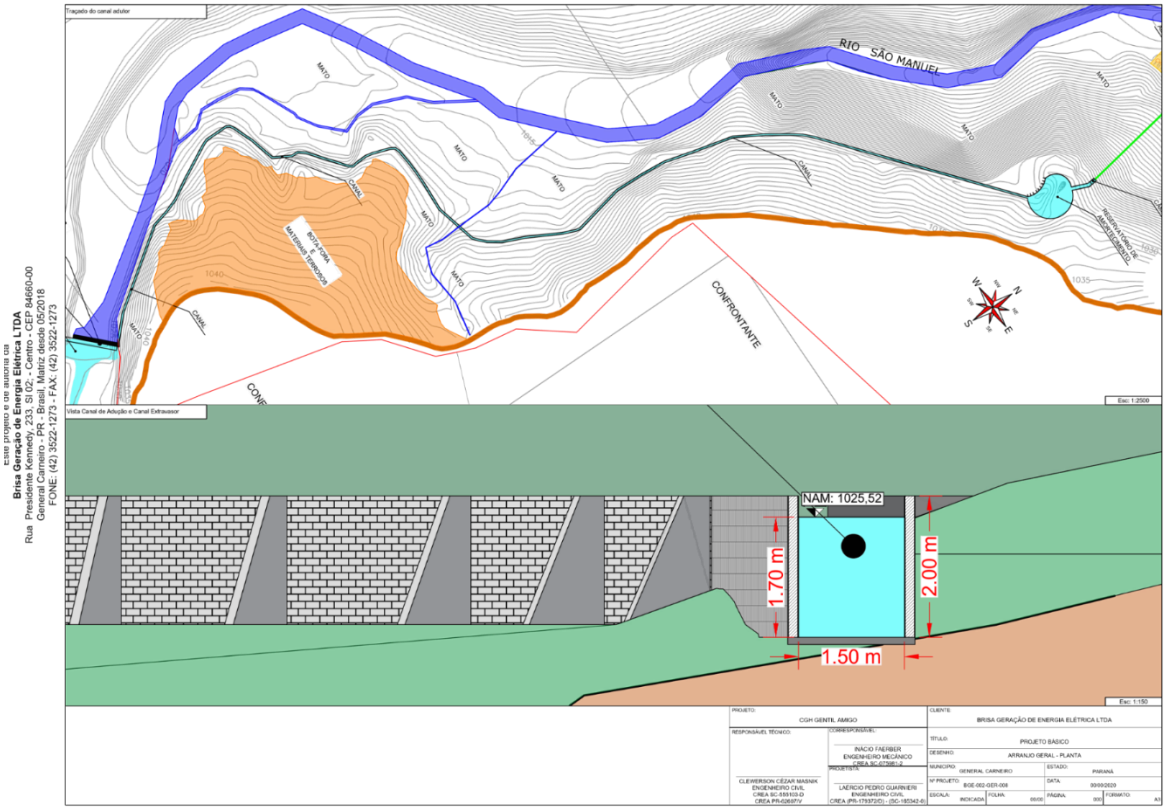


Figura 6.24: Canal adutor da CGH Gentil Amigo.

6.4.4 Acessos a Construir

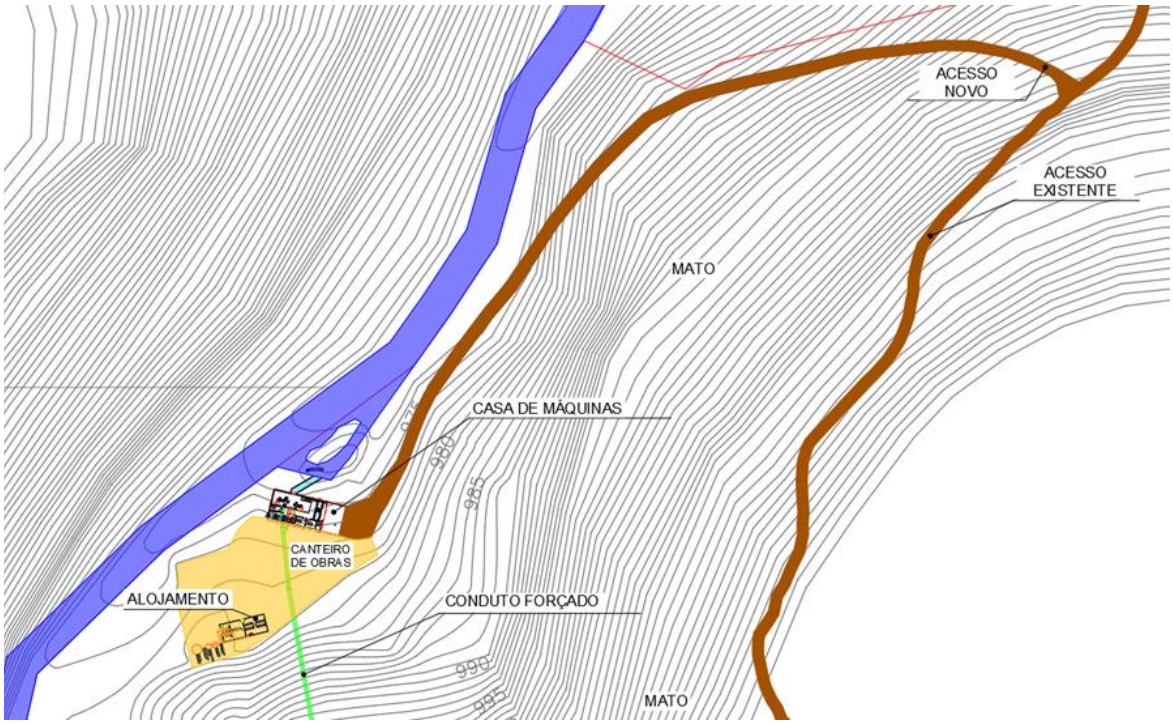


Figura 6.25: Acesso a construir na CGH Gentil Amigo.

6.4.5 Acessos Existentes



Figura 6.26: Acesso existente para o local da CGH Gentil Amigo.

6.4.6 Áreas de Empréstimo e Bota-fora/Bota-espera

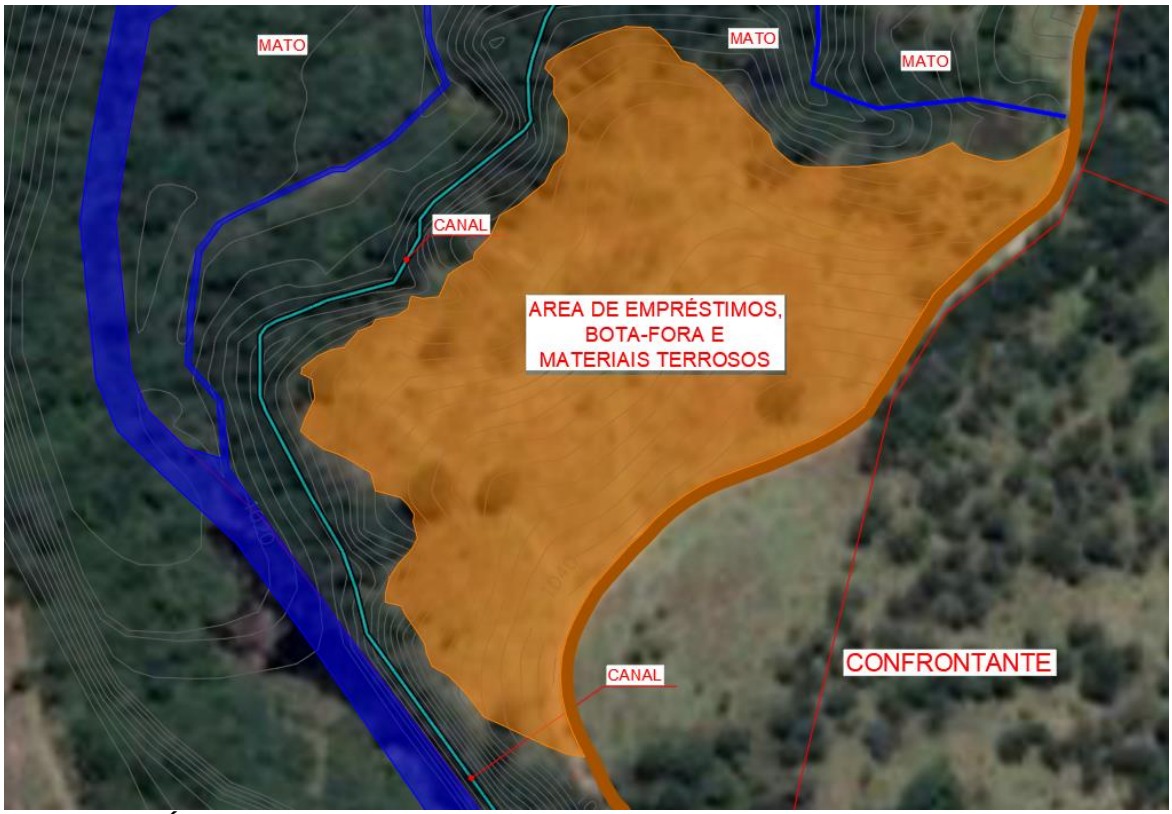


Figura 6.27: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo.

6.4.6 Vazão por Trecho do TVR

A vazão por trecho de vazão reduzida foi calculada através da curva de permanecia gerada para a CGH Gentil Amigo no estudo hídrico. Foi realizada a medição da área do trecho com vazão reduzida, onde este trecho foi dividido em 4 partes, resultando em 04 trechos e consequentemente 4 áreas de drenagem.

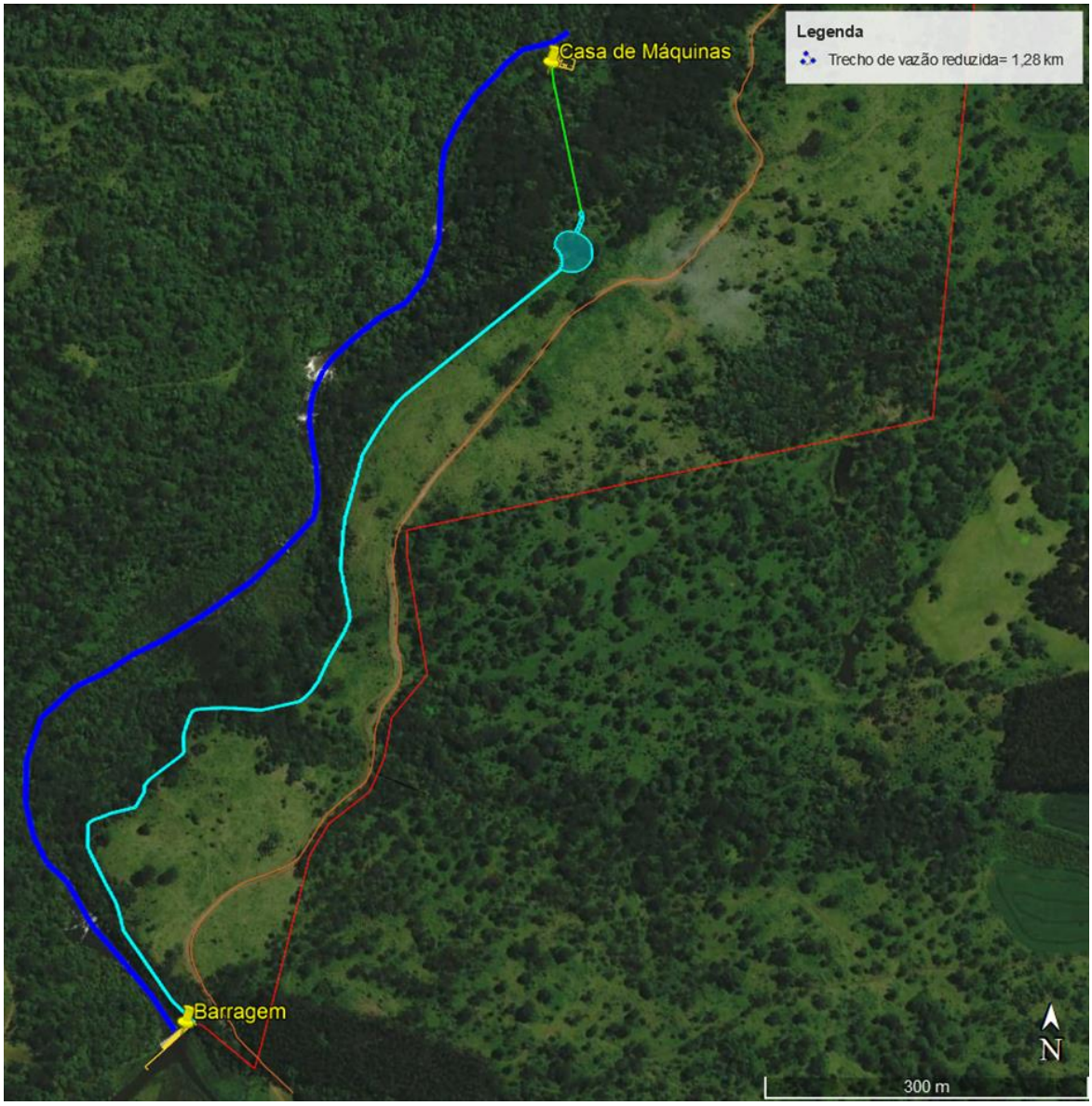


Figura 6.28: Trecho de vazão reduzida da CGH Gentil Amigo.

Tabela 6.14: Cálculo da vazão remanescente por curva de permanência com valores em m³/s.

Curva de Perm.	Vazão Perm.	Vazão Sanit.	Vazão Turb.	Vazão Reman.	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04
1%	11,977	0,200	11,777	2,730	9,047	9,247	9,327	9,405
5%	5,430	0,200	5,230	2,730	2,500	2,700	2,736	2,771
10%	3,592	0,200	3,392	2,730	0,662	0,862	0,886	0,909
15%	2,816	0,200	2,616	2,616	0,000	0,200	0,219	0,237
20%	2,307	0,200	2,107	2,107	0,000	0,200	0,215	0,230

Curva de Perm.	Vazão Perm.	Vazão Sanit.	Vazão Turb.	Vazão Reman.	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04
25%	1,972	0,200	1,772	1,772	0,000	0,200	0,213	0,226
30%	1,710	0,200	1,510	1,510	0,000	0,200	0,211	0,223
35%	1,544	0,200	1,344	1,344	0,000	0,200	0,210	0,220
40%	1,385	0,200	1,185	1,185	0,000	0,200	0,209	0,218
45%	1,233	0,200	1,033	1,033	0,000	0,200	0,208	0,216
50%	1,103	0,200	0,903	0,903	0,000	0,200	0,207	0,215
55%	1,017	0,200	0,817	0,817	0,000	0,200	0,207	0,213
60%	0,928	0,200	0,728	0,728	0,000	0,200	0,206	0,212
65%	0,822	0,200	0,622	0,622	0,000	0,200	0,205	0,211
70%	0,758	0,200	0,558	0,558	0,000	0,200	0,205	0,210
75%	0,689	0,200	0,489	0,489	0,000	0,200	0,205	0,209
80%	0,617	0,200	0,417	0,417	0,000	0,200	0,204	0,208
85%	0,546	0,200	0,346	0,346	0,000	0,200	0,204	0,207
90%	0,481	0,200	0,281	0,281	0,000	0,200	0,203	0,206
95%	0,383	0,200	0,183	0,000	0,183	0,383	0,385	0,388
100%	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,101

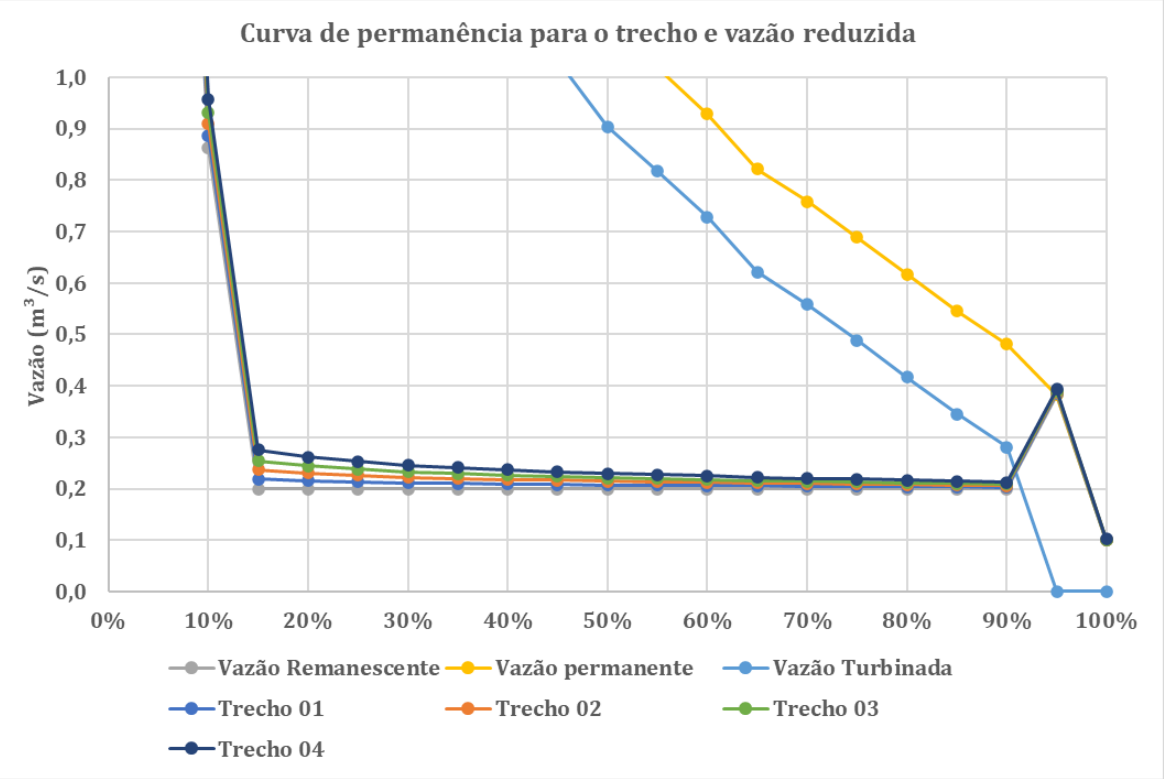


Figura 6.29: Curva de permanência para o trecho de vazão reduzida.

7 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

A filosofia deste projeto considera a exploração da energia local para comercialização no mercado de energia através de contratos de longo e médio prazo, configurando a situação de produtor independente de energia elétrica.

A Lei n° 9.074, de 7 de julho de 1995, estabelece em seu art. 5º, § 3º que se caracteriza como "aproveitamento ótimo", todo potencial definido em sua concepção global pelo melhor eixo do barramento, arranjo físico geral, níveis d'água operativos, reservatório e potência, integrante da alternativa escolhida para divisão de quedas de uma bacia hidrográfica.

Em tese, a CGH Gentil Amigo está englobada no aproveitamento ótimo, no entanto, deve-se avaliar, a nível de projeto básico, uma concepção de arranjo geral que garanta o preceito da modicidade tarifária e a melhor integração ao meio ambiente.

Desta forma, foram exploradas todas as variantes cabíveis em termos de motorização, posicionamento das estruturas, traçado do circuito hidráulico e aspectos construtivos e operacionais, sempre levando em consideração as restrições de ordem geotécnica, econômica e ambiental.

O estudo da CGH Gentil Amigo realizado durante a elaboração do seu projeto básico contemplou as seguintes definições e etapas:

- Estudos de eixos do Barramento: Esta etapa contempla a definição do eixo do barramento e seu tipo;
- Estudo de arranjos para cada eixo selecionado: Foram avaliadas todas as possibilidades de implantação do circuito hidráulico de adução da CGH Gentil Amigo, de modo a selecionar a alternativa que melhor se adequasse energético-economicamente;
- Pré-dimensionamento das obras civis e equipamentos: foram realizados os pré-dimensionamentos do barramento e dos circuitos adutores das alternativas;
- Seleção da alternativa: Consolidação final do eixo do barramento e do arranjo geral da CGH Gentil Amigo.

7.1 ESTUDOS DE EIXOS DO BARRAMENTO

O estudo de eixos tem por objetivo analisar as situações favoráveis de locais para implantação de barragens, visando a identificação das alternativas possíveis.

Durante a etapa de projeto básico deve ser realizada uma análise criteriosa dos possíveis eixos barráveis a fim de identificar a alternativa que atenda da melhor maneira os seguintes critérios:

- Condições favoráveis para a implantação das ombreiras, de forma a não necessitar de barramentos com comprimentos elevados e altos custos;
- Condições favoráveis para a fundação da estrutura a fim de garantir a estabilidade do barramento e evitar tratamentos de fundações onerosos.

Para o caso da CGH Gentil Amigo onde o barramento era existente, buscou-se duas novas opções, a fim de adquirir o melhor arranjo possível para o sistema. Para isso buscaram-se lugares para o eixo do barramento onde as ombreiras ficassem encaixadas e a seção transversal do rio fosse estrangulada, tornando o arranjo ainda mais compacto.

Foram analisadas in loco diversas possibilidades de posicionamento do eixo do aproveitamento, dentre elas, o eixo de barramento existente, conforme mostra a figura a seguir.

Na Figura 7.1 a seguir podem-se visualizar as regiões identificadas como propícias para a implantação de barramentos.

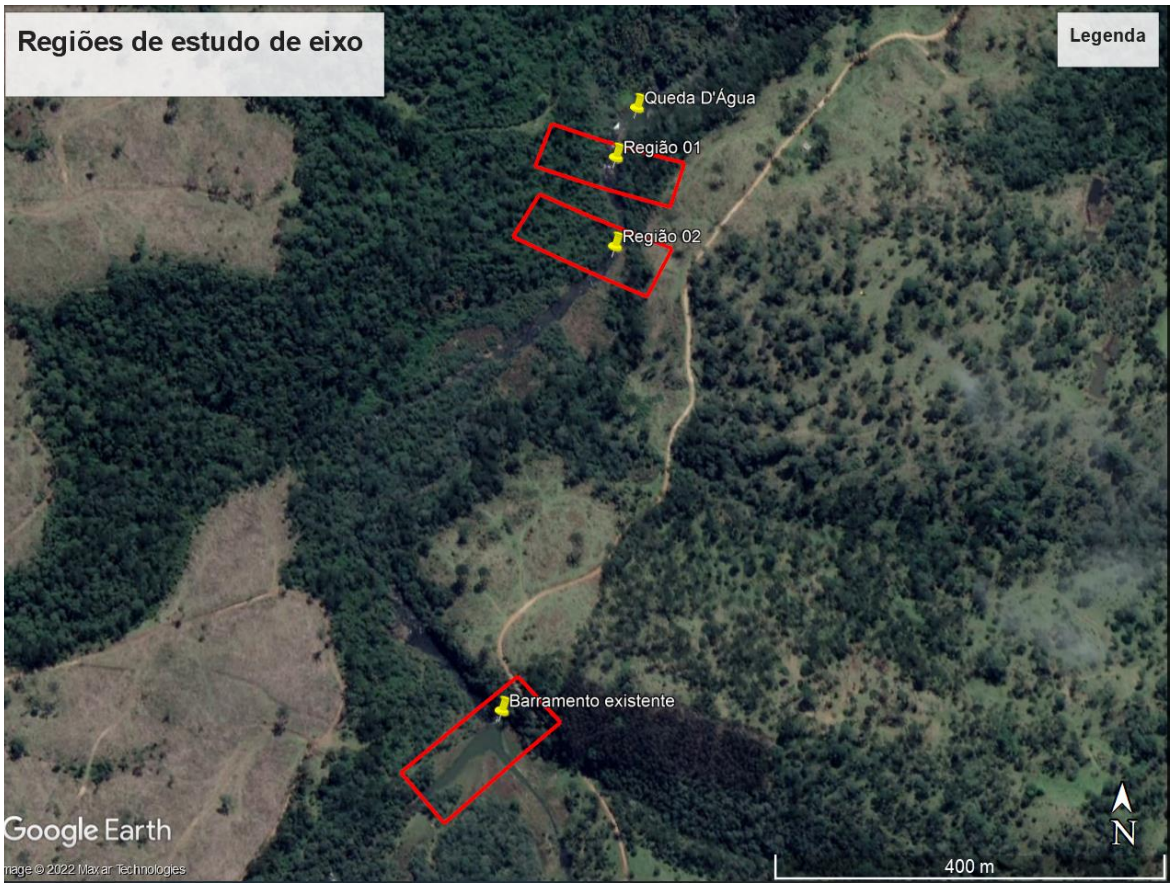


Figura 7.1: Estudos dos eixos.

Após análise nas regiões selecionadas, conclui-se que a locação do eixo do barramento nas regiões 01 e 02, não seriam viáveis, pois, contariam com um barramento muito amplo, com uma altura considerável. Isso emplacaria num maior custo para o empreendimento e aumentariam os riscos em caso de rompimento da barragem.

Concluiu-se, portanto, que o eixo existente, causa um menor impacto ambiental para o local, com um barramento existente de menor amplitude, diminuindo consideravelmente os custos e riscos para o empreendimento.

Desta forma, o posicionamento do barramento pode ser visto na Figura 7.2 a seguir.



Figura 7.2: Eixo com o barramento existente.

7.2 ESTUDO DE ARRANJOS PARA CADA EIXO SELECIONADO

O estudo do arranjo tem por objetivo analisar as situações favoráveis de locais para implantação de circuitos hidráulicos visando a identificação do melhor local possível.

Durante esta etapa de projeto básico foi realizada uma análise criteriosa dos possíveis eixos para o circuito hidráulico a fim de identificar o local que atendesse da melhor maneira os seguintes critérios:

- Localização estratégica para a execução do circuito hidráulico, permitindo que fosse realizado o máximo aproveitamento de quedas e a execução de um arranjo compacto e com menores impactos ambientais possíveis;
- Condições favoráveis para a fundação da estrutura do circuito adutor e da casa de máquinas a fim de garantir a estabilidade global do empreendimento.

As alternativas foram projetadas visando a menor agressão ao meio ambiente desde o reservatório até seu ponto de restituição ao curso natural do rio, através de um traçado exequível e com custos compatíveis.

Visando minimizar os custos de implantação bem como os impactos ambientais, buscou-se neste projeto a obtenção da melhor relação custo-benefício possível, estudando-se a melhor possibilidade para o circuito de adução na busca da configuração que promova o aproveitamento ótimo do potencial em questão.

Analisaram-se diversos traçados de circuito hidráulico, porém, foram eliminados os traçados que não se apresentaram exequíveis e competitivos do ponto de vista executivo e econômico-energético, uma vez que foram feitas diversas simulações preliminares.

Na sequência apresentam-se as características de barramento e circuito hidráulico de cada alternativa.

7.2.1 Tipo de Barramento

Os formatos dos barramentos estudados foram ajustados à topografia do local onde serão inseridos com base nas dimensões calculadas para as estruturas extravasoras e às condições geológicas.

Para a escolha do formato da barragem, é necessário que se determine o tipo de barramento e o material utilizado em sua construção.

Para a melhor escolha do tipo de material empregado na barragem do barramento é importante que sejam levados em consideração alguns fatores como:

- Custos;
- Disponibilidade de materiais;
- Distâncias entre o empreendimento e os materiais empregados;
- Rapidez na execução.

Foram estudadas as possibilidades de Barragem de concreto e Barragem de terra e/ou enrocamento.

A Barragem de concreto exige fundações e ombreiras em maciços rochosos. Estas Barragens podem ser construídas com concreto convencional ou com concreto rolado (Concreto Compactado à Rolo - CCR). Barragens construídas em concreto armado utilizam formas, armação e necessitam de lançamento e adensamento de concreto. Já as barragens construídas em CCR utilizam concreto com traço especial (massa seca), lançado e compactado em camadas finas, para que a cura seja rápida, permitindo aplicação quase contínua do material. Assim, a composição deste tipo de concreto reduz o preço a cerca de um quarto em relação ao concreto convencional.

Nas Barragens de terra e/ou enrocamento devem ser tomados cuidados especiais para garantir elevado grau de estanqueidade e vedação. Estas barragens são construídas com materiais oriundos de áreas de empréstimo, ou das escavações para as estruturas do aproveitamento hidroelétrico, quando comprovada sua qualidade para o uso. Estes materiais são transportados, lançados e compactados, com equipamentos especiais sob rigoroso processo de controle executivo. Possuem comumente um sistema de drenagem interna eficiente (presença de um elemento drenante) e coeficientes de segurança elevados, tanto para a possibilidade de ocorrência de erosão interna como para possibilidade de ruptura por cisalhamento (presença de um elemento estabilizante). É importante que as barragens de terra/enrocamento tenham sistemas de extravasamento contra a possibilidade de alagamento.

Na região da CGH Gentil Amigo o maciço rochoso encontra-se aflorante no leito do Rio São Manuel, entretanto, a cobertura de solo nas margens é moderada.

7.2.1.1 Alternativa I

Na alternativa I, foi projetada uma barragem em arco de CCR (concreto compactado a rolo), com vertedouro lateral dimensionado para suportar uma vazão equivalente a TR de 10.000 anos. Foi escolhido este formato de barragem por ser mais resistente e o vertedouro longo para despejar ao volume d'água, longe da casa de máquinas. O formato do barramento pode visto na Figura 7.3.

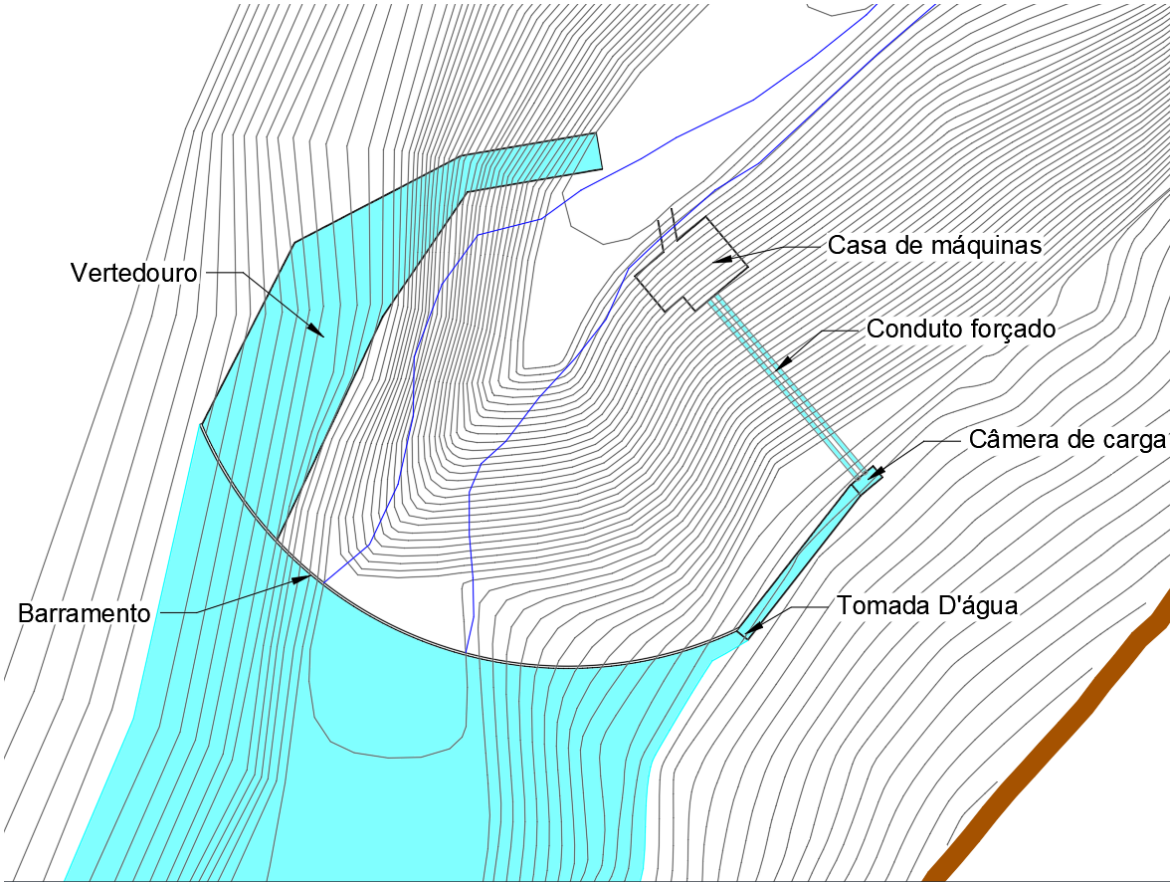


Figura 7.3: Barramento da Alternativa I – CGH Gentil Amigo.

7.2.1.2 Alternativa II

O barramento da alternativa II foi projetado para ser construído no formato soleira livre, em um local estratégico do rio, onde os paredões rochosos se afunilam, resultando assim em uma melhor fixação das ombreiras da barragem e diminuindo a extensão da mesma. Toda a extensão da barragem, serviria como vertedouro para o sistema hidráulico, construída no formato barragem a gravidade de CCR (Figura 7.4).

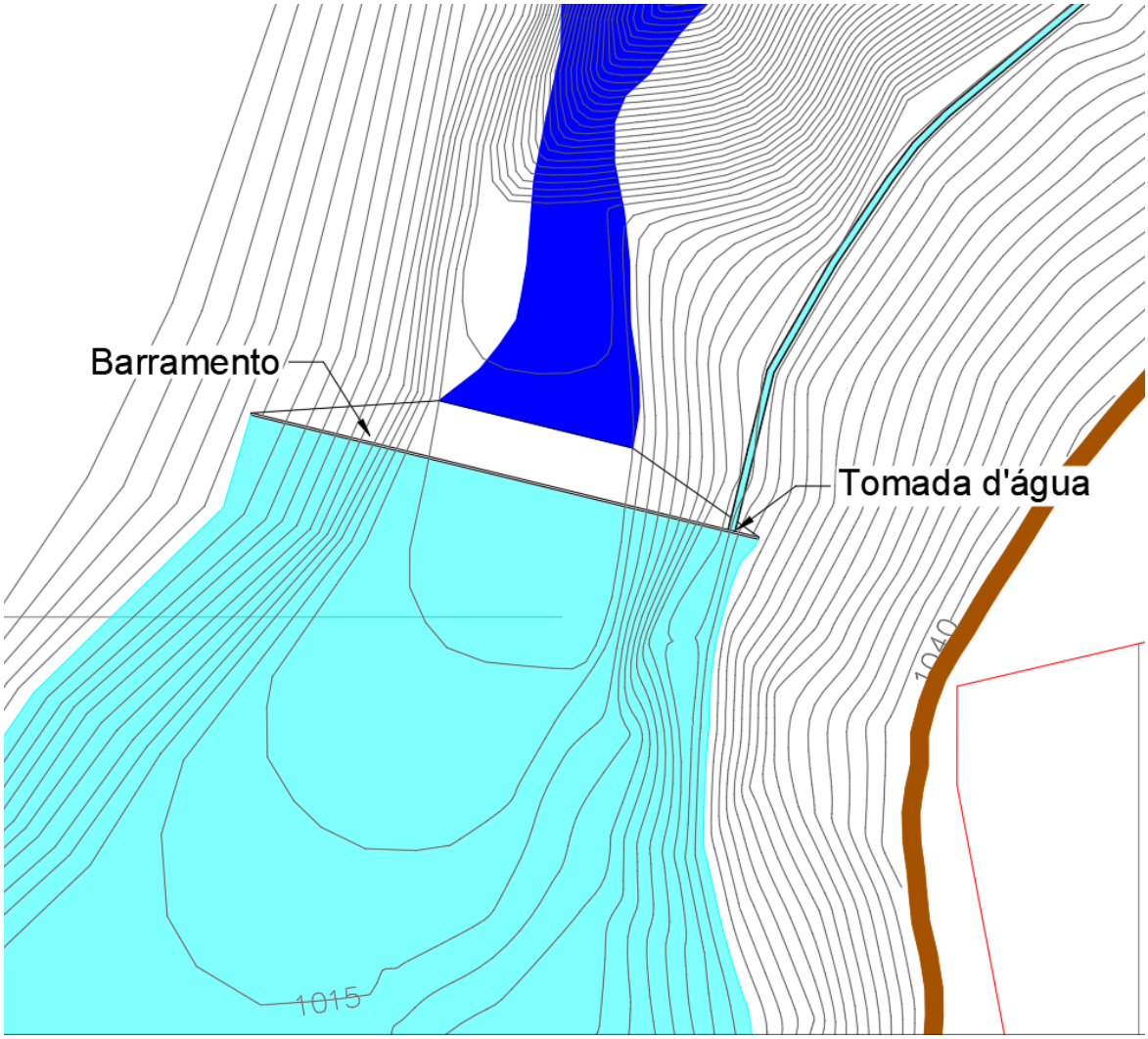


Figura 7.4: Barramento da Alternativa II – CGH Gentil Amigo.

7.2.1.3 Alternativa III

A alternativa III trata-se do barramento existente no local da CGH Gentil Amigo, para o relatório ambiental, buscou-se informações sobre sua construção e finalidade, descobriu-se que foi construída pelo senhor Bernardo Stamm, para movimentação de uma fábrica de pasta de madeira. Segundo registros encontrados em cartas do exército brasileiro, a fábrica foi construída a mais de 50 anos, e sua barragem ainda permanece integra.

A barragem consiste em ombreira esquerda a gravidade feita de terra e vertedouro central feito de blocos de rocha e concreto. A tomada d'água presente no flanco direto da barragem encontrasse obstruída e terá que ser reconstruída. A barragem tem baixa estatura, não ultrapassando os 4 metros de altura e possui cerca de 65,00 metros de comprimento, sendo 40,00 metros de vertedouro.

Durante a elaboração dos estudos, verificou-se a necessidade de fazer uma avaliação estrutural no barramento, antes as etapas de adequação do sistema existente para o sistema novo que será implantado. Para isto o curso do Rio São Manuel precisara ser desviado e o local da barragem ensecado, somente durante este processo. Caso seja

necessário algum reparo, será aplicado durante esta etapa de secagem do Rio São Manuel.

Na Figura 7.5 podemos verificar o barramento existente na região onde será implantada a CGH Gentil Amigo.

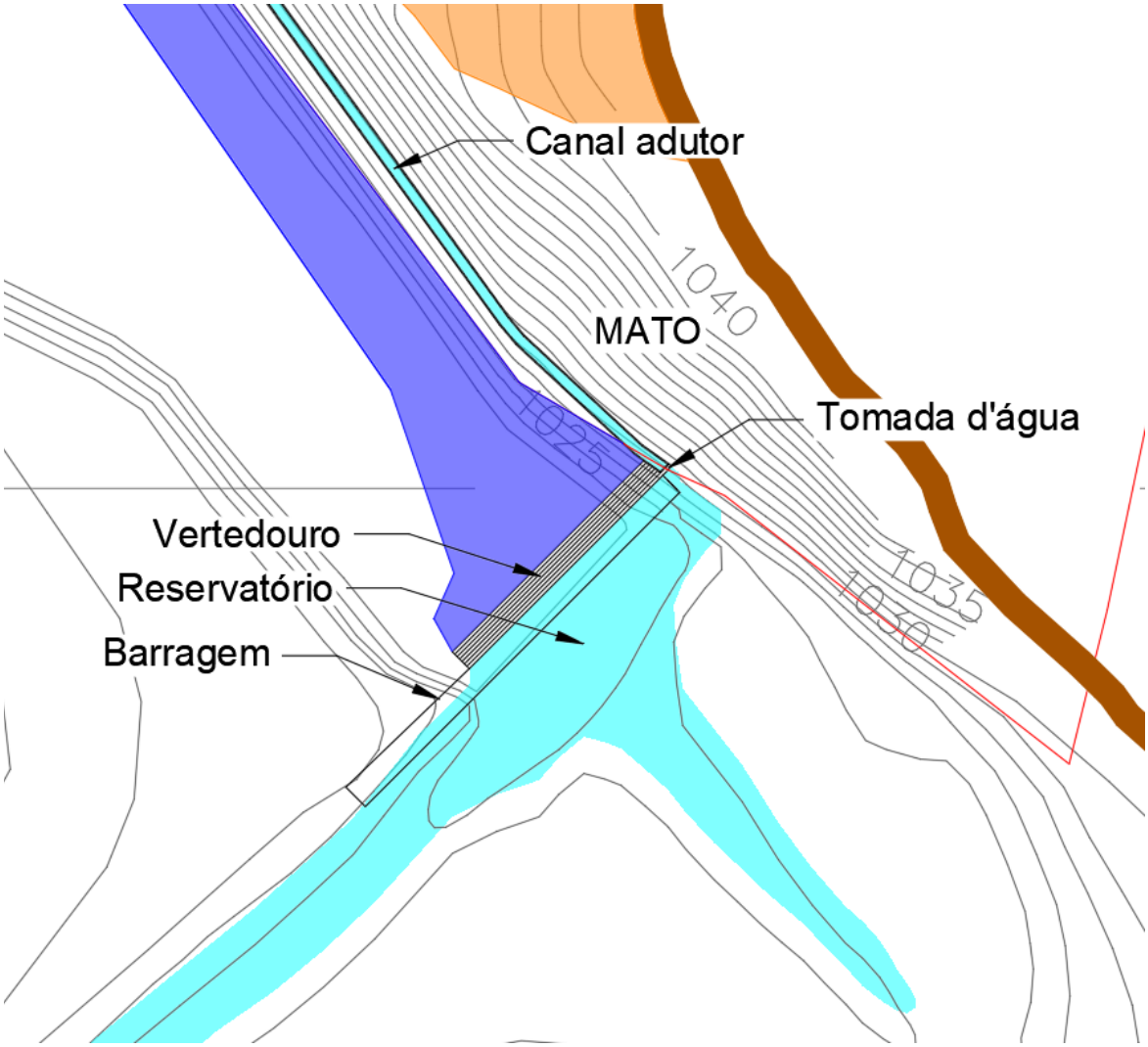


Figura 7.5: Barramento da Alternativa III – CGH Gentil Amigo.

7.2.2 Circuito Adutor

7.2.2.1 Alternativa I

A alternativa I de arranjo da CGH Gentil Amigo foi projetada na margem direita do Rio São Manuel, com circuito hidráulico do tipo pé de barragem, sendo constituído basicamente por: tomada d'água, conduto forçado, câmera de carga, casa de força e canal de fuga. Buscou-se neste traçado utilizar a topografia de forma a gerar o mínimo de escavação possível, com a melhor conformação das estruturas. Esta alternativa promove a redução da queda bruta, porém dispensa a necessidade de considerar vazão sanitária nos estudos energéticos. Na Figura 7.6 é apresentada uma imagem do arranjo projetado para a Alternativa I.

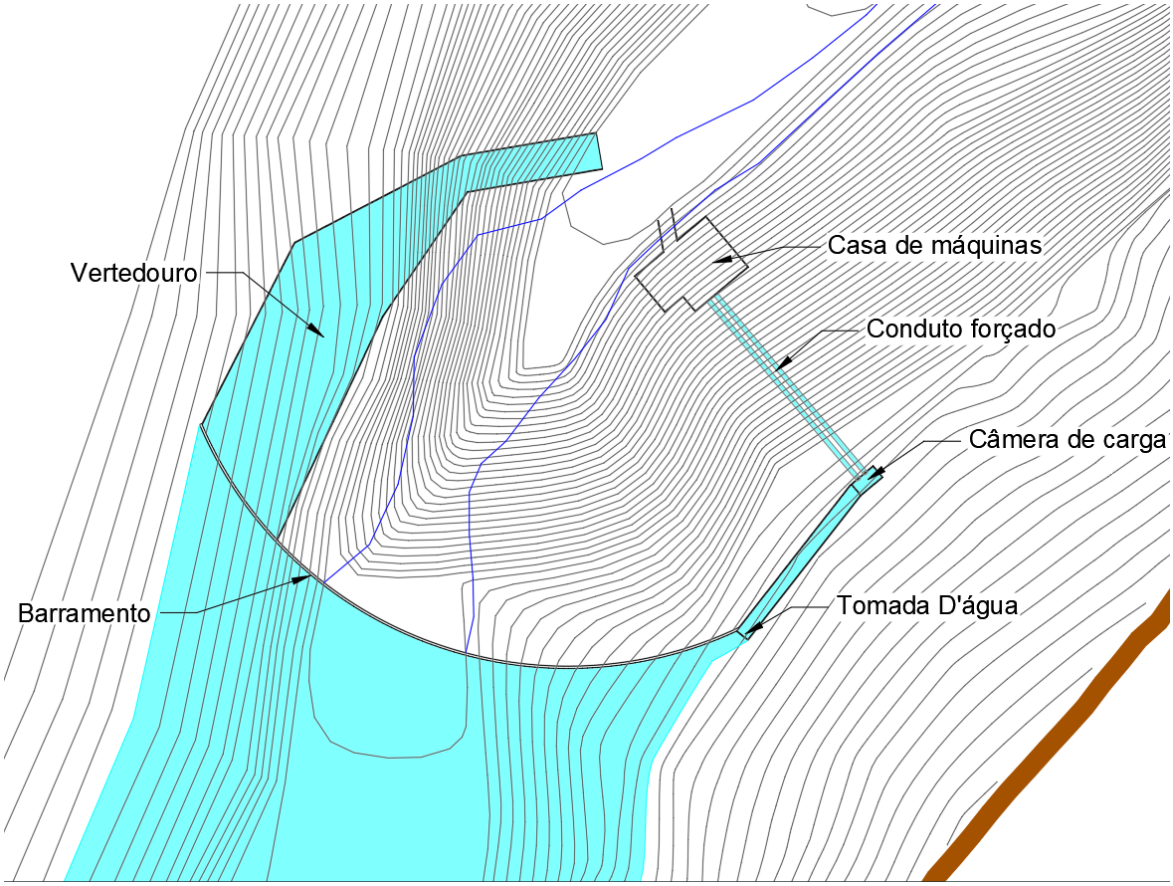


Figura 7.6: Arranjo geral da Alternativa I – CGH Gentil Amigo.

7.2.2.2 Alternativa II

A alternativa II de arranjo da CGH Gentil Amigo foi projetada margem direita do Rio São Manuel com derivação através de um sistema adutor até a casa de máquinas, esta alternativa manteve o nível d'água a montante do reservatório existente, porém com uma área alagada consideravelmente maior que a área alagada existente. Consiste basicamente em: barragem vertente, tomada d'água, canal adutor, câmera de carga, conduto forçado, casa de máquinas e canal de fuga.

Na Figura 7.7 é apresentada o arranjo proposto.

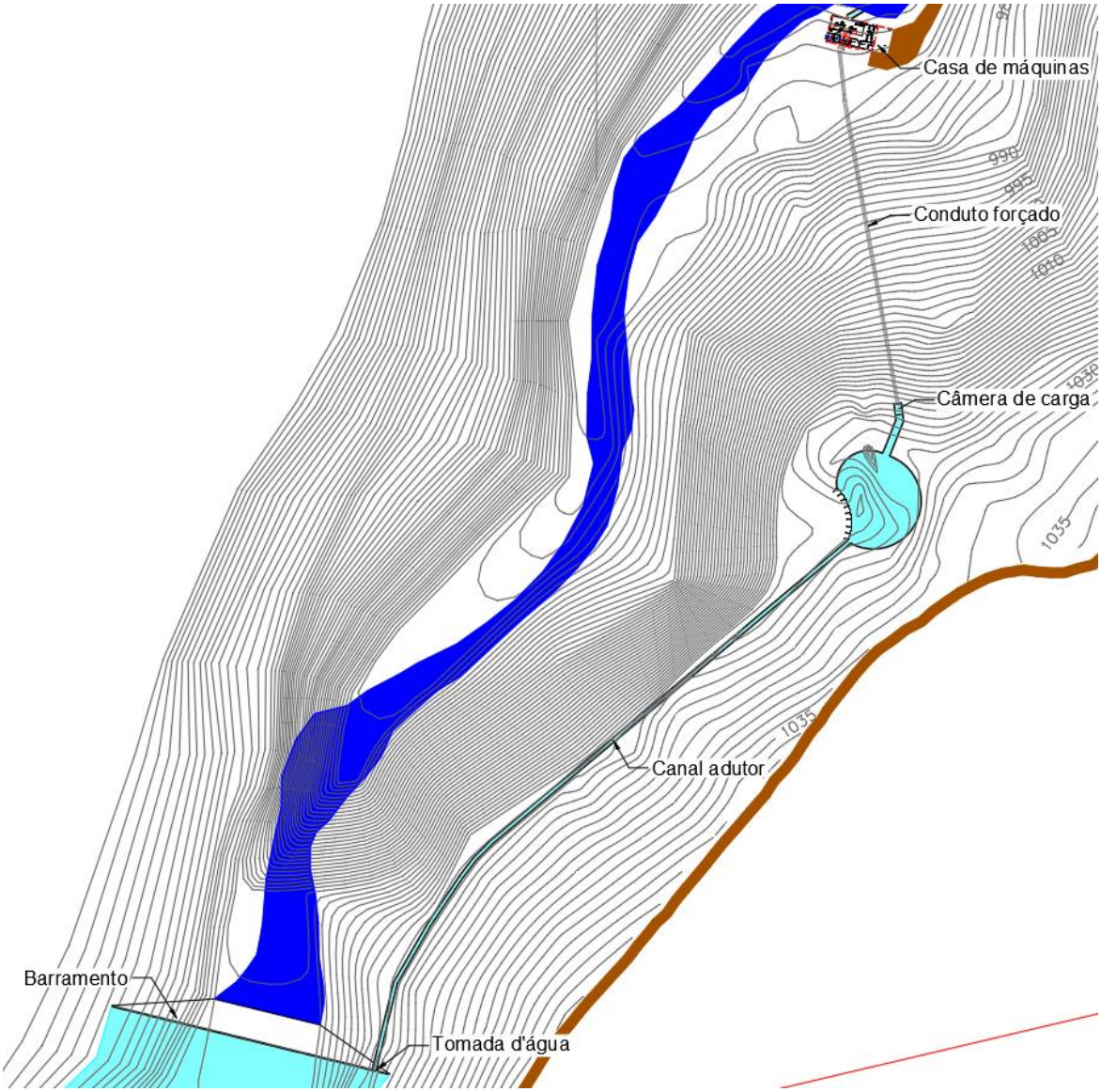


Figura 7.7: Arranjo geral da Alternativa II – CGH Gentil Amigo.

7.2.2.3 Alternativa III

A alternativa III é a qual propõem o mesmo arranjo encontrado no local, onde funcionava a antiga fábrica de pasta de madeira, pertencente ao senhor Bernardo Stamm. Nesta proposta, o barramento seria o mesmo, com a mesma área já alagada, tomada d'água, canal adutor, câmera de carga, conduto forçado, casa de máquinas e canal de restituição teriam que ser refeitos, pois estas estruturas se desintegraram com o passar do tempo. A Figura 7.8 e Figura 7.9 apresentam o arranjo proposto:

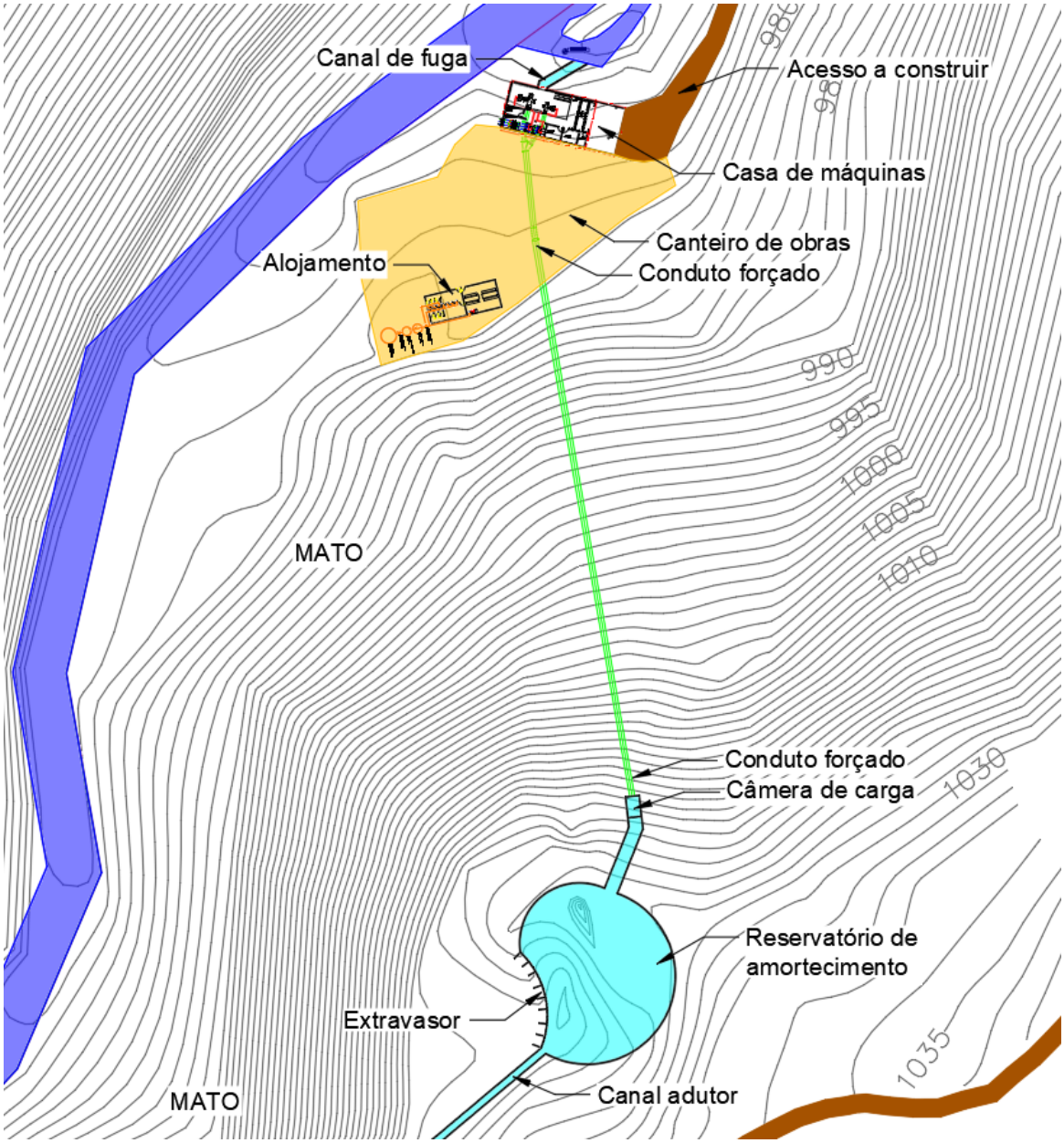


Figura 7.8: Circuito hidráulico (Casa de máquinas) da Alternativa III – CGH Gentil Amigo.

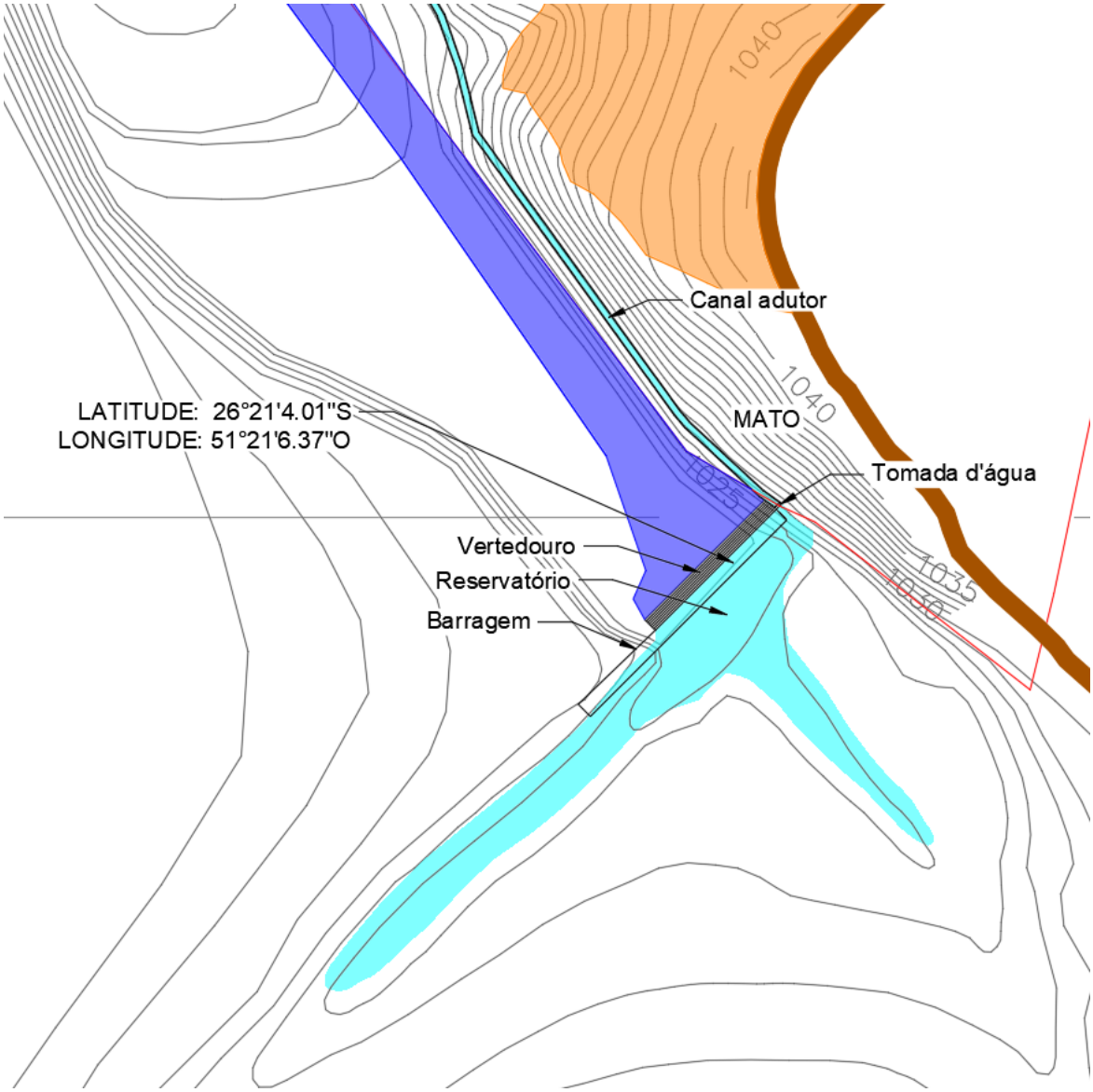


Figura 7.9: Circuito hidráulico (barramento) da Alternativa III – CGH Gentil Amigo.

7.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS

O pré-dimensionamento das obras civis e dos equipamentos possui grande relevância para a seleção da alternativa uma vez que está diretamente relacionada a implantação do circuito adutor.

Sendo assim, foram realizados os pré-dimensionamentos dos circuitos adutores das três alternativas, levando-se em consideração a vazão de engolimento de cada ponto em específico.

A vazão de engolimento foi determinada a partir dos estudos energéticos. Os principais parâmetros utilizados para esta fase do projeto foram:

- Rendimento médio do conjunto gerador equivalente a 97,00 %;
- Rendimento médio do conjunto turbina variável para cada motorização;

- Taxa de Indisponibilidade forçada e programada equivalente a 97,00 %;
- Vazão remanescente:
  - Alternativa I: 0,00 m³/s;
  - Alternativa II: 0,20 m³/s;
  - Alternativa III: 0,20 m³/s.
- Perdas de carga consideradas para cálculo:
  - Alternativa I: 3,00 %;
  - Alternativa II: 3,00 %;
  - Alternativa III: 3,00 %.
- Queda Bruta
  - Alternativa I: 43,52 m;
  - Alternativa II: 52,32 m;
  - Alternativa III: 52,32 m.
- Área de drenagem:
  - Alternativa I: 61,20 km²;
  - Alternativa II: 61,00 km²;
  - Alternativa III: 60,00 km².

A série de vazões foi calculada em cima de cada área de drenagem obtida. Sendo assim, foram feitas simulações de motorização para cada alternativa, seguindo os valores estabelecidos anteriormente.

Neste estudo de motorização foram levantados os aspectos energéticos de cada eixo estudado, de acordo com os dados obtidos através do estudo hídrico realizado para a CGH Gentil Amigo e através de simulações energéticas chegou-se ao conjunto ideal para cada alternativa estudada da CGH Gentil Amigo.

Conforme o que foi apresentado anteriormente, obteve-se as seguintes motorizações para cada alternativa estudada:

Tabela 7.1: Motorização alternativa I – CGH Gentil Amigo.

Potência	MW	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Queda liquida	m	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21
Ft. de ind. forçada	%	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Eficiência gerador	%	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Vazão média	m³/s	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Vazão turbinada	m³/s	0,33	0,66	1,31	1,97	2,62	3,28	3,93	4,59	5,24
Eficiência turbina	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Energia média	MW	0,10	0,19	0,31	0,38	0,44	0,48	0,52	0,57	0,61
Energia firme	MW	0,58	0,58	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55
Ft. de capacidade	-	1,00	0,95	0,78	0,64	0,54	0,48	0,44	0,40	0,38
Potência UG1	MW	0,04	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64

Potência	MW	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Potência UG2	MW	0,06	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96
Vazão UG1	m³/s	0,13	0,26	0,52	0,79	1,05	1,31	1,57	1,83	2,10
Vazão UG2	m³/s	0,20	0,39	0,79	1,18	1,57	1,97	2,36	2,75	3,15
Vazão mínima UG1	m³/s	0,05	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73
Vazão mínima UG2	m³/s	0,13	0,26	0,52	0,79	1,05	1,31	1,57	1,83	2,10

Tabela 7.2: Motorização alternativa II – CGH Gentil Amigo.

Potência	MW	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7
Queda liquida	m	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75
Ft. de ind. forçada	%	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Eficiência gerador	%	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Vazão média	m³/s	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
Vazão turbinada	m³/s	0,27	0,82	1,36	1,91	2,45	3,00	3,54	4,09	4,63
Eficiência turbina	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Energia média	MW	0,10	0,25	0,35	0,42	0,49	0,55	0,60	0,66	0,71
Energia firme	MW	0,69	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,66
Ft. de capacidade	-	0,97	0,83	0,70	0,61	0,54	0,50	0,46	0,44	0,42
Potência UG1	MW	0,04	0,12	0,20	0,28	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68
Potência UG2	MW	0,06	0,18	0,30	0,42	0,54	0,66	0,78	0,90	1,02
Vazão UG1	m³/s	0,11	0,33	0,55	0,76	0,98	1,20	1,42	1,64	1,85
Vazão UG2	m³/s	0,16	0,49	0,82	1,14	1,47	1,80	2,13	2,45	2,78
Vazão mínima UG1	m³/s	0,04	0,11	0,19	0,27	0,34	0,42	0,50	0,57	0,65
Vazão mínima UG2	m³/s	0,11	0,33	0,55	0,76	0,98	1,20	1,42	1,64	1,85

Tabela 7.3: Motorização alternativa III – CGH Gentil Amigo.

Potência	MW	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
Queda liquida	m	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75	50,75
Ft. de ind. forçada	%	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Eficiência gerador	%	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Vazão média	m³/s	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Vazão turbinada	m³/s	0,55	1,09	1,64	2,18	2,73	3,27	3,82	4,36	4,91
Eficiência turbina	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Energia média	MW	0,18	0,30	0,39	0,45	0,55	0,57	0,62	0,67	0,73
Energia firme	MW	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65
Ft. de capacidade	-	0,90	0,75	0,64	0,57	0,55	0,47	0,44	0,42	0,40
Potência UG1	MW	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72
Potência UG2	MW	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08
Vazão UG1	m³/s	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31	1,53	1,74	1,96
Vazão UG2	m³/s	0,33	0,65	0,98	1,31	1,64	1,96	2,29	2,62	2,94
Vazão mínima UG1	m³/s	0,08	0,15	0,23	0,31	0,38	0,46	0,53	0,61	0,69
Vazão mínima UG2	m³/s	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31	1,53	1,74	1,96

7.3.1 Alternativa I

7.3.1.1 Barragem

O barramento foi projetado conforme o eixo da alternativa I apresentado no item 7.2.1 – Tipo de barramento. A estrutura da barragem conta com um vertedouro lateral esquerdo tipo soleira livre de 30 metros de comprimento com crista na cota 1.025,52 metros, o eixo central com cota projetada para suportar uma vazão de TR 10.000 anos, contendo 110 metros de comprimento, a captação da água é feita através de uma tomada d'água na lateral direita do barramento. Toda a barragem será construída em forma de arco a gravidade em concreto CCR.

7.3.1.2 Sistema de Baixa Pressão

O sistema de baixa pressão é constituído por:

- Tomada d'água projetada junto do barramento, possuindo uma grade grossa com dimensões de L: 1,70 m x H: 1,70 m com barras de 20 mm espaçadas a cada 15 cm, para retenção de possíveis materiais flutuantes na água e uma comporta vagão com dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m para futuras manutenções no sistema;
- Canal de aproximação em concreto armado com 40 metros de comprimento e dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m;
- Câmera de carga contendo uma grade fina com dimensões de L: 1,70 m x H: 1,70 m, com barras de 10 mm espaçadas a cada 8 cm, uma comporta ensecadeira com dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m. E saída para dois condutos forçados.

7.3.1.3 Sistema de Alta Pressão

O sistema de alta pressão foi projetado para suportar a vazão de engolimento de 2,62 m³/s, dividido em duas unidades geradoras de tamanhos distintos, sendo UG1: 1,05 m³/s e UG: 1,57 m³/s com diâmetros de 0,75 m e 0,90 m respectivamente.

Cada conduto terá cerca de 50,00 metros de comprimento feitos em aço.

7.3.1.4 Casa de Força

A casa de força da alternativa I foi projetada para ser construída logo abaixo da queda natural existente no Rio São Manuel. Projetada para abrigar duas turbinas Francis, sendo a UG1 e UG2 iguais a 0,32 MW e 0,48 MW de potência máxima respectivamente, somando juntas 0,80 MW de potência instalada.

A estrutura da casa de força foi projetada para abrigar além das turbinas, os geradores e transformadores, sendo estes, possuem um local próprio dentro da casa de força, projetados com todos os equipamentos de segurança necessários.

Além disso a estrutura foi projetada com os seguintes ambientes: Área de montagem, sala de máquinas, sala de comando, cozinha, WC e sala de baterias. Deverá suportar, abrigar

e proteger os conjuntos turbina-gerador, painéis elétricos, auxiliares elétricos e mecânicos e todo o sistema de controle e automação da CGH Gentil Amigo.

7.3.1.5 Canal de fuga

O canal de fuga foi projetado para restituir toda a água turbinada pelas unidades geradoras, de volta ao seu leito natural no Rio São Manuel. Terá 7,00 metros de comprimento 3,00 metros de largura e 1,50 metros de altura em nível normal de operação.

7.3.2 Alternativa II

7.3.2.1 Barragem

O barramento foi projetado conforme o eixo da alternativa II, apresentado no item 7.2.1. A estrutura da barragem foi projetada para ser construída em concreto CCR a gravidade e sua crista serve como borda vertente, caracterizando uma barragem de borda livre. O barramento tem 120,00 metros de comprimento e 12,00 metros de altura, projetado para suportar uma vazão de TR 10.000 anos, a captação da água é feita através de uma tomada d'água na lateral direita do barramento.

7.3.2.2 Sistema de Baixa Pressão

O sistema de baixa pressão é constituído por:

- Tomada d'água projetada junto do barramento, nela foram projetadas uma grade grossa com dimensões de L: 1,70 m x H: 1,70 m com barras de 20 mm espaçadas a cada 15 cm, para retenção de possíveis materiais flutuantes na água e uma comporta vagão com dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m para futuras manutenções no sistema;
- Canal de adução em concreto armado com 370,00 metros de comprimento e dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m;
- Câmera de carga contendo uma grade fina com dimensões de L: 2,00 m x H: 3,00 m, com barras de 10 mm espaçadas a cada 8 cm, uma comporta ensecadeira com dimensões L: 2,00 m x H: 3,00 m, e saída para um conduto forçado.

7.3.2.3 Sistema de Alta Pressão

O sistema de alta pressão da alternativa II foi projetado para suportar a vazão de engolimento de 2,45 m³/s. Tendo um conduto principal com diâmetro de 1,05 metros e 150,00 metros de comprimento, dividido em duas unidades geradoras, consumindo UG1: 0,98 m³/s e UG: 1,47 m³/s com diâmetros de 0,70 m e 0,85 m respectivamente, cada um dos condutos em específico possuem, 50,00 metros de comprimento feitos em aço.

7.3.2.4 Casa de força

A casa de força da alternativa II foi projetada para ser construída próximo as estruturas antigas da casa de força pertencente a fábrica de pasta de madeira, do senhor Bernardo Stamm, a margem direita do Rio São Manuel. Projetada para abrigar duas turbinas Francis, sendo a UG1 e UG2 iguais a 0,36 MW e 0,54 MW de potência máxima respectivamente, somando juntas 0,90 MW de potência instalada.

A estrutura da casa de força foi projetada para abrigar além das turbinas, os geradores e transformadores, sendo estes, possuem um local próprio dentro da casa de força, projetados com todos os equipamentos de segurança necessários.

Além disso a estrutura foi projetada com os seguintes ambientes: Área de montagem, sala de máquinas, sala de comando, cozinha, WC e sala de baterias.

Deverá suportar, abrigar e proteger os conjuntos turbina-gerador, painéis elétricos, auxiliares elétricos e mecânicos e todo o sistema de controle e automação da CGH Gentil Amigo.

7.3.2.5 Canal de Fuga

O canal de fuga foi projetado para restituir toda a água turbinada pelas unidades geradoras, de volta ao seu leito natural no Rio São Manuel. Terá 11,50 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 1,20 metros de altura em nível normal de operação.

7.3.3 Alternativa III

7.3.3.1 Barragem

O barramento da alternativa III, não precisou ser projetado, pois é existente conforme apresentado no item 6.3.2, com cota montante 1.025,52 metros. Porém ele será avaliado e os reparos necessários serão aplicados ao barramento conforme projeto de recuperação de barragens.

7.3.3.2 Sistema de Baixa Pressão

O sistema de baixa pressão é constituído por:

- Tomada d'água projetada junto do barramento, nela foram projetadas uma grade grossa com dimensões de L: 1,70 m x H: 1,70 m com barras de 20 mm espaçadas a cada 15 cm, para retenção de possíveis materiais flutuantes na água e uma comporta vagão com dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m para futuras manutenções no sistema;
- Canal de adução em concreto armado com 1.080,00 metros de comprimento e dimensões L: 1,50 m x H: 1,70 m;
- Câmera de carga contendo uma grade fina com dimensões de L: 2,00 m x H: 3,00 m, com barras de 10 mm espaçadas a cada 8 cm, uma comporta ensecadeira com dimensões L: 2,00 m x H: 3,00 m, e saída para um conduto forçado.

7.3.3.3 Sistema de Alta Pressão

O sistema de alta pressão da alternativa II foi projetado para suportar a vazão de engolimento de 2,73 m³/s. Tendo um conduto principal com diâmetro de 1,20 metros e 150,00 metros de comprimento, dividido em duas unidades geradoras, consumindo UG1: 1,09 m³/s e UG: 1,64 m³/s com diâmetros de 0,75 m e 0,90 m respectivamente, cada um dos condutos em específico possuem, 50,00 metros de comprimento feitos em aço.

7.3.3.4 Casa de Força

A casa de força da alternativa III foi projetada para ser construída próximo as estruturas antigas da casa de força pertencente a fábrica de pasta de madeira, do senhor Bernardo Stamm a margem direita do Rio São Manuel. Projetada para abrigar duas turbinas Francis, sendo a UG1 e UG2 iguais a 0,40 MW e 0,60 MW de potência máxima respectivamente, somando juntas 1,00 MW de potência instalada.

A estrutura da casa de força foi projetada para abrigar além das turbinas, os geradores e transformadores, sendo estes, possuem um local próprio dentro da casa de força, projetados com todos os equipamentos de segurança necessários. Deverá suportar, abrigar e proteger os painéis elétricos, auxiliares elétricos e mecânicos e todo o sistema de controle e automação da CGH Gentil Amigo.

Além disso a estrutura foi projetada com os seguintes ambientes: Área de montagem, sala de máquinas, sala do transformador, sala de comando, cozinha, WC e sala do motogerador e baterias.

7.3.3.5 Canal de Fuga

O canal de fuga foi projetado para restituir toda a água turbinada pelas unidades geradoras de volta ao seu leito natural no Rio São Manuel. Terá 11,50 metros de comprimento, 2,00 metros de largura e 1,20 metros de altura em nível normal de operação na cota 973,20 metros.

7.4 SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Em um aproveitamento hidrelétrico várias são as possibilidades de arranjo levando em conta todas as variantes envolvidas. A seleção de uma alternativa para compor o projeto da usina requer cautela com relação a todos os aspectos envolvidos. Desta forma torna-se necessário compará-las inicialmente a fim de garantir que o projeto em estudo seja feito com a alternativa mais atraente e competitiva.

7.4.1 Aspectos Construtivos

Os aspectos construtivos para a implantação das três alternativas de arranjo são bem diferenciados uma vez que:

- Alternativa I prevê um barramento elevado, nova área alagada e circuito derivativo próximo ao desnível natural do rio;
- Alternativa II prevê um barramento elevado, circuito derivativo com a utilização de um canal adutor e área alagada;
- Alternativa III prevê a utilização do barramento existente, com a mesma área alagada e um circuito derivativo mais prolongado.

A topografia da região torna indicativa a construção de circuitos de baixa pressão com canais adutores. A escolha entre circuito hidráulico depende de vários fatores, levando também em conta a eventual utilização do material escavado nas demais construções.

Na alternativa I foi prevista a construção do circuito adutor composto somente por conduto forçado, devendo-se atentar para os seguintes fatores:

- A construção de aproveitamento sem derivação geralmente implica em barramento mais alto ou na redução da queda bruta;
- O local fica de difícil acesso, geralmente quando é construído ao pé da queda natural do rio;
- Circuitos sem derivação geralmente são utilizados em locais de topografia medianamente acidentada;
- O arranjo bastante compacto torna a execução simples e rápida, com menor movimentação de solo;
- Pode-se ter apenas um canteiro de obras quando a casa de força se localiza ao pé da barragem.

Na alternativa II foi prevista a construção de um canal de adução seguido por um conduto forçado, devendo-se atentar para os seguintes fatores:

- A aplicação do canal adutor só deve ser feita, em condições normais, para vazão turbinada máxima e pressões muito baixas;
- É recomendado na execução de um canal adutor, que o mesmo percorra o caminho mais plano entre o reservatório e a câmera de carga;
- A escolha do traçado deve priorizar alinhamentos que reduzam o corte e aterro do canal adutor;
- O canal adutor requer topografia suave, não podendo ser colocado em locais com variações do desnível do solo;
- Arranjos com derivação geralmente possuem barramentos mais baixos ou maior aproveitamento da queda bruta.

Na alternativa III foi previsto utilizar o barramento existente no local e construir um novo traçado para o circuito derivativo através de um canal adutor e conduto forçado, devendo-se atentar para os seguintes fatores:

- A aplicação do canal adutor só deve ser feita, em condições normais, para vazão turbinada máxima e pressões muito baixas;

- É recomendado na execução de um canal adutor, que o mesmo percorra o caminho mais plano entre o reservatório e a câmera de carga;
- A escolha do traçado deve priorizar alinhamentos que reduzam o corte e aterro do canal adutor;
- O canal adutor requer topografia suave, não podendo ser colocado em locais com variações do desnível do solo;
- Arranjos com derivação geralmente possuem barramentos mais baixos ou maior aproveitamento da queda bruta;
- A utilização de estruturas existentes, implica numa boa avalição estrutural antes do início das obras.

Avaliando os aspectos supracitados, observa-se que sob o estrito ponto de vista de dificuldades construtivas, as duas alternativas apresentam vantagens e desvantagens, devendo ser avaliado todos os fatores de forma global na escolha da melhor opção de circuito hidráulico.

Porém, a alternativa III se sobre saiu pelo fato de utilizar o mesmo barramento encontrado no local.

7.4.2 Potencial Energético

O potencial energético de cada alternativa também impacta na sua escolha, deve-se aproveitar da melhor forma possível as condições que o rio proporciona.

No caso das alternativas estudadas na CGH Gentil Amigo, mesmo que na Alternativa I não seja necessário manter a vazão sanitária, não há incremento de Potência nesta alternativa. Isso ocorre em função de que, mesmo que a Alternativa II e III tenham que respeitar o trecho de vazão sanitária no Rio São Manuel, a queda bruta ganha nestes dois arranjos, se mostrou com mais vantagens nos estudos energéticos.

Sendo assim, conforme se pode verificar na Tabela 7.4, as alternativas II e III se mostraram com maior vantagem sobre a alternativa I.

Tabela 7.4: Potencial energético de cada alternativa para a CGH Gentil Amigo.

Alternativa	Potência instalada	Garantia física	Fator de capacidade	Indisponibilidade hídrica
	MW	MWm	-	%
I	0,8	0,44	0,54	4,28
II	0,9	0,49	0,54	14,84
III	1	0,55	0,55	18,57

Nesse sentido, observa-se que no quesito potencial energético a Alternativa III apresenta leve vantagem por apresentar maior garantia física, mesmo que o aproveitando tenha uma indisponibilidade hídrica maior.

7.4.3 Impacto Ambiental

A avaliação dos impactos ambientais inicia-se pela identificação e análise dos impactos relevantes na área de influência direta dos possíveis aproveitamentos.

Foram listados os prováveis impactos ambientais e analisados os principais aspectos que poderão ser afetados pelo empreendimento em estudo.

Conforme definido no Manual de Inventário da ELETROBRÁS (2007), o sistema ambiental representa o conjunto dos elementos existentes na área de estudo, incluindo seus atributos ou qualidades, as funções que exercem nos processos e suas interações.

Tendo em vista a importância dos recursos hídricos diretamente relacionados com flora e a fauna, o componente-síntese “Ecossistemas Aquático” foi considerado o mais relevante na escala hierárquica ambiental, considerando-se especialmente seus efeitos sinérgicos sobre a região em estudo e sendo basicamente este o componente que apresenta a maior distinção entre as alternativas de arranjo, dadas suas semelhanças e localizações próximas.

Para a área em estudo, considerou-se a cobertura vegetal às margens do Rio São Manuel como um importante tensor ecológico que rege e direciona diversos aspectos da dinâmica ambiental da região. Este aspecto justificou a indicação do componente-síntese “Ecossistemas Terrestre” como segundo de maior relevância.

7.4.3.1 Ecossistema Aquático

7.4.3.1.1 Alteração das Características do Rio

A implantação de empreendimentos hidrelétricos pode impactar negativamente a qualidade das águas, devido à alteração do regime natural de fluxos e da velocidade da corrente, perturbando a dinâmica dos processos naturais dos cursos d’água existentes em sua área de influência direta, modificando as características físicas e químicas da água em determinados trechos do rio.

A mudança da característica de um rio, com ambientes tipicamente lóticos transformado em um sistema lêntico, após a formação de um reservatório, pode causar também mudança nos padrões de habitats disponíveis para ictiofauna, alterando a dinâmica entre composição e abundância das espécies.

7.4.3.1.2 Impacto da Área Alagada

O impacto da mudança de regime natural do rio pela implantação de um reservatório é sentido principalmente no trecho de rio a jusante. Assim, a alteração do regime do rio foi avaliada de acordo com o volume de cada reservatório.

A diminuição da vazão causa modificações no fluxo, temperatura e composição química da água, retenção de sólidos e nutrientes pela barragem, acarretando diversas alterações limnológicas nesse trecho do rio.

O controle de vazão causará ainda a oscilação de fluxo, produzindo intermitência da liberação de água pela usina, com efeitos negativos para a fauna aquática, principalmente para a ictiofauna na época da reprodução, devido ao sincronismo que os cardumes apresentam com as cheias em períodos reprodutivos. Nessa situação, poderá ocorrer redução das atividades de desova, com efeitos pouco previsíveis sobre a permanência da fauna na área diretamente afetada pelo reservatório.

Quanto maior for a capacidade de a alternativa modificar as condições do rio a jusante do conjunto de aproveitamentos, maiores serão os impactos.

7.4.3.1.3 Vazão Reduzida

Para se avaliar o impacto sobre a qualidade da água e a ictiofauna devido à formação de reservatórios é necessário considerar a implantação de trechos com vazão reduzida, também chamados de alças de vazão reduzida (AVR), compreendida entre o barramento e a casa de força, em usinas com derivação.

A baixa vazão nesses trechos, em boa parte do ano, reduz a velocidade da corrente e consequentemente as taxas de reparação e sua capacidade de autodepuração. A redução de qualidade nas AVRs está condicionada a diversos fatores, tais como a declividade do trecho, a existência e a qualidade de afluentes e a qualidade da água para as comunidades aquáticas.

A contribuição de afluentes de baixa qualidade nas AVRs intensifica o impacto gerado sobre a qualidade da água pela entrada de cargas de nutrientes e de outros compostos.

7.4.3.2 Ecossistema Terrestre

As áreas mais preservadas, compostas por vegetação em bom estado de conservação são ambientes capazes de abrigar muitas espécies da flora e da fauna. A interferência antrópica sobre esses ambientes, afeta de forma significativa os processos sistêmicos mantenedores da biodiversidade.

7.4.3.2.1 Flora

A presença de diferentes habitats nas áreas a serem alagadas por cada alternativa, bem como a probabilidade de ocorrência de espécies ameaçadas ou raras, indica como impacto decorrente a simplificação dos habitats e a diminuição da biodiversidade.

A vegetação marginal possui uma importância para a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres, como fornecimento de habitats e recursos para a anurofauna e ictiofauna alóctone.

A existência de áreas sem cobertura florestal nas proximidades da margem do Rio São Manuel sugere que, após a formação do reservatório selecionado, as áreas de floresta, hoje interconectadas pela vegetação ciliar poderão sofrer maior fragmentação, dificultando o trânsito da fauna local.

Além de compensar as áreas suprimidas pela formação do reservatório, a recuperação da mata ciliar da área de entorno do reservatório irá minimizar ou evitar os impactos sobre os ecossistemas aquáticos devido à instabilidade de encostas evitando aumento de sólidos em suspensão.

7.4.3.2.2 Fauna

Sabe-se que qualquer alteração na cobertura vegetal, especificamente no estrato heterotrófico de uma região, afeta a fauna local, seja por destruir ou modificar seus habitats, seja por interferir ou interromper os corredores pelos quais os animais costumam circular a procura de água, alimentos, locais para reprodução, bem como abrigo para espécies terrestres e aquáticas.

Este fato poderá resultar em um ambiente desequilibrado, onde muitas espécies podem ser afetadas diretamente, proporcionando um ambiente favorável à proliferação de espécies oportunistas. Este fato se deve as chamadas condições limitantes do ambiente sobre determinada espécie. Nesta visão, aqueles organismos que possuem grandes amplitudes de tolerância a fatores limitantes provavelmente terão distribuição mais ampla, ao contrário dos que possuem baixas tolerâncias.

7.4.4 Escolha da Alternativa

7.4.4.1 Aspectos Obtidos

Observou-se nos tópicos anteriores a formação das alternativas com seus arranjos e modulação das estruturas, desta forma agora é necessário compará-las em diversos quesitos que são considerados primordiais para a escolha de uma alternativa viável. Como as alternativas são competitivas e exequíveis do ponto de vista técnico, é necessário que se busque a comparação em fatores que ressaltem suas divergências. A alternativa deve apresentar as seguintes razões para ser selecionada:

- Maior potencial energético;
- Topografia favorável;
- Facilidade de acesso e logística;
- Condições geológicas mais seguras;
- Menor impacto fundiário e sobre a comunidade do seu entorno;
- Maior facilidade de execução;
- Menores impactos ambientais.

As características de cada aproveitamento influenciaram no grau de impacto em relação ao sistema ambiental. Para a quantificação do impacto de cada aproveitamento, foi particularmente relevante, além de sua situação geográfica, a área inundada e a existência ou não de trecho de vazão reduzida, o que implica em aumento ou redução de afetação da ictiofauna, de fragmentos vegetais e fauna associada, bem como em relação aos aspectos socioeconômicos.

A diferença entre as alternativas estudadas reside no circuito hidráulico, posicionamento da casa de força, barramento e área alagada.

De modo geral, considera-se que os impactos ambientais diretos e indiretos desencadeados pela instalação e operação do empreendimento estudado são de pequena magnitude, devido ao porte da CGH Gentil Amigo, sendo alguns desses impactos temporários e reversíveis, desde que sejam tomadas as devidas medidas preventivas e mitigadoras.

Por outro lado, a instalação dos empreendimentos acarretará aumento na arrecadação tributária, o que será representativo como fonte de receita aos municípios atingidos.

O empreendimento deverá representar também oportunidades de geração de emprego e renda, por meio da criação de novos postos de trabalhos diretos, e de forma indireta, com o aumento da demanda de produtos e serviços na região.

7.4.4.2 Conclusão

Nos itens anteriores foi possível verificar que a alternativa III apresentou-se mais atraente em relação às alternativas, principalmente do ponto de vista ambiental. De forma que, do ponto de vista ambiental, foram analisados todos os fatores que resultassem em um menor impacto a região estudada e o fato do barramento ser existente e a área alagada já estar formada, foram de extrema importância para a escolha. Além da alternativa III apresentar um maior potencial energético.

Durante a comparação e escolha da alternativa final para o empreendimento CGH Gentil Amigo, estudou-se exaustivamente todas as possibilidades de projeto, para chegar ao resultado que será detalhado no próximo capítulo. Analisou-se o empreendimento do ponto de vista energético, construtivo, ambiental e topográfico. E como resultado obteve-se um empreendimento com barragem existente à gravidade em concreto e rochas, com circuito hidráulico pela margem direita, composto de tomada d'água, canal adutor, câmera de carga, conduto forçado, casa de força e canal de fuga.

Todas as estruturas que compõem a CGH Gentil Amigo foram projetadas de forma a garantir o perfeito funcionamento do sistema, com a máxima segurança, garantindo assim o produto final do empreendimento, que é a energia elétrica para comercialização. Mostrando-se um ótimo empreendimento tanto para o empreendedor, quanto para os consumidores intermediários e finais.

Portanto, considerando todos os aspectos anteriormente relacionados fica estabelecida a Alternativa III para o arranjo geral da CGH Gentil Amigo.

7.5 ALTERNATIVA SELECIONADA

A alternativa selecionada situasse a margem direita do Rio São Manuel sentido a sua foz. Foi escolhido este local devido a sua topografia e ao baixo impacto ambiental, uma vez que seu lago está formado a muitos anos e já faz parte do ecossistema da região estudada. Esta alternativa é composta por uma barragem existente de baixa estatura onde a área alagada não será afetada, uma tomada d'agua, um canal de adução, uma câmera de carga, uma casa de força contendo 2 turbinas Francis de tamanhos diferentes e um canal de fuga.

7.5.1 Estudos Energéticos

Para garantir uma correta avaliação energética para a CGH Gentil Amigo, devem ser realizados estudos com o intuito de definir a potência a instalar, número de unidades geradoras e demais parâmetros, que garantam o aproveitamento ótimo do trecho do curso d'água apresentado no item anterior, em consonância com o preceito da modicidade tarifária.

A motorização adotada para o aproveitamento (potência instalada, número de unidades geradoras e capacidade de produção de energia) deve ser determinada com base na melhor eficiência do conjunto de geração de energia.

A forma de se determinar a produção energética das usinas hidrelétricas não despachadas centralizadamente foi definida pelo Ministério de Minas e Energia, através de sua Portaria nº 463, de 03 de dezembro de 2009.

A referida portaria estabelece que a garantia física de uma CGH é a energia média que o aproveitamento é capaz de gerar, levando-se em consideração a série de vazões, a queda líquida nominal, a indisponibilidade forçada, indisponibilidade programada, perdas elétricas até o ponto de conexão, o consumo interno e a potência instalada. Por isso, tomou-se como indicador da produção da CGH Gentil Amigo, a energia média gerada ao longo de todo o período histórico, a partir das vazões médias "diárias".

Cabe ressaltar que o Art. 4° da Portaria nº 376, de 5 de agosto de 2015 alterou a forma de cálculo prevista na Portaria nº 463, de 03 de dezembro de 2009 e, portanto, os estudos aqui apresentados consideram o engolimento mínimo das unidades geradoras para fins de cálculo da energia média gerada.

Nesta fase do estudo foram realizadas simulações da operação mensal da usina para determinação dos benefícios energéticos associados a diferentes valores de potência instalada, de modo a subsidiar a definição da potência mínima disponível no local.

A potência mínima foi definida a partir da definição do projeto da turbina, onde foi analisada sua faixa de operação útil, e suas limitações de funcionamento físicas-mecânicas.

7.5.1.1 Critérios Básicos

7.5.1.1.1 Dados Hidrológicos

No **Anexo 4 – Estudo hídrico**, é apresentada a série de vazões médias mensais do Rio São Manuel no eixo selecionado da CGH Gentil Amigo, para o período de janeiro de 1946 a dezembro de 2020.

O conceito do projeto define o aproveitamento como, barragem de borda-livre, tomada d'agua, canal de adução, câmera de carga, peneiras, conduto forçado, casa de máquinas e canal de fuga. Por esta razão, por haver parte do rio, onde será desviado o curso d'agua, permanentemente, é necessário prever a manutenção da vazão sanitária.

Considerou-se a existência de usos consuntivos a montante da CGH Gentil Amigo, respeitando-se o limite estabelecido na regulamentação vigente, neste caso a vazão para usos consuntivos foi estabelecida com sendo 0,20 m³/s.

Assim, a vazão disponível para geração corresponde à vazão afluente descontada a vazão sanitária mais a vazão para usos consuntivos.

7.5.1.1.2 Quedas

A queda líquida, para os estudos de potência instalada, foi calculada como a diferença entre as cotas dos níveis d'água máximo normal do reservatório e do nível do canal de fuga (variando de acordo com a curva chave), subtraído das perdas hidráulicas, estimadas inicialmente em 3,00% da queda bruta.

Uma vez calculada a permanência de quedas líquidas para o circuito hidráulico definitivo, foi estabelecida a queda de referência, bem como o NA Máx. Normal no canal de fuga.

7.5.1.1.3 Tipo de Turbina e Gerador

A definição do tipo de turbina foi estabelecida a partir da relação queda por vazão, como mostra a figura a seguir, um gráfico utilizado para a seleção preliminar do tipo de máquina, com destaque para queda de referência da CGH Gentil Amigo (Figura 7.10).

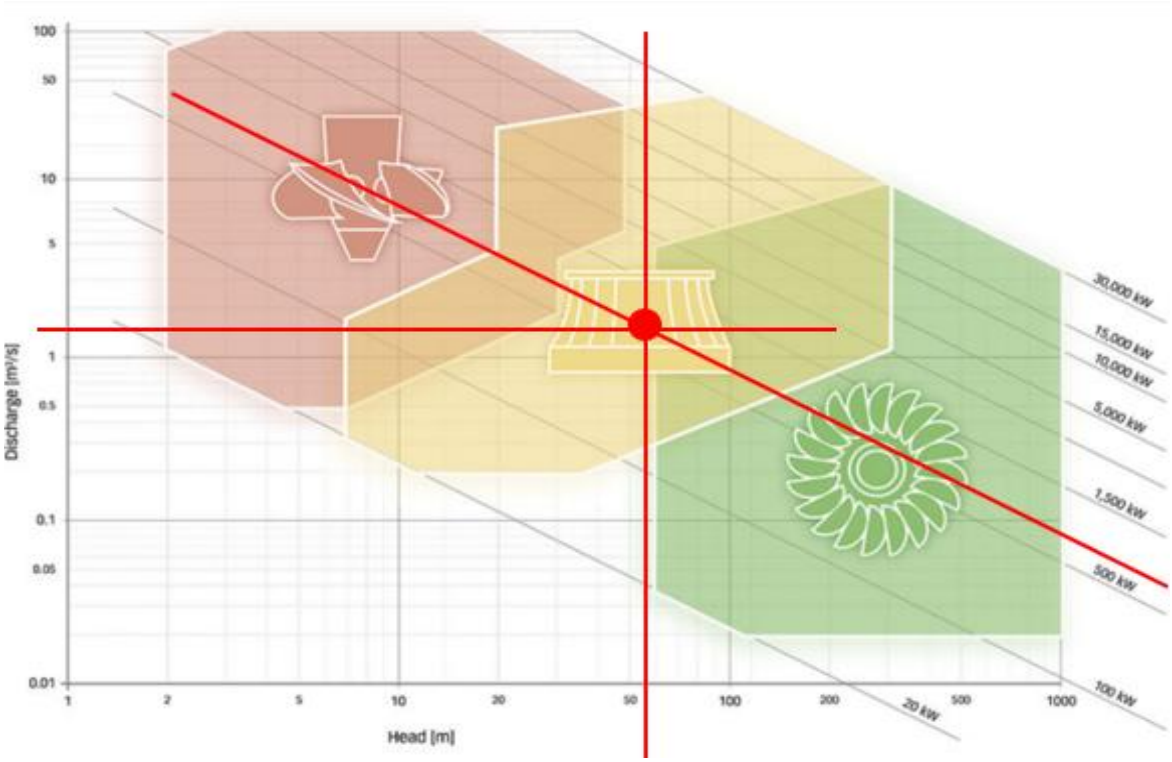


Figura 7.10: Gráfico para seleção preliminar do tipo de máquina.

Como a queda disponível situa-se numa faixa de utilização de turbina do tipo Francis, os estudos energéticos foram feitos considerando-a, dado que esse tipo de turbina gera menor manutenção, sendo mais comum em Centrais Geradoras Hidroelétricas.

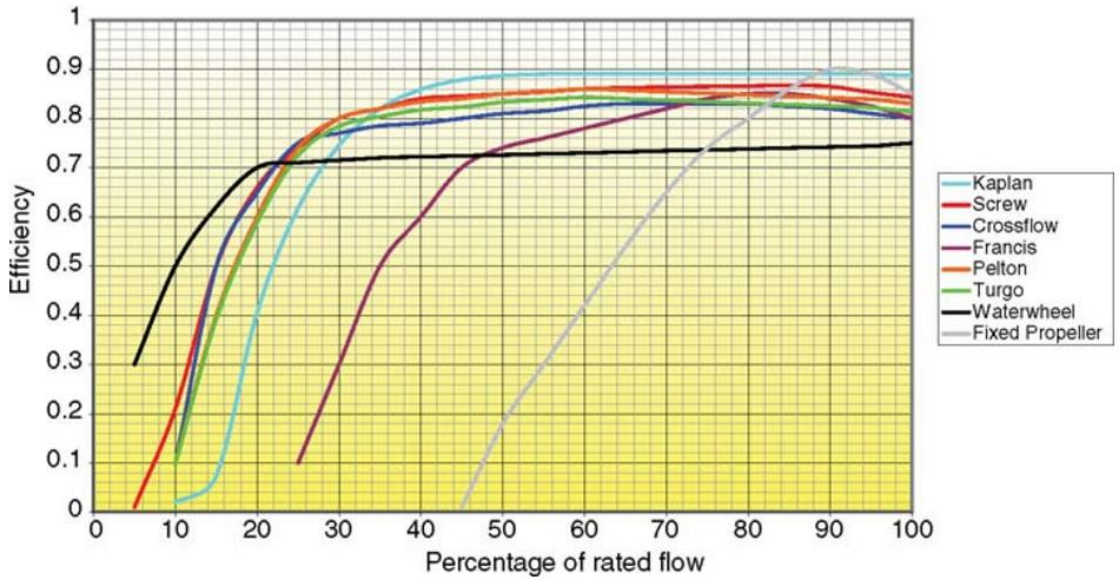


Figura 7.11: Curva de rendimento de diversos tipos de Turbinas.
Fonte: HidroGD, 2023.

Foi considerado um rendimento de 90,00% para as turbinas e 95,00% para os geradores, resultando em um rendimento médio de 85,50% para o grupo turbina gerador.

7.5.1.1.4 Integração ao Sistema

Considerou-se para fins de estudos energéticos finais a conexão da CGH Gentil Amigo na SE General Carneiro na tensão de 34,5 kV.

As perdas elétricas nominais correspondentes a CGH Gentil Amigo são estimadas inicialmente em 1,96% da potência instalada.

As perdas elétricas médias foram calculadas em 0,88% da potência nominal da usina e o consumo interno em 0,3% da potência instalada.

7.5.1.1.5 Indisponibilidade das Unidades Geradoras

Para definição da energia média, associada a cada nível de motorização e número de unidades geradoras, considerou-se que as unidades estarão indisponíveis quando a vazão afluente líquida for inferior a vazão mínima turbinada pela unidade de menor capacidade, bem como 106 horas de indisponibilidade forçada e 327 horas de indisponibilidade programada, conforme preconizado na Nota Técnica n° 068/2013-SRG-SGH/ANEEL.

7.5.1.1.6 Benefícios Energéticos

A energia média foi definida como o valor médio (em MW médio) das energias geradas ao longo de todo o período histórico simulado, considerando-se a indisponibilidade das unidades geradoras, as perdas associadas ao sistema de transmissão e o consumo interno.

Dessa forma a garantia física foi considerada como principal indicador da produção energética da usina e foi determinada com base no que preconiza a Portaria n° 463 de 03 de dezembro 2009 do Ministério de Minas e Energia, ressalvadas as diretrizes previstas no Art. 4° da Portaria nº 376, de 5 de agosto de 2015.

7.5.1.2 Curva de Motorização para Operação a Fio d'Água

A primeira avaliação energética realizada teve por objetivo a definição da curva de motorização, baseada na operação da usina a fio d'água, ou seja, sem qualquer influência da modulação do reservatório. Foram estudadas alternativas de potência instalada desde 0,20 MW até 1,80 MW, variando-se as potências a intervalos de 0,2 MW.

Para todas essas alternativas de potência, admitiu-se, para efeito de cálculo, a hipótese de motorização da usina com uma, duas, três, quatro e cinco unidades geradoras.

Nesta avaliação inicial as quedas líquidas foram consideradas como sendo iguais a 97,00% das quedas brutas obtidas entre o NA Normal de Montante e o NA Normal Jusante, ou seja, a perda de carga admitida é de 3,00%.

Os resultados obtidos nas simulações energéticas, considerando a operação individualizada da usina em regime de fio d'água, encontram-se Tabela 7.5 a seguir:

Tabela 7.5: Motorização CGH Gentil Amigo.

Potência Instalada	Vazão Turbinada	Energia Média	Fator de Capacidade
MW	m³/s	MWm	%
0,2	0,55	0,21	1,05
0,4	1,09	0,33	0,83
0,6	1,64	0,42	0,70
0,8	2,18	0,49	0,61
1	2,73	0,55	0,55
1,2	3,27	0,60	0,50
1,4	3,82	0,65	0,46
1,6	4,36	0,70	0,44
1,8	4,91	0,75	0,42

A Figura 7.12 apresenta a curva de motorização para as diversas configurações de potência instalada.

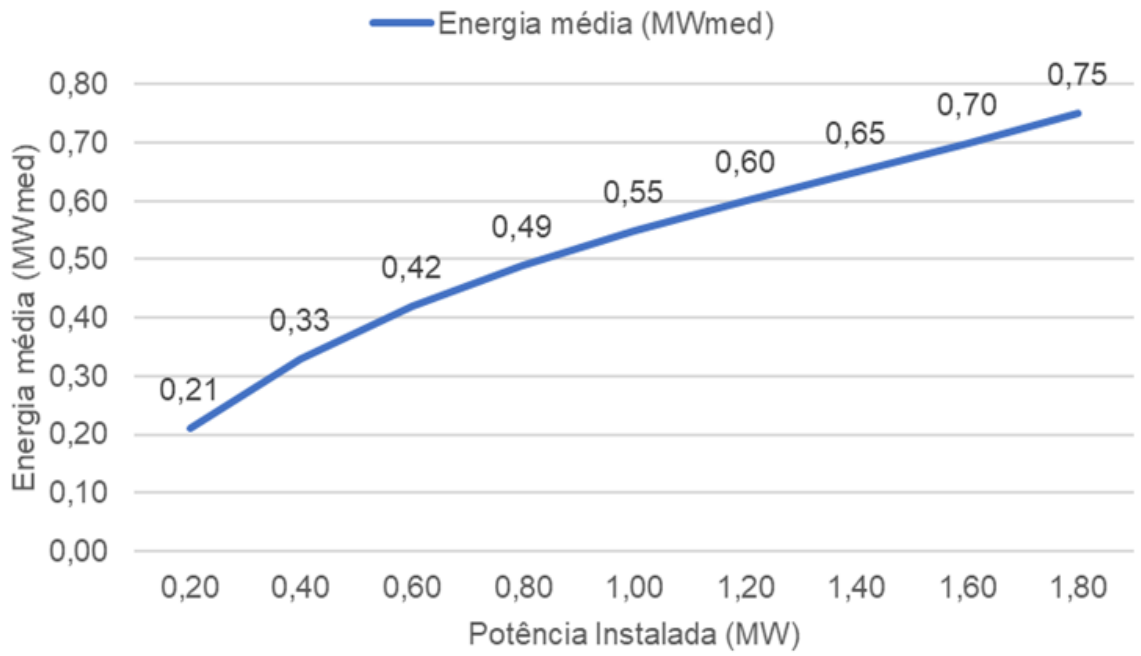


Figura 7.12: Curva de motorização – Potência x Energia Média.

A Figura 7.13 apresenta os percentuais de ocorrência de vazões afluentes líquidas inferiores a vazão mínima turbável em função da potência instalada e da indisponibilidade hídrica para o uso de 1 a 5 unidades geradoras.

Nas simulações, foi admitido que cada turbina poderia operar com um engolimento mínimo de 35% de seu engolimento nominal, haja vista, que foi previsto a utilização de turbinas Francis.

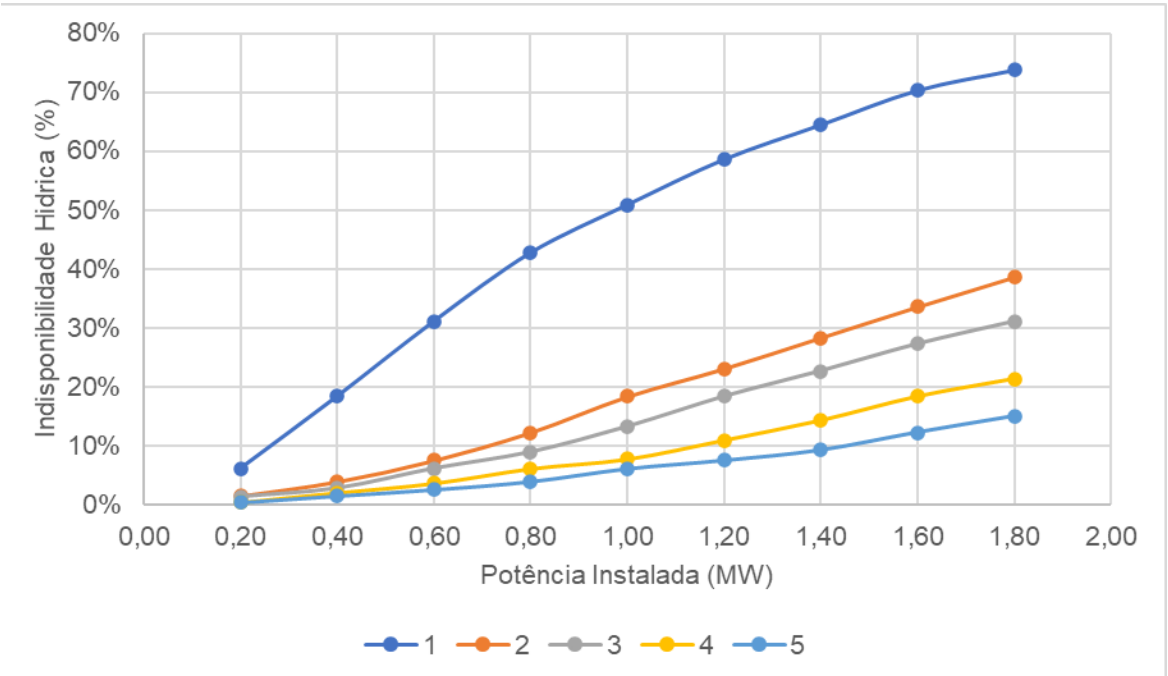


Figura 7.13: Indisponibilidade hídrica X Potência Instalada.

7.5.1.3 Definição do Número de Unidades Geradoras

A definição do número de unidades geradoras, foi feita a partir de comparações e cálculos, a fim de se obter uma melhor eficiência hídrica. Para isso foi determinado como parâmetro um índice mínimo de disponibilidade hídrica de 80% da vazão que o Rio São Manuel oferece, visto que a vazão remanescente terá que ser respeitada na área de vazão reduzida do rio (Tabela 7.6).

Tabela 7.6: Definição do número de unidades geradoras em referência a disponibilidade hídrica.

Potência Instalada (MW)	Unidade Geradora 1	Unidade Geradora 2	Unidade Geradora 3	Unidade Geradora 4	Unidade Geradora 5
0,20	93,89%	98,48%	98,69%	99,59%	99,59%
0,40	81,65%	96,07%	97,24%	97,95%	98,48%
0,60	68,90%	92,48%	93,89%	96,36%	97,42%
0,80	57,27%	87,74%	91,10%	93,89%	96,07%
1,00	49,13%	81,65%	86,77%	92,27%	93,89%
1,20	41,43%	76,91%	81,65%	89,06%	92,48%
1,40	35,57%	71,67%	77,32%	85,69%	90,72%
1,60	29,73%	66,44%	72,71%	81,65%	87,74%
1,80	26,28%	61,40%	68,90%	78,67%	85,01%

Sabendo que o custo de uma unidade de geração, (turbina e gerador) não é linear ao valor da potência, quanto, mas unidades maiores, são os valores gastos para a implantação, quanto menos unidades menores são os valores gastos para a mesma potência.

Quanto a operação, fica mais complexa quando a uma quantidade maior de unidades de geração em funcionamento.

Em contrapartida, quanto menos unidades menos se aproveita o recurso hídrico disponível, pois as turbinas operam com uma curva e rendimento, e se estiverem em aberturas muito baixar acabam tendo um rendimento ruim.

Consideramos neste caso que para turbina Francis, com um rendimento aceitável de abertura acima de 35% da vazão mínima turbinada, uma indisponibilidade de 18,35% do tempo.

A Figura 7.14 representa graficamente a disponibilidade hídrica, associado à implantação da usina na configuração de potência instalada e número de unidades geradoras.

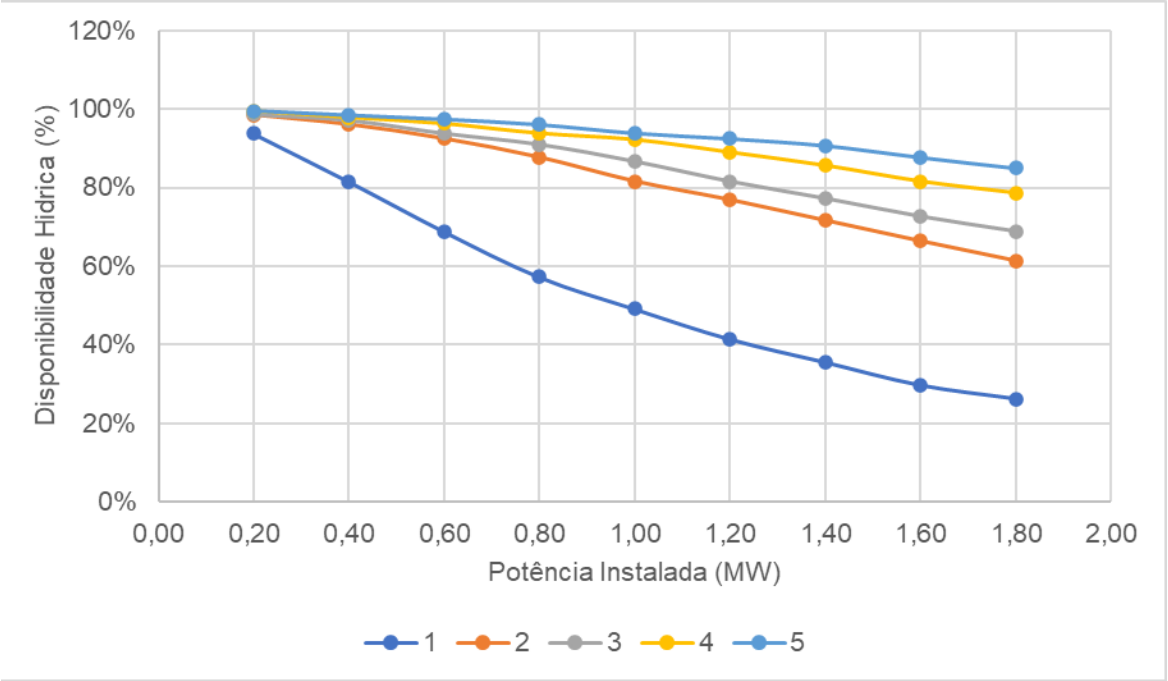


Figura 7.14: Disponibilidade Hídrica (%).

Dessa forma, a adoção de duas unidades geradoras pode garantir a operação mais eficaz sob o ponto de vista do fator de capacidade e de disponibilidade hídrica em todas as faixas de motorização avaliadas.

Com isso optou-se por adotar a configuração com duas unidades geradoras para os estudos de motorização da CGH Gentil Amigo.

7.5.1.4 Definição da Potência Instalada

Uma vez que foram estabelecidos os parâmetros básicos de locação de eixos, arranjo para o sistema de adução, número de unidades geradoras e deplecionamento, pode-se obter uma curva de motorização final baseada na metodologia preconizada na Portaria n° 463/2009, de modo que possam ser avaliados os benefícios energéticos finais das diversas alternativas de motorização.

A Tabela 7.7 apresenta os parâmetros físicos definidores do potencial hidrelétrico que tem influência direta sobre a garantia física do empreendimento, para os diferentes níveis de motorização avaliados nesta etapa do projeto.

Tabela 7.7: Parâmetros Energéticos finais para estudos de motorização.

Parâmetros energéticos	Valores	Medidas
Nível de água normal de montante	1025,52	m
Nível de água máximo Maximorum	1026,52	m
Nível de água mínimo de montante	1025,00	m
Nível de água médio	1025,68	m
Nível de água normal de jusante	973,20	m
Altura de Operação	52,32	m

Parâmetros energéticos	Valores	Medidas
Perda hidráulica no circuito adutor -Hb	3,00	%
Fator de indisponibilidade forçada	97,00	%
Rendimento médio do conjunto turbinas	90,00	%
Rendimento médio do conjunto gerador	95,00	%
Rendimento médio do conjunto turb/mult/ger/trans	85,5	%
Queda líquida - Hl	50,75	m
Potência instalada	1,00	MW
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Vazão mínima Turbinada	0,28	m³/s
Vazão Q10. 7 - Usina	0,20	m³/s
Vazão mínima média mensal observada	0,19	m³/s
Vazão remanescente Q7.10	0,20	m³/s
Vazão média do aproveitamento	1,80	m³/s
Área de drenagem posto de dados de origem	174,00	km²
Área de drenagem local de estudo	60,00	km²
Relação de áreas	0,34	
Energia Média	0,55	MWmed
Fator de Capacidade	0,55	%
Número de Turbinas	2	unidade
Potência Turbina 01	0,40	MW
Potência Turbina 02	0,60	MW

A partir das características físicas e dos parâmetros energéticos básicos, definidos na normatização que rege o cálculo da garantia física para empreendimentos de geração hídrica não despachados centralizadamente, foram determinados os benefícios energéticos de cada alternativa de motorização.

A Tabela 7.8 apresenta o resultado das simulações energéticas para o intervalo de potência de 0,20 a 1,80 MW com base na Portaria n° 463/2009-MME.

Tabela 7.8: Resultado da simulação energética – Base Portaria n° 463/2009-MME.

Potência Instalada	Vazão Turbinada	Energia Média	Fator de Capacidade
MW	m³/s	MWm	-
0,2	0,55	0,21	1,05
0,4	1,09	0,33	0,83
0,6	1,64	0,42	0,70
0,8	2,18	0,49	0,61
1	2,73	0,55	0,55
1,2	3,27	0,60	0,50
1,4	3,82	0,65	0,46
1,6	4,36	0,70	0,44
1,8	4,91	0,75	0,42

Os valores apresentados na tabela anterior estão plotados no gráfico da Figura 7.15.

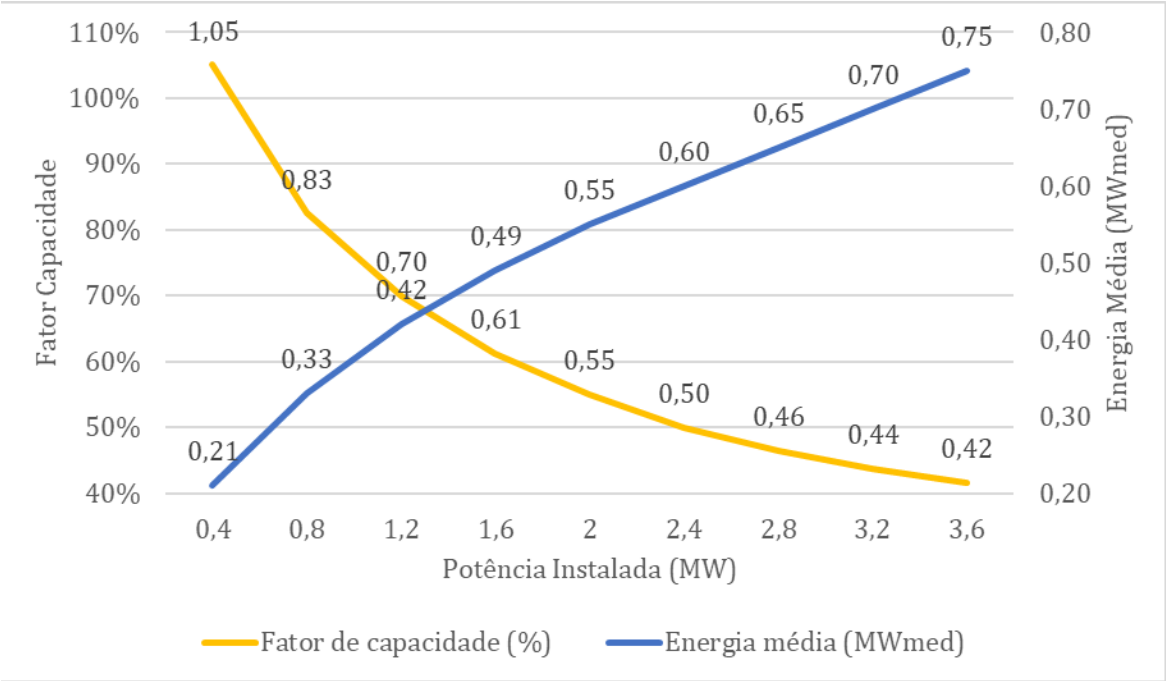


Figura 7.15: Curva de motorização para a CGH Gentil Amigo.

Para o caso específico da CGH Gentil Amigo a faixa de queda deve conduzir a uma motorização próxima com fator de capacidade da referência nacional, que é de 0,55.

Para chegar num valor que seja admissível em questões do melhor uso possível da curva hídrica que o Rio São Manuel oferece, foi levantado qual seria o incremento energético para cada faixa de potência instalada estudada.

A Figura 7.16 apresenta a curva de incremento energético com o aumento da potência instalada.

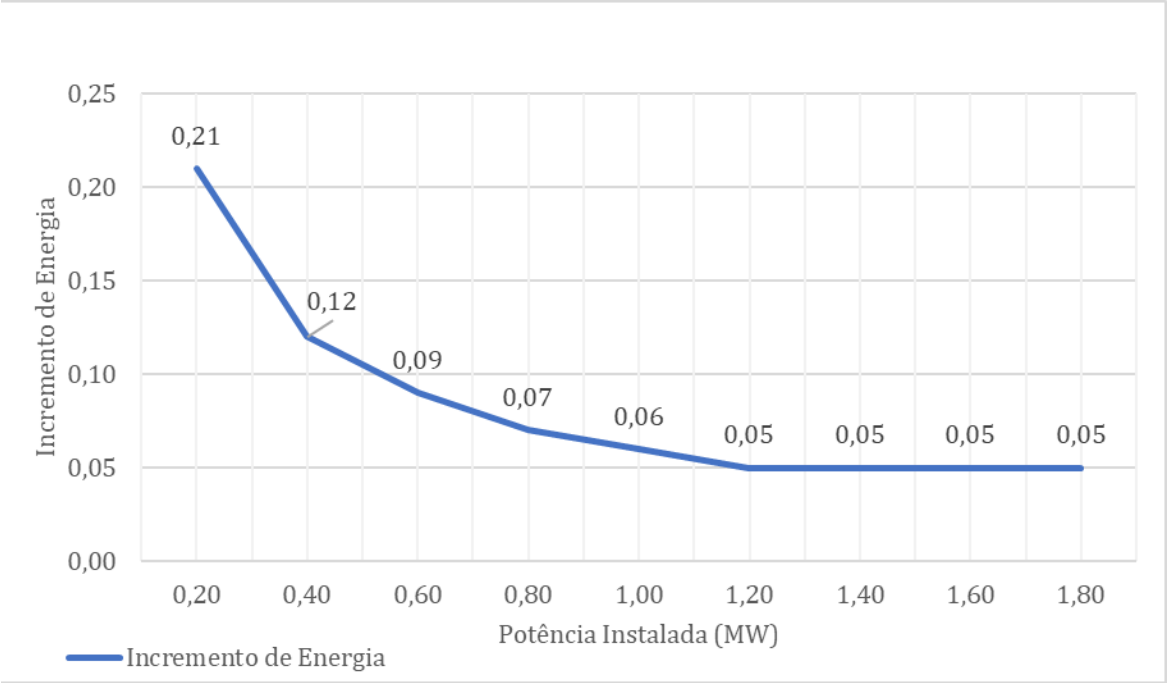


Figura 7.16: Curva de Incremento Energético.

Dessa maneira após a definição da curva de motorização e do número de turbinas, foram definidos os parâmetros básicos de garantia física, associados a cada nível avaliado, com objetivo de definir a potência instalada ótima para o aproveitamento sob a ótica de eficiência energética.

A análise de motorização através da metodologia de garantia física do aproveitamento, a energia incremental confirma a potência de 1,00 MW para a CGH Gentil Amigo, sendo que para essa potência instalada aproximasse do valor de referência adotado nestes estudos.

7.5.1.5 Parâmetros Energéticos Finais

Após a definição do nível de motorização que garante a CGH Gentil Amigo o enquadramento no preceito da modicidade tarifária, bem como, dos parâmetros físicos que refletem o aproveitamento ótimo do curso d'água, foram definidos os parâmetros energéticos finais para esta usina conforme o que segue abaixo.

A vazão turbinada foi definida em 2,73 m³/s, que sob queda bruta nominal de 52,32 metros e rendimento nominal para conjunto turbina e gerador de 85,5% geram a potência instalada de 1.000 kW nos barramentos do gerador.

Foi determinado como padrão dimensional final do sistema de adução que a perda de carga seja estabelecida em 3% da queda bruta, garantindo a queda líquida de 50,75 metros.

Conforme definido na legislação vigente foi estabelecido o limite de 106 horas anuais de paralisações forçadas e 327 horas anuais de paralisações programadas de modo que se tem como resultado a Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF) de 1,26% e Indisponibilidade Programada (IP) de 3,73%.

A vazão de usos consultivos foi definida como sendo 0,02 m³/s conforme os estudos hidrológicos.

As perdas médias do sistema de transmissão e o consumo interno foram definidos para o limite de 0,88% e 0,30% da potência nominal, respectivamente. Com isso o consumo interno é de 0,0072 MW médios.

Através desses parâmetros e do que é preconizado na Portaria nº 463 de 9 de dezembro de 2009 do Ministério de Minas e Energia calculou-se como energia média gerada pela CGH Gentil Amigo o montante de 4.752,00 MWh/ano, equivalente a 0,55 MWh médios.

Na consolidação dos estudos energéticos definiram-se também os parâmetros básicos ao dimensionamento final das estruturas hidráulicas, equipamentos eletromecânicos e sistema de transmissão associado.

A Tabela 7.9 apresenta a curva de permanência de vazões bem como os parâmetros hidrológicos considerados.

Tabela 7.9: Parâmetros hidrológicos.

Vazões Características		
Vazão Turbinada	2,73	m³/s
Vazão Média de Longo Termo (QMLT)	1,80	m³/s
Vazão Remanescente (Sanitária)	0,20	m³/s
Vazão de Usos Consuntivos	0,02	m³/s
Vazão 100% do tempo	0,10	m³/s
Vazão 95% do tempo	0,38	m³/s
Vazão 90% do tempo	0,48	m³/s
Vazão 85% do tempo	0,55	m³/s
Vazão 80% do tempo	0,62	m³/s
Vazão 75% do tempo	0,69	m³/s
Vazão 70% do tempo	0,76	m³/s
Vazão 65% do tempo	0,82	m³/s
Vazão 60% do tempo	0,93	m³/s
Vazão 55% do tempo	1,02	m³/s
Vazão 50% do tempo	1,10	m³/s
Vazão 45% do tempo	1,23	m³/s
Vazão 40% do tempo	1,39	m³/s
Vazão 35% do tempo	1,54	m³/s
Vazão 30% do tempo	1,71	m³/s
Vazão 25% do tempo	1,97	m³/s
Vazão 20% do tempo	2,31	m³/s
Vazão 15% do tempo	2,82	m³/s
Vazão 10% do tempo	3,59	m³/s
Vazão 5% do tempo	5,43	m³/s

Os dados da tabela anterior são apresentados graficamente na Figura 7.17.

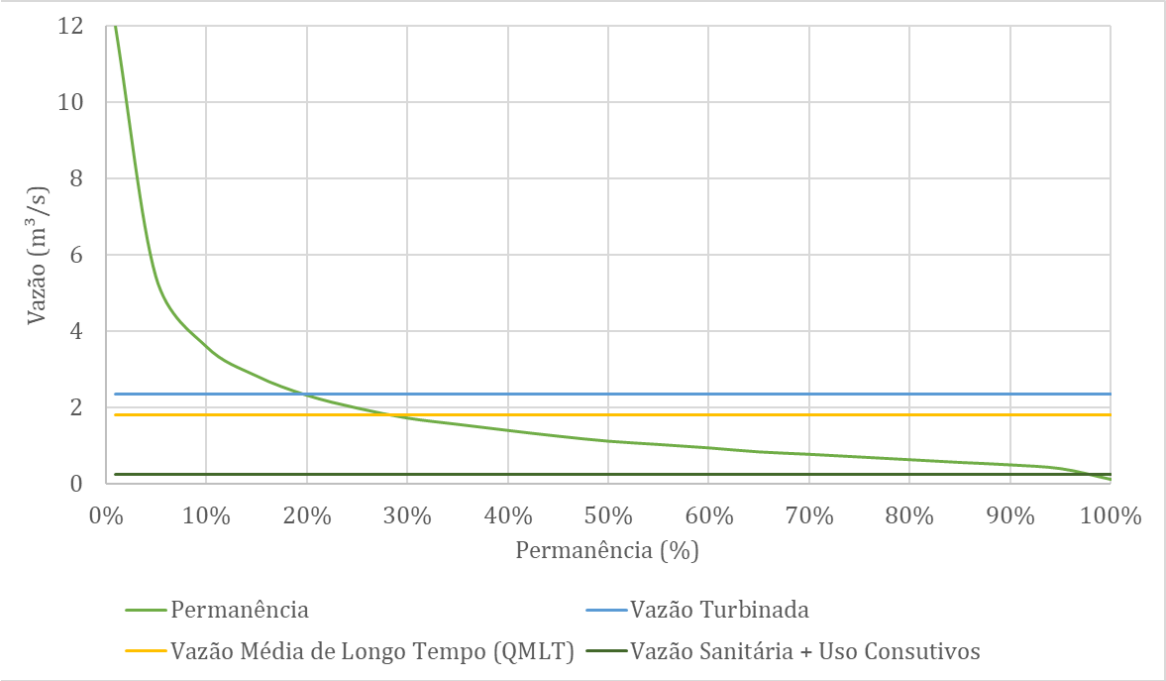


Figura 7.17: Curva de vazões características.

Os dados da curva cota-volume, da curva de descarga do vertedouro e da curva chave do canal de fuga associados à simulação dos períodos hidrológicos permitiram a definição da curva de permanência de quedas para a CGH Gentil Amigo conforme apresentado na Figura 7.18.

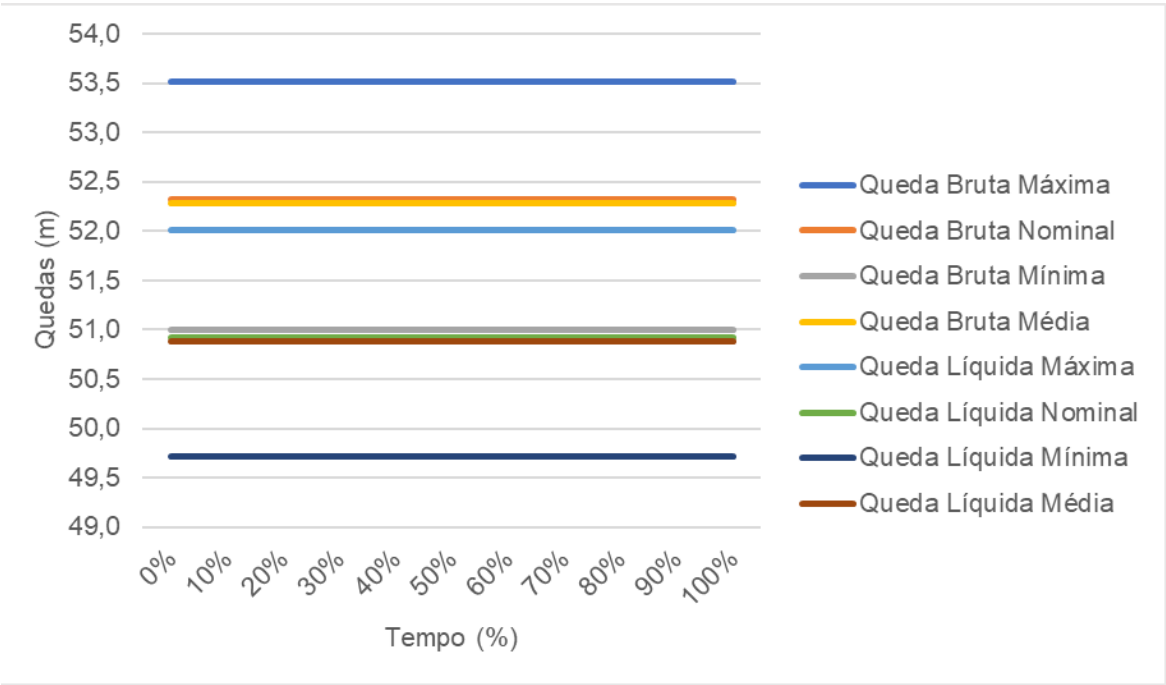


Figura 7.18: Curva de Permanência de Queda.

Os parâmetros de níveis operacionais e queda são apresentados na Tabela 7.10.

Tabela 7.10: Níveis Operacionais e Quedas.

NÍVEIS OPERACIONAIS		
Nível de água normal de montante	1025,52	m
Nível de água máximo Maximorum	1026,52	m
Nível de água mínimo de montante	1025,00	m
Nível Médio de Montante	1025,68	m
Nível Normal Jusante	973,2	m
Nível Máximo Jusante	974,00	m
Nível Mínimo Jusante	973,00	m
Nível Médio de Jusante	973,40	m
QUEDAS		
Queda Bruta Máxima	53,52	m
Queda Bruta Nominal	52,32	m
Queda Bruta Mínima	51,00	m
Queda Bruta Média	52,28	m
Queda Líquida Máxima	52,01	m
Queda Líquida Nominal	50,92	m
Queda Líquida Mínima	49,71	m
Queda Líquida Média	50,88	m
PERDA DE CARGA		
Perda de Carga Máxima	1,5150	m
Perda de Carga Nominal	1,4022	m
Perda de Carga Mínima	1,2871	m
Perda de Carga Média	1,4014	m

A Tabela 7.11 apresenta os valores finais de indisponibilidade considerados nas simulações energéticas realizadas.

Tabela 7.11: Indisponibilidades.

INDISPONIBILIDADES		
Indisponibilidade Forçada	106	horas
Indisponibilidade Programada	327	horas
TEIF	1,26	%
IP	3,73	%

A Tabela 7.12 apresenta as perdas características da Linha de Transmissão, bem como, o consumo interno da unidade geradora.

Tabela 7.12: Perdas e consumo interno na unidade geradora.

PERDAS NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO		
Perda Máxima	27,44	kWh
Perda Percentual Máxima (Nominal)	1,96	%

Perda Média	12,32	kWh
Perda Percentual Média	0,88	%
CONSUMO INTERNO		
Consumo Interno Máximo	4,23	kWm
Consumo Interno Médio	4,20	kWm
Consumo Interno Mínimo	4,17	kWm

A Tabela 7.13 apresenta os parâmetros mínimos exigíveis para as características de rendimento de turbina e gerador.

Tabela 7.13: Rendimento de Turbinas e Gerador.

RENDIMENTO DE TURBINA E GERADOR		
Rendimento nominal da turbina	90,0	%
Rendimento nominal do gerador	95,00	%
Rendimento do conjunto turbina e gerador	85,5	%

A produtibilidade da CGH Gentil Amigo foi calculada para as diferentes condições de queda bruta conforme apresentado anteriormente.

A Figura 7.19 apresenta a curva de permanência de potência, indicando também a potência média gerada. Cabe registro de que a potência média não engloba a indisponibilidade das unidades geradoras, a perda no sistema de transmissão e o consumo interno.

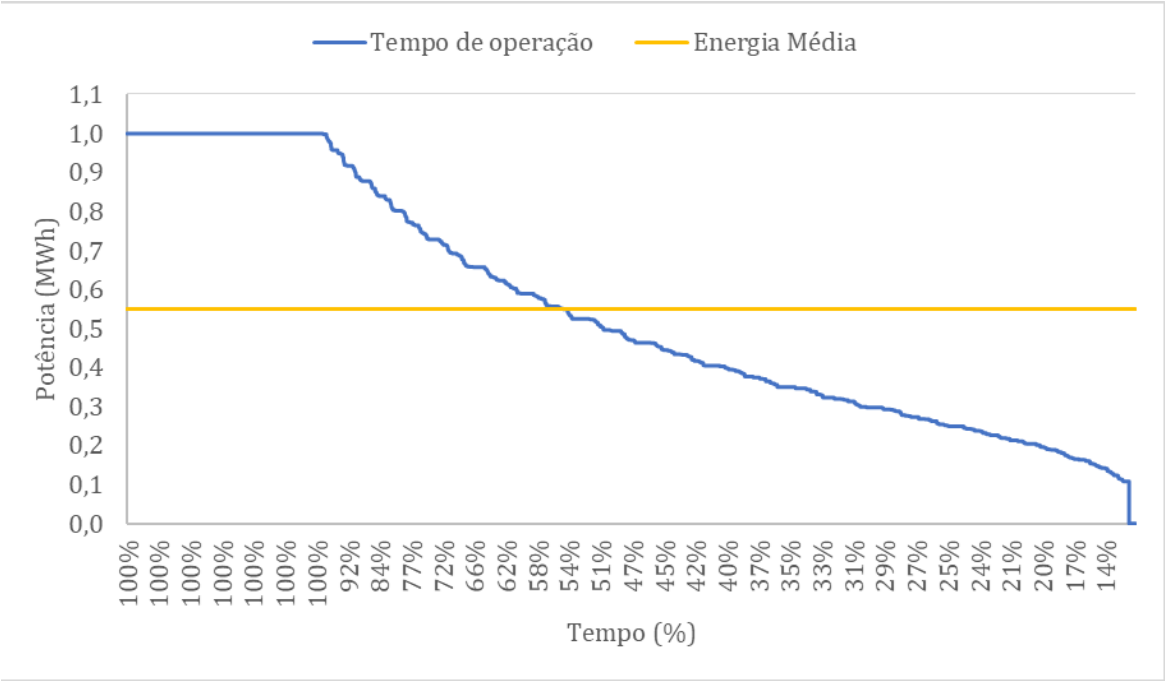


Figura 7.19: Curva de permanência de potência.

A Figura 7.20 apresenta curva de motorização de cada unidade geradora da CGH Gentil Amigo. Através de cálculos numéricos, ele busca o conjunto ideal de tamanho de cada

unidade geradora, lavando em consideração a curva de eficiência da turbina e a curva de permanência hídrica diária do trecho do rio em estudo.

Neste gráfico é possível analisar a faixa de operação de cada unidade geradora, e a eficiência muito próxima do real que o conjunto vai gerar ao longo do tempo.

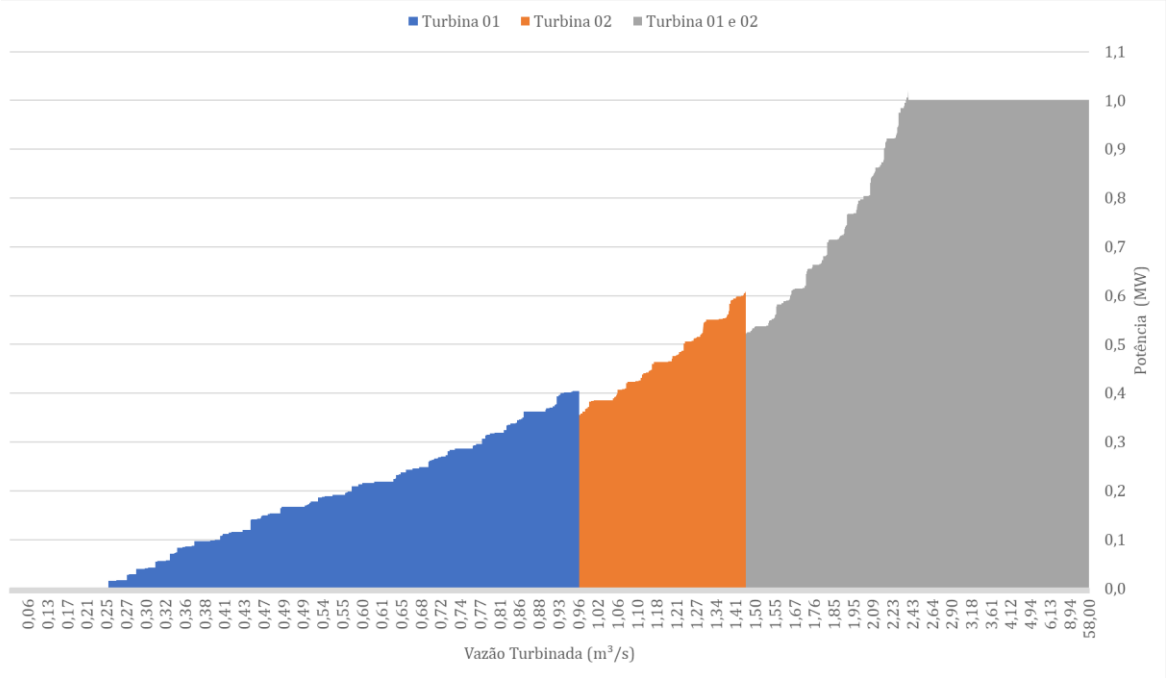


Figura 7.20: Curva de motorização com a utilização das 3 unidades geradoras.

A Tabela 7.14 apresenta as características finais de potência e energia para a configuração da CGH Gentil Amigo com 1,00 MW.

Tabela 7.14: Características finais de potência e energia para a CGH Gentil Amigo.

POTÊNCIA		
Potência Instalada Nominal	1,0	MW
Engolimento Nominal	2,73	m³/s
Número de Unidades Geradoras	2	-
Potência instalada Mínima UG1	0,08	MW
Potência instalada Mínima UG2	0,40	MW
Potência instalada Unitária máxima UG1	0,40	MW
Potência instalada Unitária máxima UG1	0,60	MW
Potência instalada Média	0,50	MW
Engolimento Nominal UG	1,09	m³/s
Engolimento Nominal UG2	1,64	m³/s
Engolimento Mínimo UG1	0,38	m³/s
Engolimento Mínimo UG2	1,09	m³/s
ENERGIA MÉDIA		
Produção Energética Média Mensal	0,55	MWh
Produção Energética Máxima Mensal	1,00	MWh
Energia Média (Garantia Física)	0,55	MWh

Fator de Capacidade – Garantia Física	55	%
Queda Líquida Mínima	49,71	m
Queda Líquida Máxima	52,01	m

A Figura 7.21 apresenta o histograma da geração mínima mensal na CGH Gentil Amigo para o período simulado.

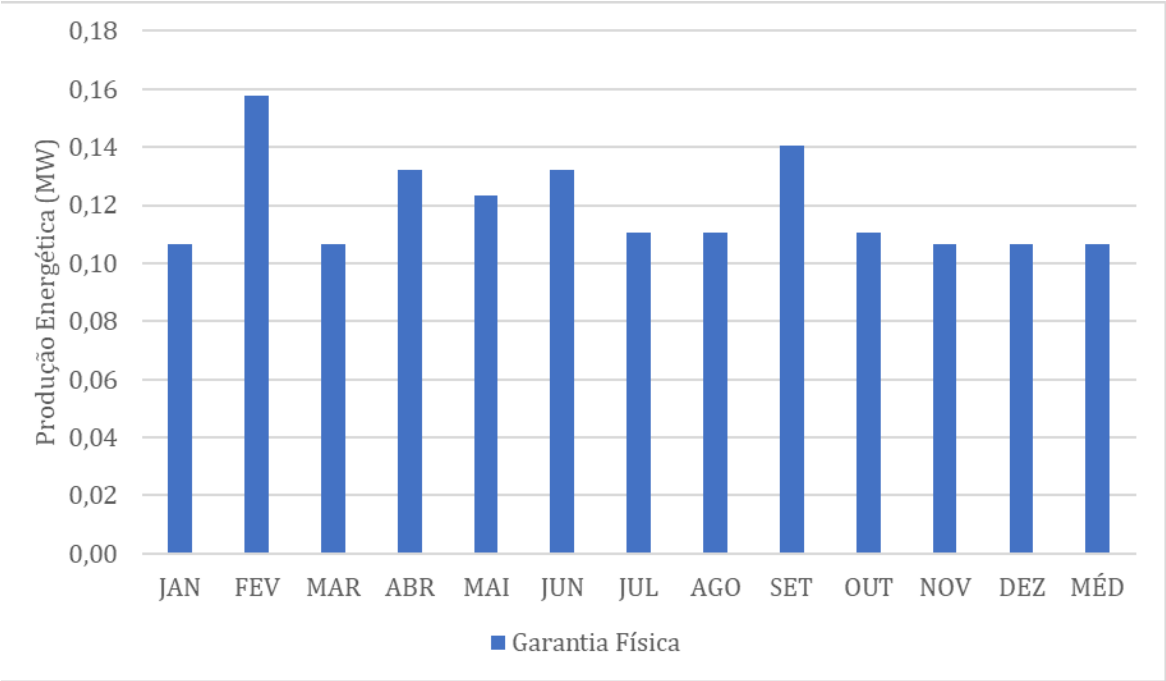


Figura 7.21: Histograma de geração mínima mensal.

A Figura 7.22 apresenta o histograma da geração média mensal na CGH Gentil Amigo para o período simulado.

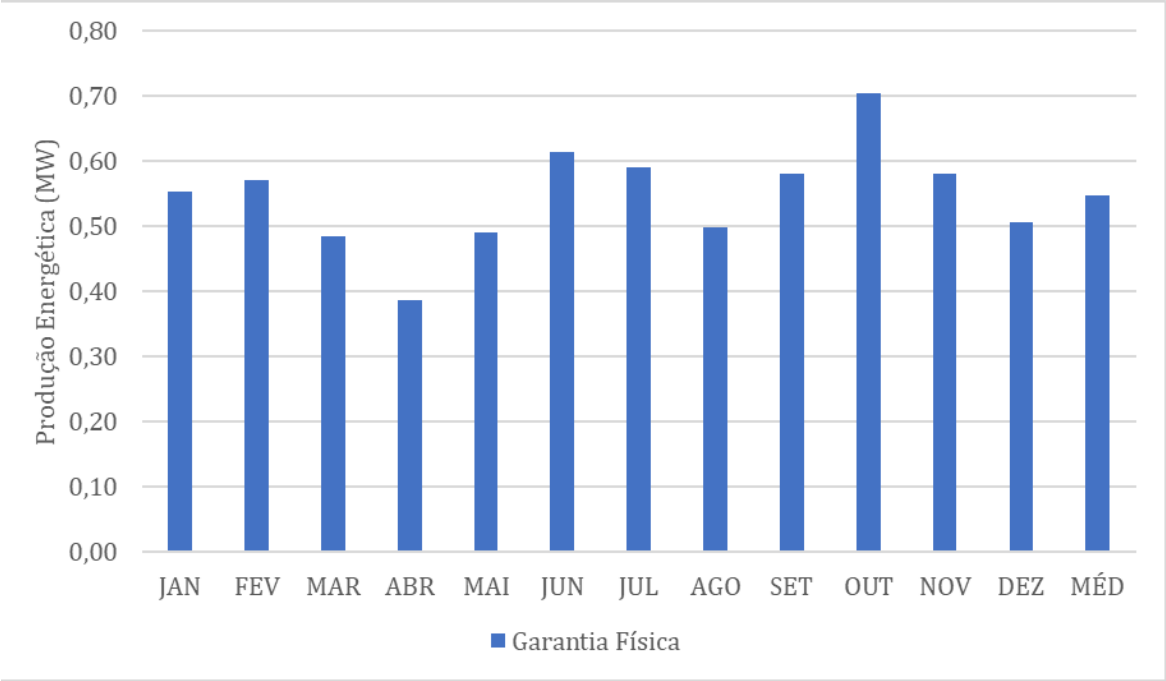


Figura 7.22: Histograma de geração média mensal.

A Figura 7.23 apresenta o histograma da geração máxima mensal na CGH Gentil Amigo para o período simulado.

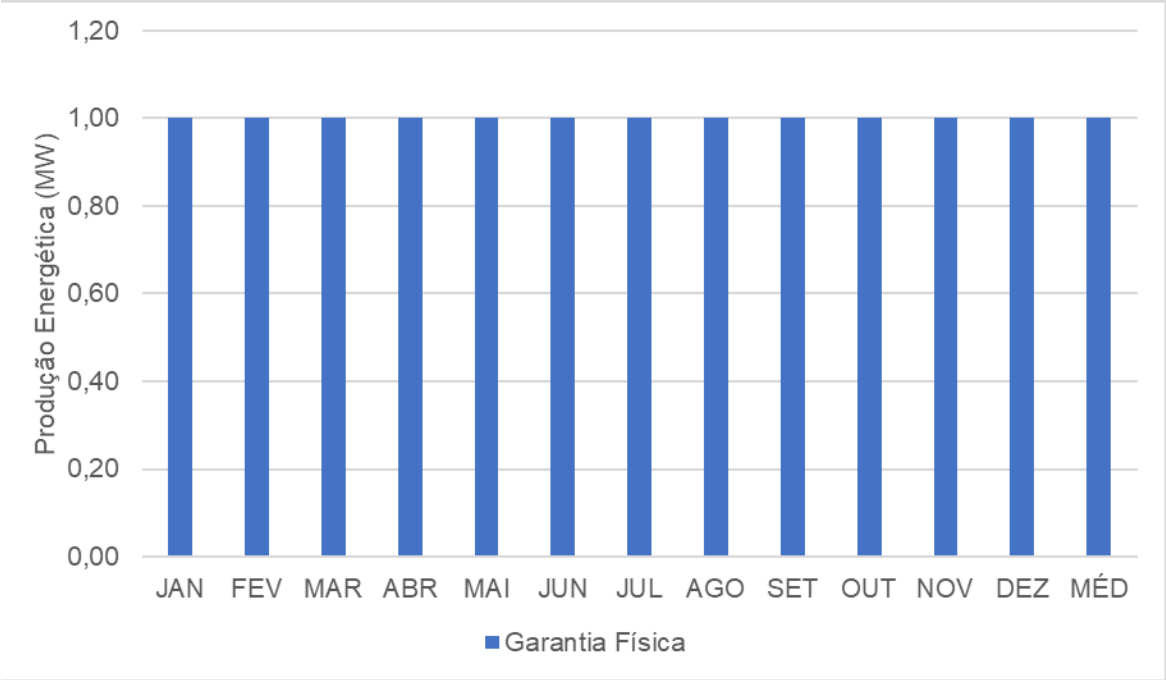


Figura 7.23: Histograma de geração máxima mensal.

A Figura 7.24 apresenta o histograma da geração média anual na CGH Gentil Amigo para o período simulado.

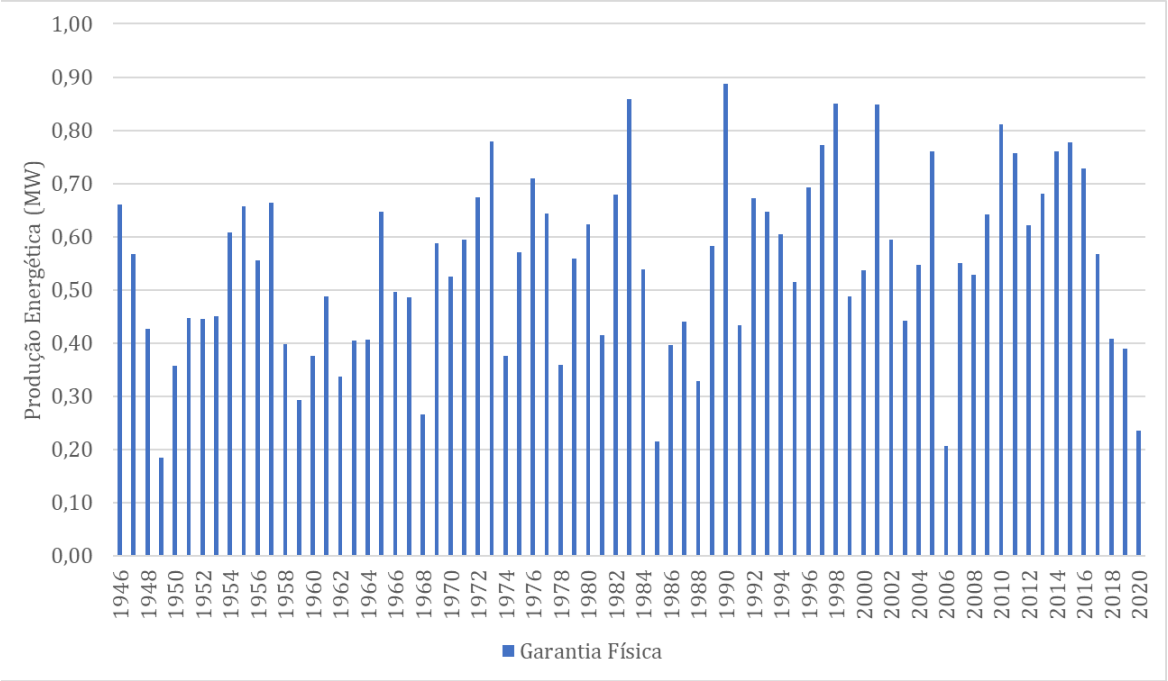


Figura 7.24: Histograma de geração média anual.

8 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

8.1 MEIO FÍSICO

8.1.1 Geologia, Geomorfologia, Espeleologia e Pedologia

8.1.1.1 Introdução

As Centrais Geradoras Hidrelétricas são pequenas usinas que utilizam a força e pressão da água para gerar energia elétrica com potenciais entre 0 e 5MW. Localizada na Bacia do Rio Iguaçu, a CGH Gentil Amigo está projetada no Rio São Manuel, município de General Carneiro no sul do Estado do Paraná.

Um Diagnóstico Ambiental visa principalmente o auxílio para análises futuras que englobam meios físico, biótico e socioeconômico como a avaliação de impactos e ações de controle ambiental que podem ser necessários na permissão das fases posteriores de um licenciamento.

Se tratando do Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, mais especificamente do solicitado ao presente empreendimento, deve ser caracterizado os principais elementos como: Geologia, Geomorfologia, Espeleologia, Pedologia, Recursos Hídricos Subterrâneos, Recursos Hídricos Superficiais e Clima.

O presente relatório abordará além da metodologia e considerações, apenas os cinco primeiros elementos citados anteriormente, desmembrando-os quando necessário, por exemplo os capítulos de Geologia e Geomorfologia serão abordados de forma Local e Regional, além da Geotecnia e Processos Minerários que estão diretamente ligados a estes elementos.

O Diagnóstico Ambiental do Meio Físico da CGH Gentil Amigo servirá de suporte para o Prognóstico Ambiental, que será apresentado após a caracterização da área, apontando as medidas mitigadoras para os principais impactos que devem ser sofridos pelo meio ambiental com a construção deste empreendimento.

De modo geral, o presente relatório aborda a delimitação das áreas de influência do empreendimento, a caracterização do meio físico das áreas de interesse da CGH Gentil Amigo através do Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, mapas que demonstram a disposição espacial destes elementos, bem como um levantamento bibliográfico e as verificações em campo. Por fim, a apresentação do Prognóstico Ambiental do Meio Físico.

8.1.1.2 Metodologias

O presente Relatório Ambiental do Meio Físico para a CGH Gentil Amigo seguiu a seguinte metodologia:

- Definição das Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento;
- Análise bibliográfica e cartográfica já existente na região, como mapas/estudos geológicos, pedológicos, geomorfológicos, geotécnicos e de águas subterrâneas assim como registros de cavidades, ocorrências de fósseis e recursos minerários, sendo usado como base para as etapas seguintes;

- Estudo de campo, reconhecimento geológico, pedológico, geomorfológico e espeleológico, para registros fotográficos e coleta de amostras de solo e rocha para melhor descrição (**Anexo 5 – Metodologia**);
- Descrição das amostras de mão para detalhar as unidades geológicas e pedológicas da área;
- Aplicação de uma análise multicritério para descrição geotécnica do local;
- Análise integrada das informações existentes na área;
- Avaliação dos Impactos Ambientais e proposição de medidas mitigadoras, bem como apresentação de uma Matriz de Síntese dos Impactos Ambientais.

O mapeamento base da geomorfologia foi utilizada a partir de MINEROPAR e UFPR (2006), tendo em vista a menor escala possível (1:250.000) além de se tratar de autores locais. Já a pedologia neste caso, adotando a menor escala encontrada (1:250.000) foi utilizado das informações existentes no mapeamento do IBGE (2021).

No caso da geologia, foram utilizados os mapeamentos feitos para o Grupo Serra Geral no Estado do Paraná, de Arioli e Licht (2013) e Licht e Arioli (2018), com complemento do IBGE (2021). A Hidrogeologia foi utilizada pelo mapeamento existente na Carta das Águas Subterrâneas do Paraná de autoria do Ministério do Meio Ambiente (2015).

Em relação aos dados de registros, como cavidades, foram adquiridos pelo Cadastro Nacional de Informações Espeleológica (CECAV, 2021) do ICMBio, bem como o seu potencial de ocorrência.

Para os processos minerários, a consulta se deu através da plataforma de Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), da Agência Nacional de Mineração (ANM), para visualização dos cadastros existentes na área.

As ocorrências fossilíferas, foram adquiridas através da CPRM, na Base PALEO, proveniente do Sistema GeoSGB.

Por fim, as avaliações do contexto geotécnico foram geradas a partir da metodologia de Crepani *et al*. (2001) para suscetibilidade de movimentos de massa e Petsch *et al*. (2012) para suscetibilidade de erosão.

Os resultados do Relatório Ambiental do Meio Físico da CGH Gentil Amigo podem ser visualizados a seguir.

8.1.1.3 Áreas de Influência

Área de influência de um empreendimento deve compreender o espaço que está passível a consequências ou modificações no decorrer do planejamento, implantação e operação de uma obra.

Para definir as áreas de influência, deve ser levado em consideração o espaço geográfico em que serão realizados os levantamentos de dados e informações que permitirão auxiliar o diagnóstico, neste caso, para o meio físico.

A CGH Gentil Amigo teve suas áreas de influência definidas da seguinte maneira:

8.1.1.3.1 Área Diretamente Afetada – ADA

A Área Diretamente Afetada (ADA) é compreendida pelo local projetado para implantação e operação da CGH Gentil Amigo. Sendo assim, a ADA do empreendimento engloba todas as estruturas que pertencem ao projeto do objeto de estudo, como a casa de força, barramento, reservatório, acessos, canal, tubulação e demais áreas de domínio da obra (Figura 8.1).

8.1.1.3.2 Área de Influência Direta – AID

A definição do *buffer* que determina a Área de Influência Direta (AID) do meio físico, foi feita levando em consideração o limite máximo de impactos que possam ser causados pela emissão de ruídos e poeira proveniente das obras.

Portanto, o corpo técnico definiu a AID, como um raio de 500m a partir das estruturas da CGH Gentil Amigo (Figura 8.2).

8.1.1.3.3 Área de Influência Indireta - AII

Por fim, a definição da Área de Influência Indireta (AII) do meio físico, visou o principal elemento para o funcionamento do empreendimento em questão, a hidrografia. Portanto, utilizando os dados abertos do IAT de drenagens, foi traçado a bacia em que incide a CGH Gentil Amigo, definindo assim, como a AII do empreendimento (Figura 8.3).

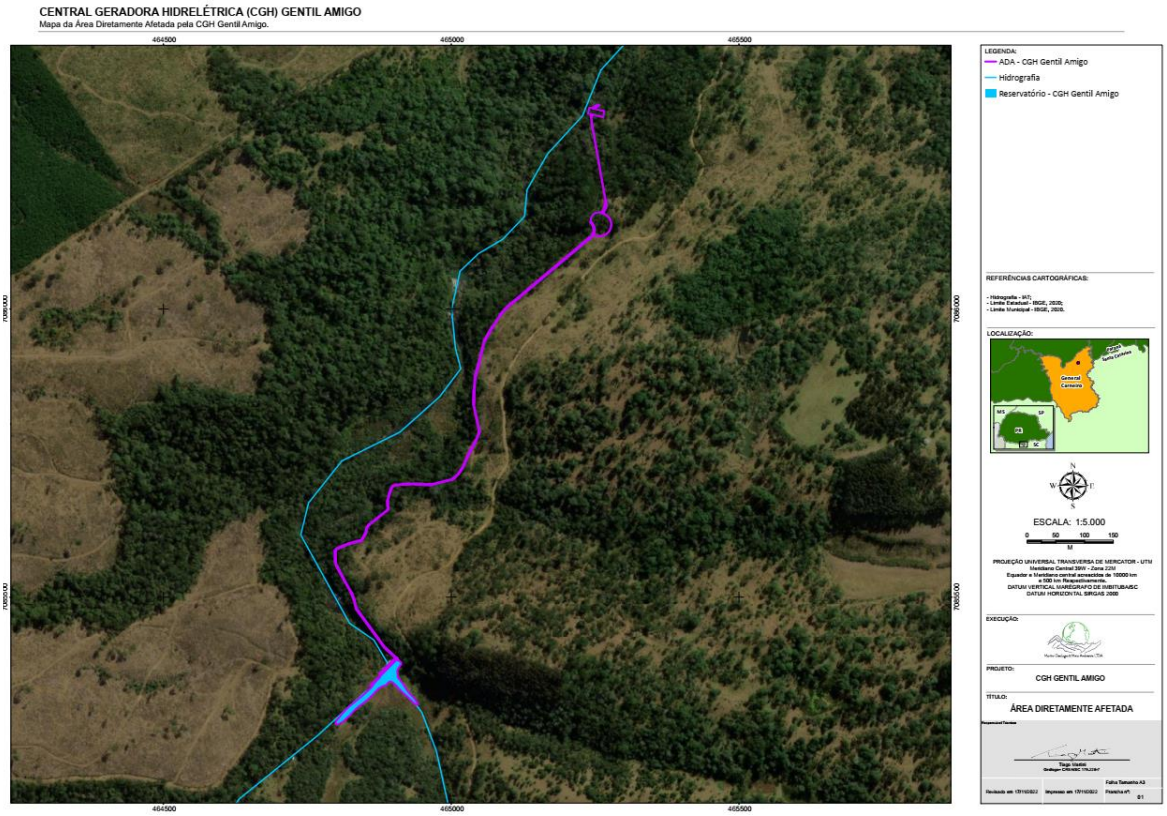


Figura 8.1: Mapa da Área Diretamente Afetada (ADA) da CGH Gentil Amigo.

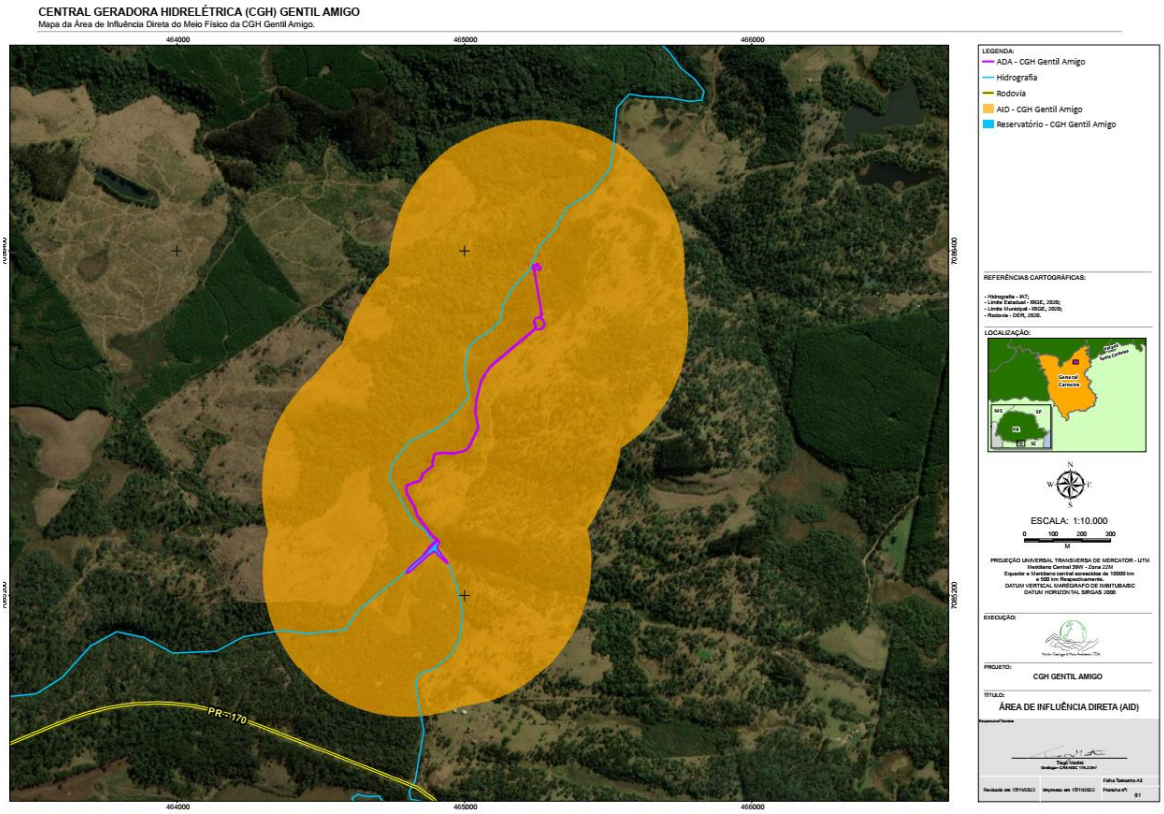


Figura 8.2: Mapa da Área de Influência Direta (AID) da CGH Gentil Amigo.

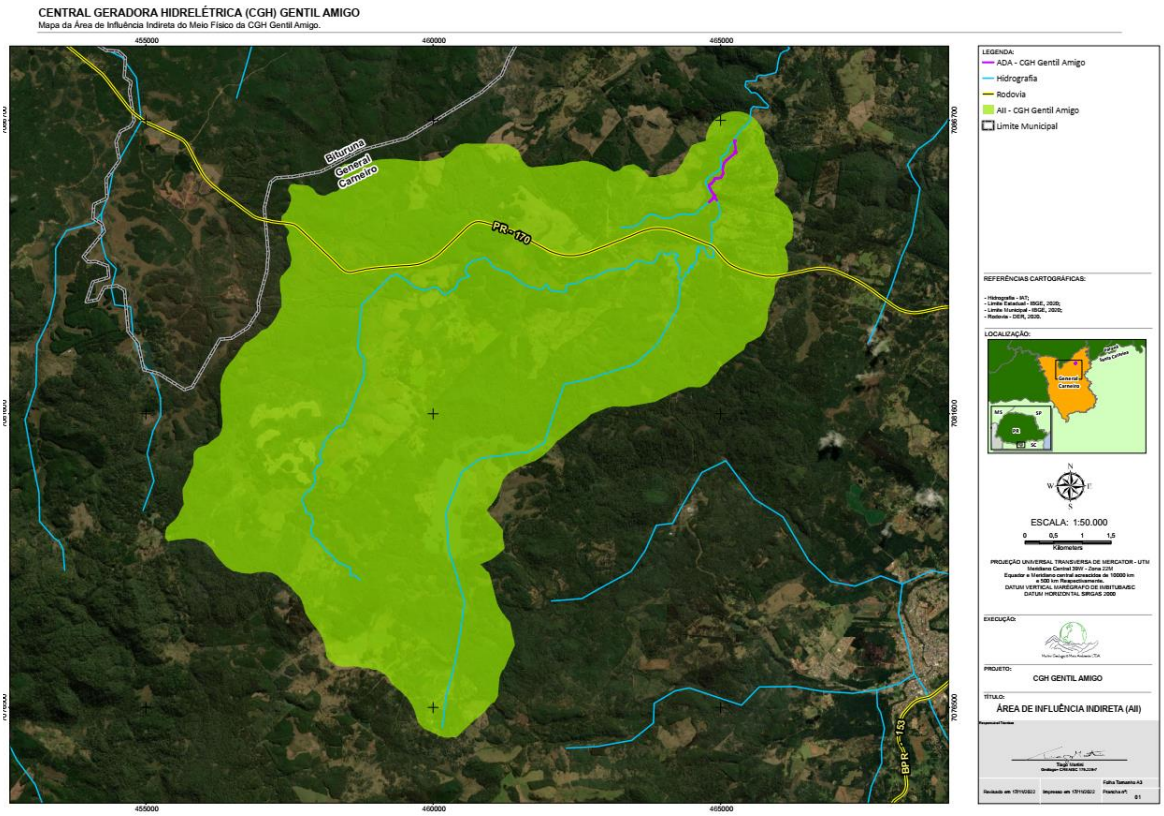


Figura 8.3: Mapa da Área de Influência Indireta (AII) da CGH Gentil Amigo.

8.1.1.4 Diagnóstico do Meio Físico

8.1.1.4.1 Geologia

Este subcapítulo tem como interesse apresentar inicialmente um levantamento bibliográfico para colher informações necessário para a caracterização da geologia regional, tendo em vista um entendimento do comportamento geológico na ADA e AII do projeto, a qual posteriormente foi avaliada in loco, para constatação das informações levantadas.

Em campo, além da verificação da bibliografia relevante levantada inicialmente, foram recolhidas amostras para descrição mais aprofundada, identificados afloramentos rochosos, caracterização tátil/visual dos solos e medição referente a geologia estrutural.

8.1.1.4.1.1 Geologia Regional

A CGH Gentil Amigo está localizada na Placa Tectônica Sul-Americana, a qual inclui o continente da América do Sul e parte do fundo do oceano Atlântico que se estende para o leste até encontrar a Placa Africana, formando a parte sul da Crista Mesoatlântica.

A borda leste desta placa é uma fronteira divergente com a Placa Africana, a borda sul é uma fronteira complexa com a Placa Antártica; a borda oeste é uma fronteira convergente com a placa de Nazca; por fim a borda norte é uma fronteira com a placa do Caribe, conforme visto na Figura 8.4.

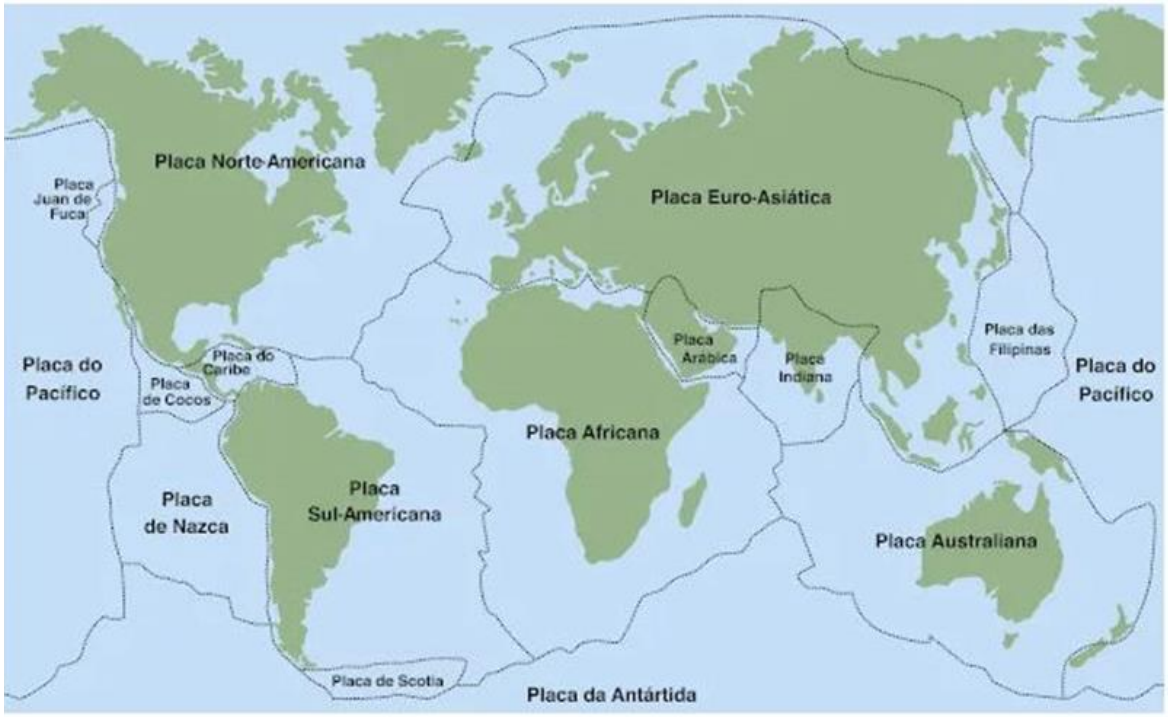


Figura 8.4: Localização e disposição das placas tectônicas.

A porção continental da Placa Sul-Americana, recebeu de Almeida *et al.* (1976) duas subdivisões sendo elas: Cadeia Andina/Bloco da Patagônia e Plataforma Sul Americana, a qual ainda recebe outras duas divisões: Coberturas Fanerozóicas e Embasamento Pré-Cambriano. Sendo o Escudo das Guianas, Escudo do Brasil-Central e Escudo Atlântico, uma subdivisão do Embasamento Pré-Cambriano.

Tendo em vista que o Escudo Atlântico abrange a área de estudo, é importante salientar que este se divide em seis províncias tectônicas: Paraná, Mantiqueira, São Francisco, Tocantins, Paranaíba e Borborema, conforme visto na Figura 8.5.



Figura 8.5: Disposição do Escudo Atlântico e suas respectivas divisões com destaque para o local de instalação da CGH Gentil Amigo.
Fonte: CPRM, 2003.

A área de estudo está inserida na Província/Bacia do Paraná, a qual está situada no sudoeste da Plataforma Sul-Americana com rochas datadas do Paleozoico ao Mesozoico. Geograficamente a Bacia está distribuída em oito estados do Brasil, sendo eles: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás (Figura 8.6), além do nordeste da Argentina, oeste do Paraguai e norte-noroeste do Uruguai, somando cerca de 1.400.000 km² no total (1.100.000 km² no Brasil e 300.000 km² nos demais países) (PEREIRA *et al*., 2012).

Se tratando de suas características, a Bacia do Paraná possui uma forma ovalada, sendo N-S seu eixo maior, com seus contornos atuais delimitados por processos erosivos provenientes da história geotectônica meso-cenozóica do continente. No flanco leste da bacia, localizado o trecho sudeste brasileiro e o Uruguai, o processo de erosão modelou profundamente este flanco, devido a um soerguimento crustal diretamente associado ao rifte do Atlântico Sul, resultando em uma remoção estimada de 2.500 m da sua seção sedimentar (ZALÁN *et al*., 1990). Entretanto, na porção ocidental, sua definição é resultado de uma feição estrutural positiva orientada em norte-sul, um bulge flexural relacionado à sobrecarga litosférica proveniente do continente pelo cinturão orogênico andino (SHIRAIWA, 1994). Neste bulge, está inserida a região Pantanal Mato-Grossense e o Arco de Asunción. Por fim, a porção sul-sudoeste, ocorre um prolongamento em direção ao Uruguai e Argentina, enquanto a borda norte-nordeste representa um limite deposicional original, tendo em vista sua natureza persistentemente arenosa das diferentes unidades sedimentares da bacia naquele domínio.

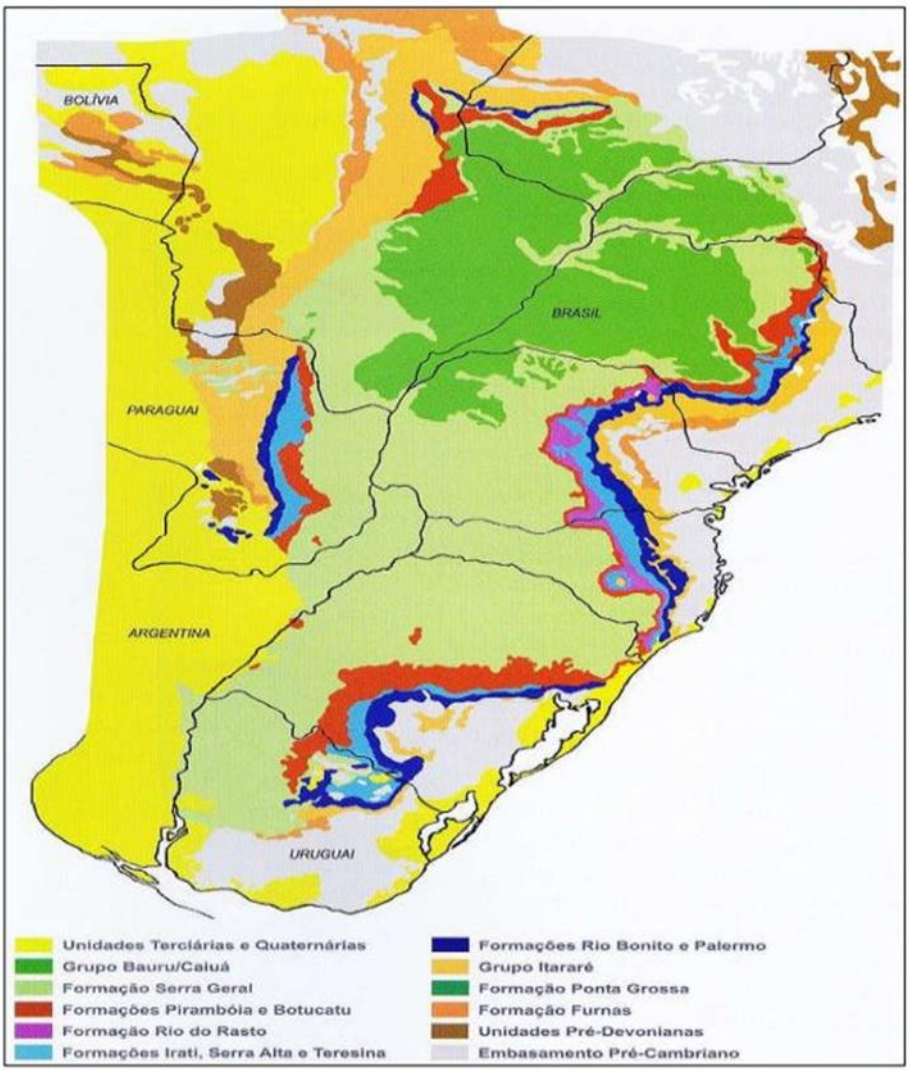


Figura 8.6: Localização da Bacia do Paraná com destaque para o local de instalação da CGH Gentil Amigo.

8.1.1.4.1.1.1 Caracterização Estratigráfica

O pacote sedimentar-magmático da Bacia do Paraná pode atingir uma espessura de 7.000 m em seu depocentro, que coincide com a calha principal do Rio Paraná (MILANI *et al*., 2007). Seus limites geográficos são de natureza erosiva de relação direta com os eventos tectônicos que atuaram na Plataforma Sul-Americana, relacionados à abertura do Oceano Atlântico Sul em especial durante o Meso-Cenozóico (MILANI *et al*., 2007).

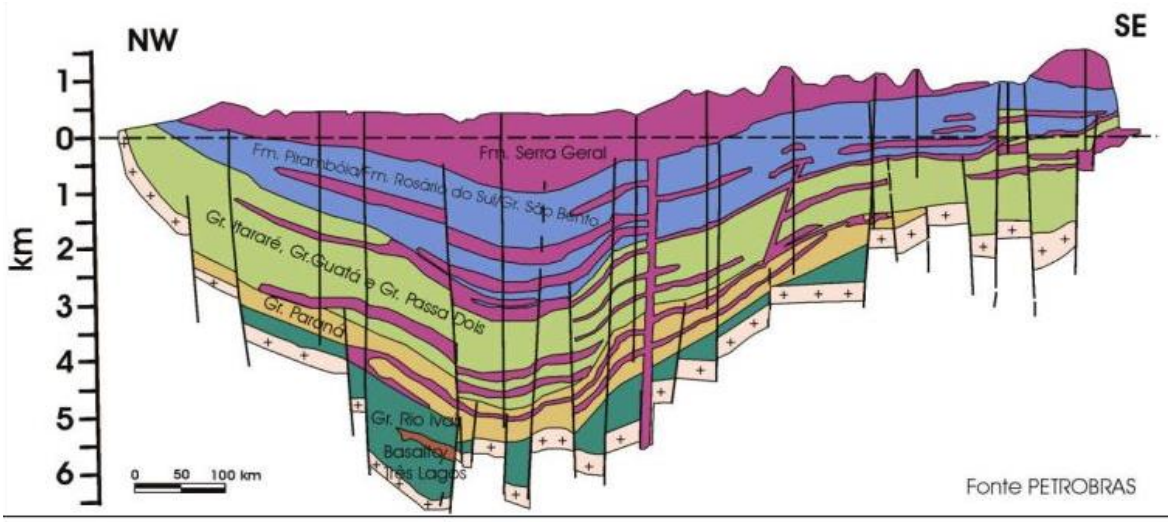


Figura 8.7: Seção Geológica Esquemática da Bacia do Paraná.
Fonte: Milani (1997).

A configuração da estratigrafia da Bacia do Paraná foi proposta por Vail *et al*. (1977) e Milani *et al*. (2007), a qual se está presente seis unidades consideradas de escala regional, sendo elas: Supersequência Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Supersequência Paraná (Devoniano), Supersequência Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Supersequência Gondwana II (Meso e Neotriássico) e Supersequência Gondwana III (Neojurássico e Eocretáceo) e Supersequência Bauru (Neocretáceo). As primeiras Supersequências (Ivaí, Paraná e Gondwana I) apresentam ciclos transgressivos-regressivos ocorridos entre o Paleozoico e início do Mesozoico, resultado do aumento e diminuição do nível relativo do mar. Por outro lado, as Supersequências restantes (Gondwana II, Gondwana III e Bauru), apresentam a sedimentação continental, com intrusão de rochas vulcânicas associadas (Formação Serra Geral).

A Figura 8.8, apresenta a Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná, segundo Milani *et al*., 2007:

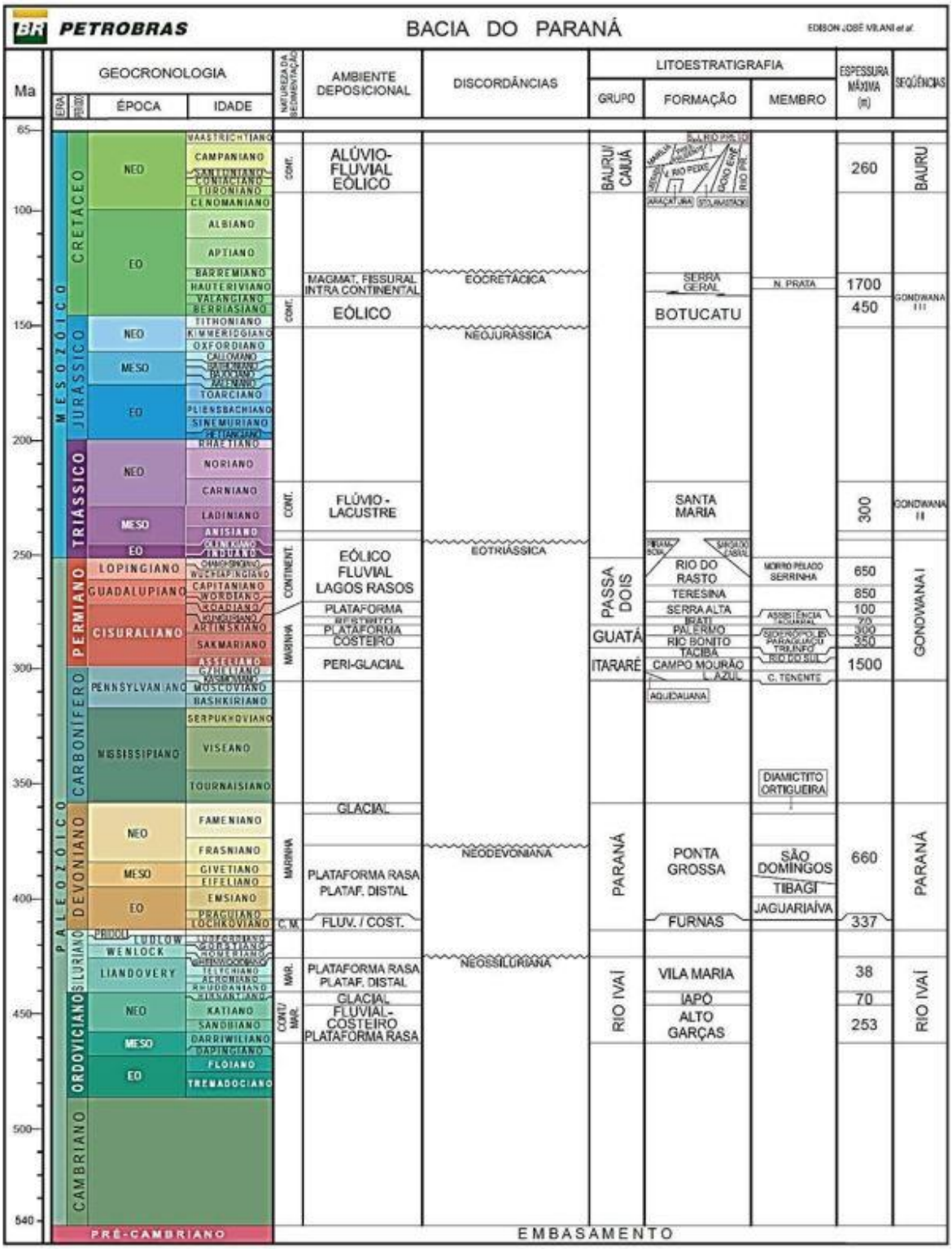


Figura 8.8: Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná.
Fonte: Milani *et al*., 2007.

8.1.1.4.1.1.2 Caracterização Estrutural

Em relação ao seu arcabouço estrutural, a Bacia do Paraná sofreu influência de eventos orogênicos nas bordas da Placa Sul-Americana. Além disso, variações do tipo climática e

eustáticas provocaram as alterações no nível do mar, influenciando assim, a sedimentação na linha de costa.

Tendo em vista que a Bacia em questão é intracratônica, seus lineamentos e zonas de falhas estão associados a reativação de estruturas do embasamento (ZÁLAN *et al*., 1990).

De modo geral, a Bacia do Paraná apresenta três sistemas de falhas principais: NW-SE, NE-SW e E-W (ZÁLAN *et al*., 1990) e lineamentos principais com direção NW-SE e NE-SW, diretamente relacionados a processos de reativação tectônica das estruturas de embasamento. Entretanto, lineamentos E-W estão relacionados aos esforços litosféricos decorrentes da abertura do Oceano Atlântico Sul.

A Figura 8.9 apresenta um mapa com as principais estruturas geológicas da Bacia do Paraná.

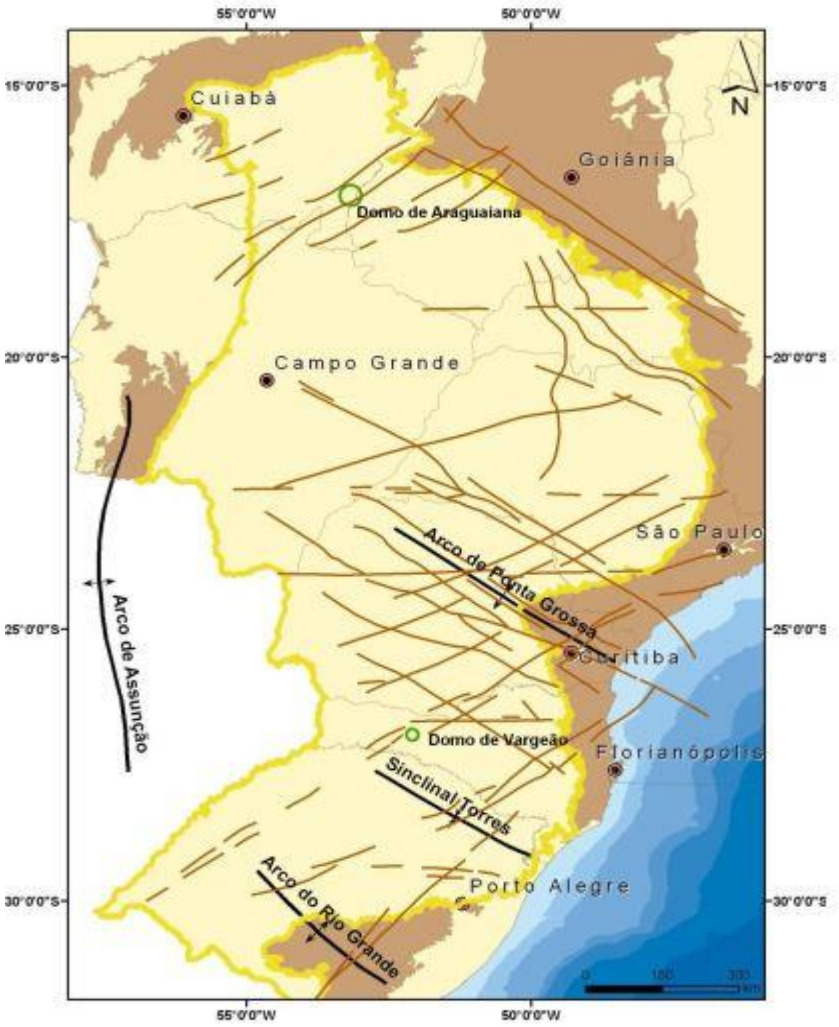


Figura 8.9: Arcabouço estrutural da Bacia do Paraná.
Fonte: Zalán *et al*., 1990.

8.1.1.4.1.2 Geologia Local

Para a identificação das unidades litoestratigráficas presentes na área de influência da CGH Gentil Amigo, utilizou-se como base, o mapeamento para o Grupo Serra Geral disponibilizado pelo IAT de autoria de Licht e Arioli (2018) e Arioli e Licht (2013).

A Tabela 8.1, apresenta as unidades litoestratigráficas e sua presença nas áreas de influência do empreendimento, também visto no Mapa Geológico da CGH Gentil Amigo (**Anexo 6 – Mapa Geologia**) e no Perfil Geológico da CGH Gentil Amigo (**Anexo 7 – Perfil Geológico**):

Tabela 8.1: Disposição das Unidades litoestratigráficas nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

Área	Unidade Litoestratigráfica	
ADA	Form. Vale do Sol - Membro General Carneiro	Form. Palmas
AID		
AII		

8.1.1.4.1.2.1 Formação Palmas

Conforme o Mapeamento de Arioli e Licht (2013) e complemento de Licht e Arioli (2018), a Formação Palmas cobre cerca de 42% da área de influência indireta da CGH Gentil Amigo e não abrange a área diretamente afetada do empreendimento. No levantamento de campo realizado pelos técnicos, não foi possível visualizar afloramentos que pudessem ser indicados como pertencentes a esta Unidade Litoestratigráfica.

Conforme Licht e Arioli (2018), a Formação Palmas se caracteriza pelo predomínio de riolitos e riodacitos, englobando derrames tabulares de riolitos, dacitos e traquidacitos. Arioli e Licht (2013) caracterizam a associação faciológica em quatro variedades estruturais de riolito conforme processo de acumulação, sendo eles maciço, bandado, laminado e vesicular.

8.1.1.4.1.2.2 Formação Vale do Sol – Membro General Carneiro

O Membro General Carneiro, pertencente à Formação Vale do Sol está inserida em toda a área de influência da CGH Gentil Amigo, inclusive na ADA do empreendimento. Utilizando o mapeamento geológico de Arioli e Licht (2013) e Licht e Arioli (2018), esta unidade litoestratigráfica cobre 58% da AII, sendo visualizada diversas vezes no trabalho de campo levantado na região.

Em campo e conjuntamente com as análises em escritório (Figura 8.10 a Figura 8.21), apesar de boa parte da litologia vista estar com grau considerável de intemperismo, foram observados afloramentos de corte de estrada, leito de estrada e encosta com basaltos de derrame tabular, coloração cinza escuro à cinza claro, textura fanerítica fina, equigranular, com difícil visualização dos minerais. Em algumas amostras foi possível observar alguns clastos de arenito proveniente da Formação Botucatu.



Figura 8.10: Afloramento do Membro General Carneiro em corte de estrada (464977E / 7085366S).



Figura 8.11: Afloramento em corte de estrada com alguns materiais caídos (465429E / 7086367S).



Figura 8.12: Derrame tabular do basalto do Membro General Carneiro (465429E / 7086367S).



Figura 8.13: Blocos rolados, próximo ao reservatório da CGH Gentil Amigo (464960E / 7085362S).



Figura 8.14: Basalto do Membro General Carneiro (465379E / 7086379S).



Figura 8.15: Afloramento visto em leito de "estrada" (465289E / 7086352S).



Figura 8.16: Basalto com pequenos clastos de arenito (465289E / 7086352S).



Figura 8.17: Grau de intemperismo notado pela coloração do basalto (465289E / 7086352S).



Figura 8.18: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-01.

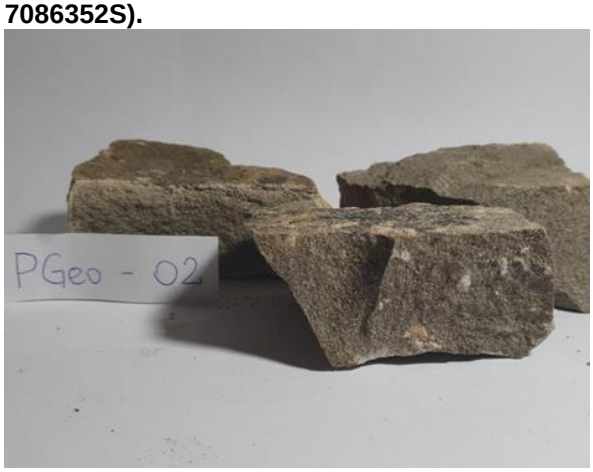


Figura 8.19: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-02.



Figura 8.20: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-03.



Figura 8.21: Amostra do Membro General Carneiro retirado no PGeo-04.

8.1.1.4.1.3 Geologia Estrutural (ADA)

Em relação à geologia estrutural existente na CGH Gentil Amigo, o mapeamento feito por Arioli e Licht (2013), aponta dois lineamentos sobrepondo o empreendimento, sendo eles: Sistema Arco de Ponta Grossa (286,98Az) e Falhas Sintéticas do Sistema Lancinha-M.Agudo (72,98Az).

Em campo foram feitas algumas medições com uma bússola geológica (Figura 8.22 e Figura 8.23), visando a atitude dos planos encontrados nos afloramentos. As medições foram feitas respeitando a declinação magnética do município de General Carneiro (-18°), sendo assim, o resultado das medições segue a Tabela 8.2:



Figura 8.22: Técnico executando as medições das atitudes dos planos.



Figura 8.23: Bússola geológico utilizada para as medições.

Tabela 8.2: Medições de atitude dos planos existentes nos afloramentos em comparação com o eixo da CGH Gentil Amigo.

Ponto	Estrutura	Sentido	Mergulho
PGeo-01	Fratura	205Az	08
PGeo-02	Fratura	350Az	90
PGeo-02	Fratura	250Az	50
PGeo-03	Fratura	325Az	10
PGeo-04	Fratura	30Az	06
PGeo-04	Fratura	350Az	32
Eixo do Barramento		43Az	-

8.1.1.4.1.4 Potencial Paleontológico

Os fósseis são restos ou vestígios de organismos pré-históricos preservados principalmente em rochas sedimentares (argilitos, arenitos, siltitos, calcários, entre outros) (SEDOR, 2014). Sendo assim, já demonstra que a área de instalação da CGH Gentil Amigo apresenta baixo potencial de ocorrência, tendo em vista a existência apenas de rochas ígneas vulcânicas.

Entretanto, conforme a base PALEO da CPRM, o município de Porto União (vizinho a General Carneiro) consta um registro na localidade da linha São Francisco, próximo ao Poço Preto. O táxon do material encontrado foi identificado como Inkus unicostatus e sua unidade cronoestratigráfica foi datada no Permiano Superior (Era Paleozóico).

De modo geral, esta ocorrência fossilífera existente, que está localizada mais próxima ao empreendimento, situa-se a 28,94km de distância do futuro local de instalação do objeto de estudo, conforme pode ser visto na Figura 8.24.

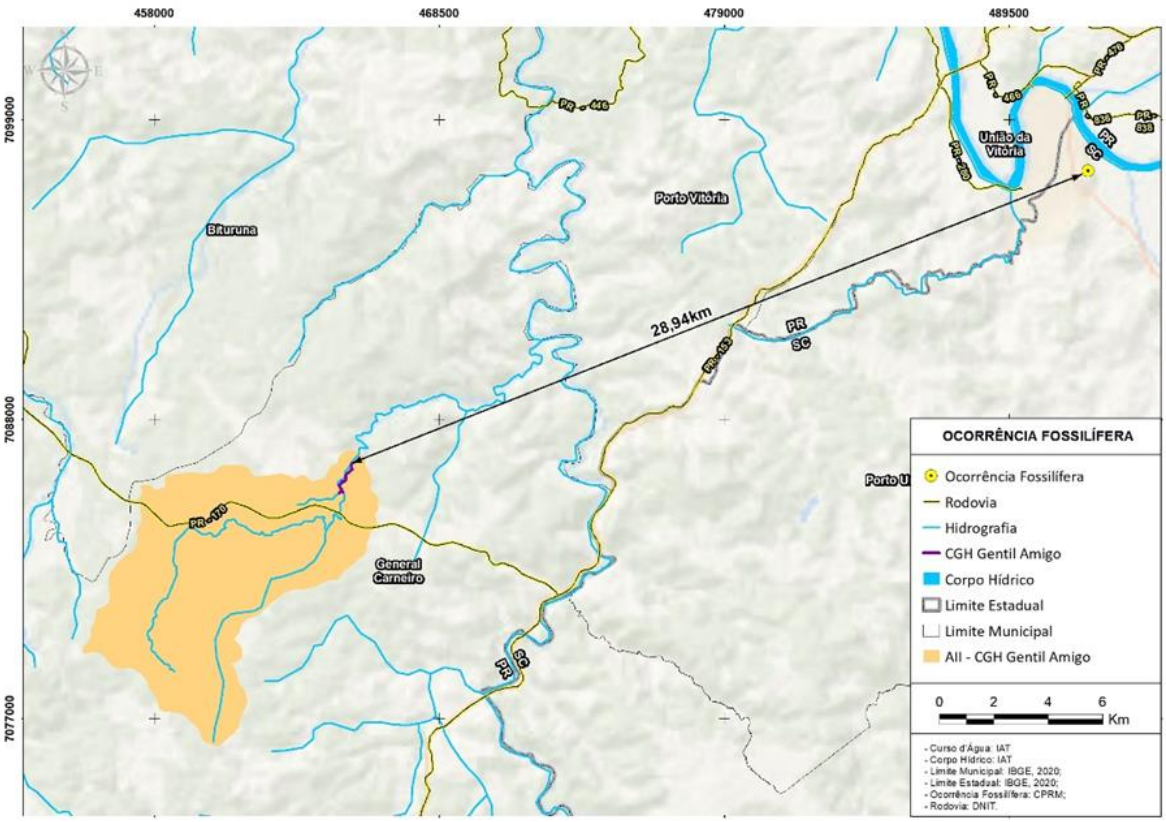


Figura 8.24: Registro de ocorrência fossilífera mais próxima ao empreendimento.

8.1.1.4.2 Geomorfologia

Conforme executado para geologia, a elaboração deste subcapítulo de geomorfologia levantou a bibliografia existente mais relevante para a área de estudo, visando entendimento prévio do que foi encontrado de forma mais detalhada na ADA do empreendimento estudado.

Neste caso, foi utilizado o mapeamento geomorfológico disponibilizado pelo IAT de autoria da MINEROPAR/IPARDES/ITCG em parceria com UFPR, tendo em vista a escala de 1:250.000 como a menor encontrada na bibliografia e por se tratar de autores locais, dando maior credibilidade para o mapeamento.

Para descrever a geomorfologia, foi abordada a taxonomia geomorfológica, sendo elas: Unidades Morfoestruturais, Unidades Morfoesculturais e Sub-unidade Morfoesculturais que estão presentes nas áreas de influência do empreendimento.

8.1.1.4.2.1 Geomorfologia Regional

A Unidade Morfoestrutural entende-se como o maior táxon em uma classificação de relevo. Sua classificação está ligada diretamente com seu arcabouço geológico, analisando sua natureza das rochas e a tectônica que atua sobre elas. Somado aos efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, resultaram em uma gama de conjuntos de relevos com características únicas, tendo suas feições diversas, que guardam entre si, as relações comuns com estruturas geológicas a partir da qual foram originadas (IBGE, 2009).

No Brasil, os domínios morfoestruturais são quatro, sendo eles: Depósitos Sedimentares Quaternários, Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Crátons Neoproterozóicos e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, a qual está inserida a CGH Gentil Amigo, conforme a Figura 8.25.

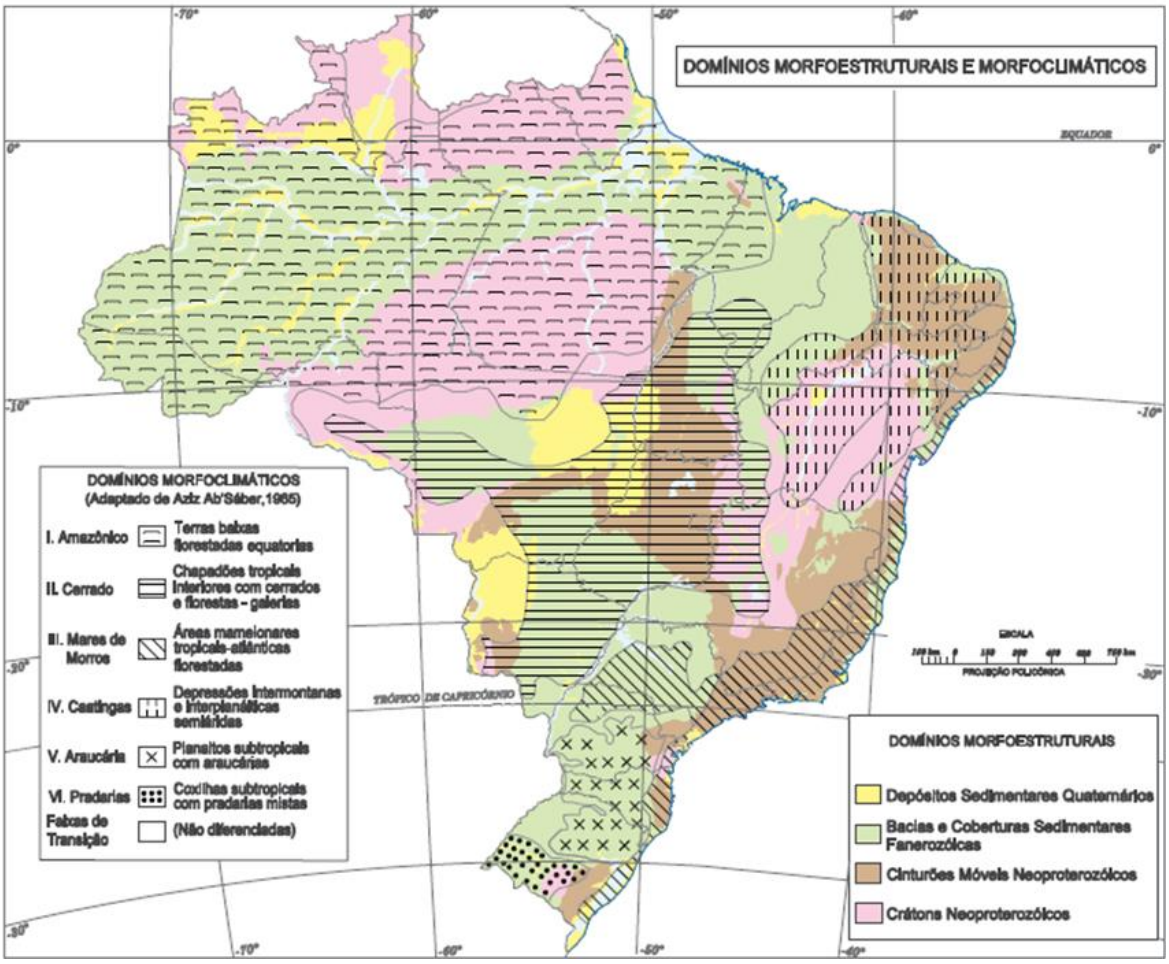


Figura 8.25: Megadomínios morfoestruturais e morfoclimáticos do Brasil.
Fonte: IBGE (1995).

Dentre a considerável quantidade de bacias que compõem as Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, o empreendimento em questão está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, composta por duas subunidades morfoesculturais: Segundo Planalto Paranaense e Terceiro Planalto Paranaense, onde se encontra o objeto de estudo (Figura 8.26).

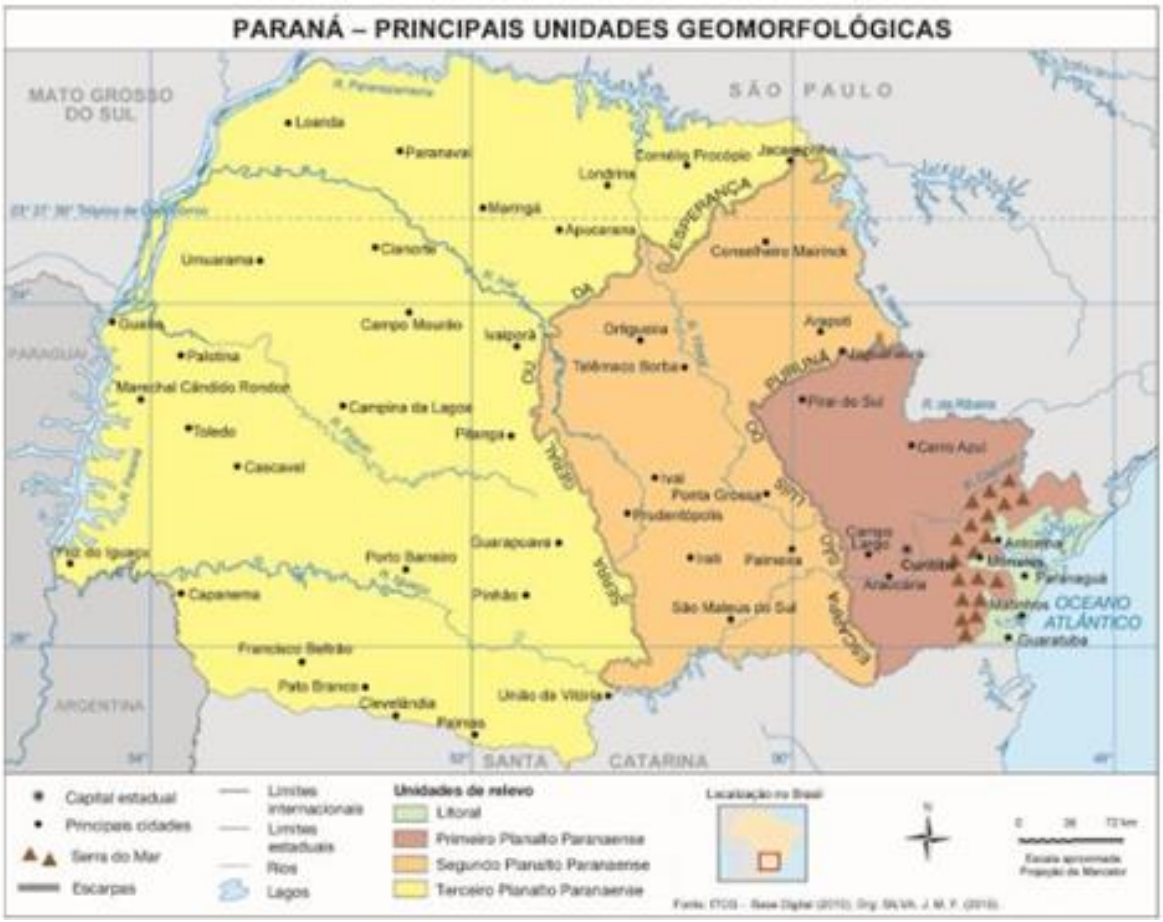


Figura 8.26: Unidades Morfoesculturais do estado do Paraná.
Fonte: ITCG-AGEP (2006).

O Terceiro Planalto Paranaense ocupa uma área próxima a 150.000km², localizada na margem esquerda do Rio Paraná até a Escarpa do Serra Geral, cobrindo aproximadamente 2/3 do Estado (MAACK, 1981).

Fisiograficamente, a Unidade Morfoescultural é a mais simples se tratando de forma e estruturas, desenvolvendo-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdividindo-se pelos principais afluentes do Rio Paraná, com altitudes que variam de 1250m na Serra da Esperança (Escarpa do Serra Geral) até 220m na calha do Rio Paraná (SANTOS *et al*., 2006).

Segundo o mapeamento base utilizado para o presente relatório, o Terceiro Planalto Paranaense abrange as seguintes subunidades morfoesculturais: Planalto Pitanga/Ivaiporã, Planalto do Foz do Areia/Ribeirão Claro, Planalto de Palmas/Guarapuava, Planalto de Apucarana, Planalto de Londrina, Planalto do Médio Paranapanema, Planalto de Maringá, Planalto de Campo Mourão, Planalto de Paranavaí, Planalto de Umuarama, Planalto de Cascavel, Planalto do Baixo Iguaçu, Planalto de Francisco Beltrão, Planalto do Alto Capanema, Planalto do São Francisco, Planalto de Foz do Iguaçu, Planalto do Alto/Médio Piquiri e então a subunidade que está inserida na área de influência do empreendimento: Planalto de Clevelândia.

8.1.1.4.2.2 Geomorfologia Local

Conforme citado no subcapítulo anterior, a área de influência da CGH Gentil Amigo está situada em apenas uma subunidade morfoescultural, disposta conforme a Tabela 8.3, podendo ser visto também no Mapa Geomorfológico na Área de Influência da CGH Gentil Amigo (**Anexo 8 – Geomorfologia**):

Tabela 8.3: Disposição das subunidades morfoesculturais nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

Área de Influência	Subunidade Morfoescultural
ADA	Planalto de Clevelândia
AID	
AII	

8.1.1.4.2.2.1 Planalto de Clevelândia

O Planalto de Clevelândia ocupa toda a bacia hidrográfica que está inserida a área de influência da CGH Gentil Amigo. Conforme o mapeamento geomorfológico apresentado pela MINEROPAR em parceria com a UFPR (2006), a sub-unidade morfoescultural apresenta uma dissecação média, com declividade predominante de 12 – 30% e menores que 6%. Para as altitudes, o mapeamento em questão aponta máxima de 1.320m e mínima de 720m, resultando em um gradiente de 600m. Por fim, predominam topos aplainados com residuais de aplanação, vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em “V”, resultado do modelamento das rochas da Formação Serra Geral.

Analisando de forma mais pontual, dentro da AII do empreendimento, utilizando as curvas de nível disponibilizadas pelo IAT, o gradiente dentro da bacia hidrográfica é de 240m, com máxima altitude constatada de 1220m e mínima de 980m. Além disso, a declividade na AII também foi calculada com predomínio de 3 - 8%, o que caracteriza um relevo suave-ondulado, além disso também foram constatadas consideráveis áreas que se enquadram como plana e ondulada e de forma pontual a área de interesse apresenta característica forte ondulada. As Figura 8.27 e Figura 8.28 apresentam os resultados citados.

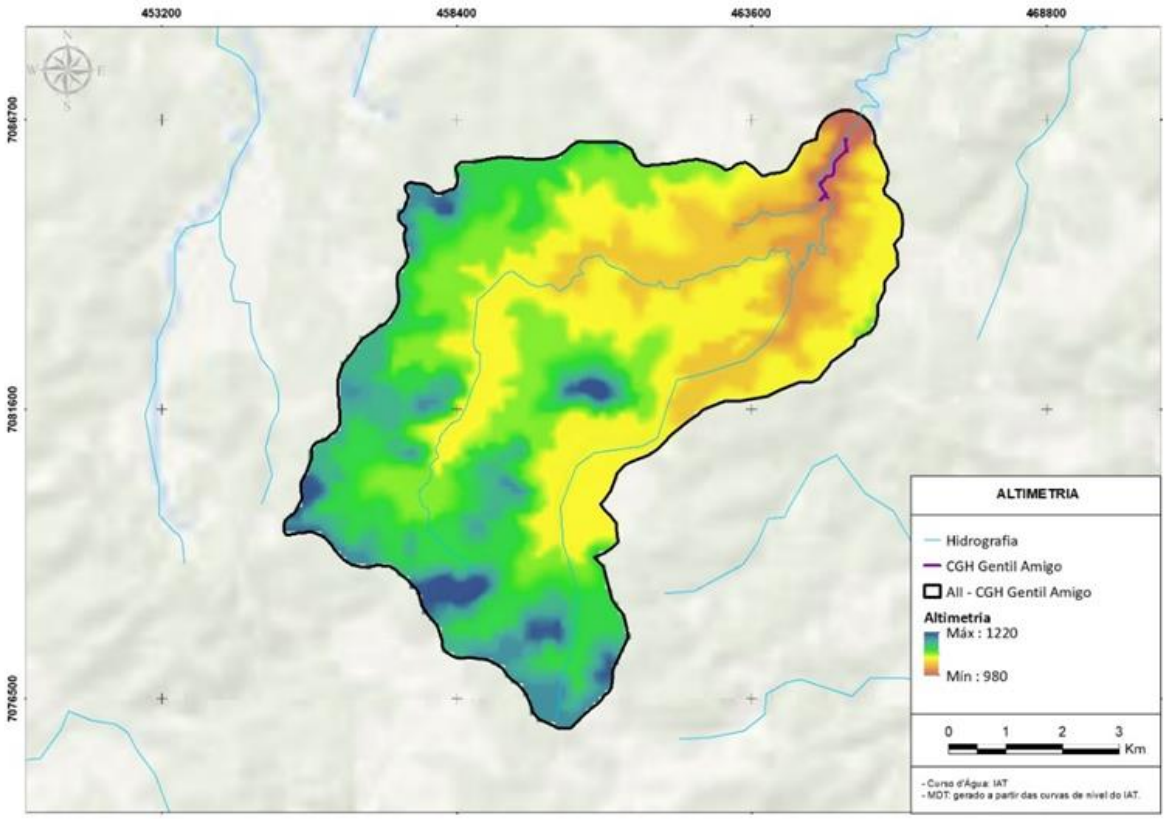


Figura 8.27: Altimetria da AII da CGH Gentil Amigo.

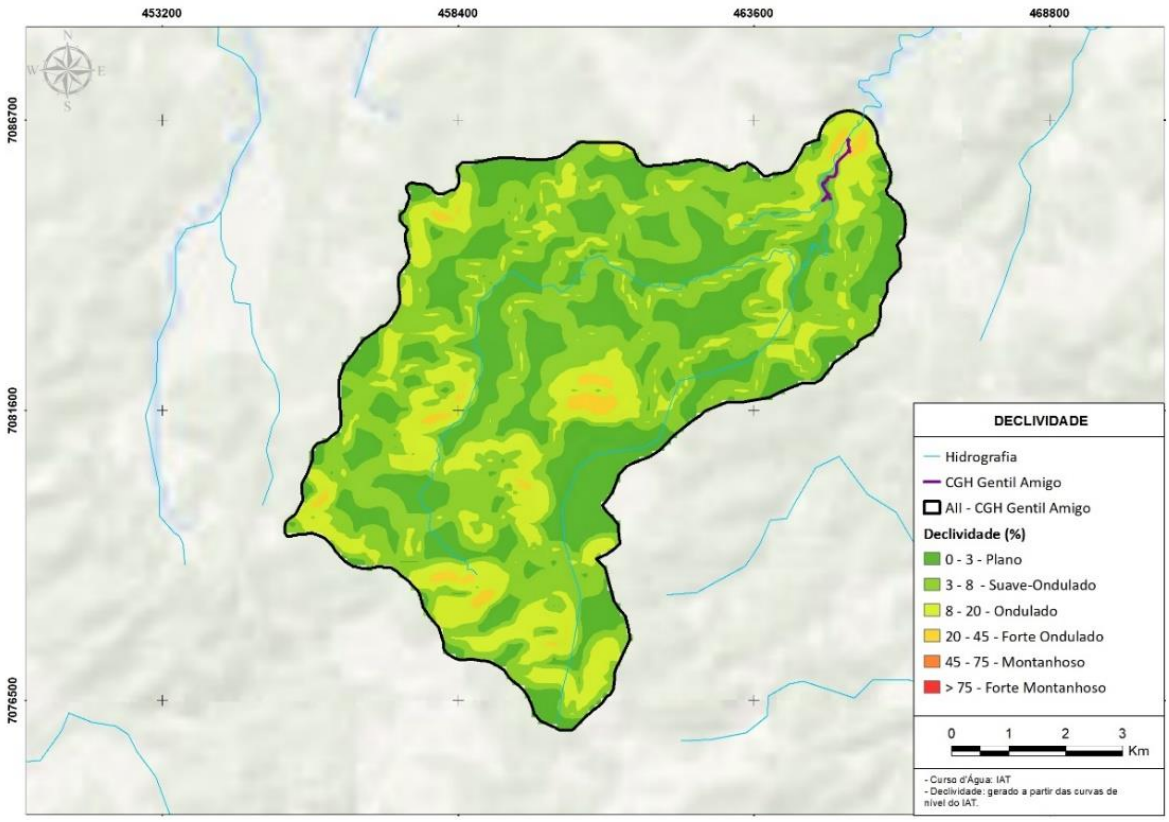


Figura 8.28: Declividade da AII da CGH Gentil Amigo.

Em campo, os registros do Planalto de Clevelândia constatando as características descritas para a subunidade, podem ser vistas da Figura 8.29 à Figura 8.30.



Figura 8.29: Planalto de Clevelândia visualizado em direção ao reservatório da CGH Gentil Amigo (465428E / 7086111S).



Figura 8.30: Planalto de Clevelândia visualizado em direção a casa de força da CGH Gentil Amigo (465428E / 7086111S).

8.1.1.4.3 Geotecnia

O subcapítulo referente à Geotecnia da AID e ADA do empreendimento, trata-se das áreas suscetíveis à movimentos de massa e erosão. Sendo assim, foram adotadas duas metodologias existentes na bibliografia para cada finalidade.

Para o mapeamento das áreas suscetíveis à movimentos de massa, foi utilizada a metodologia de Crepani *et al*. (2001), o qual utiliza parâmetros da paisagem da área de estudo para uma análise multicritério. Em relação às áreas suscetíveis à erosão, levou-se em consideração a metodologia proposta por Petsch *et al*. (2012).

As metodologias adotadas para o mapeamento de suscetibilidade para ambas as finalidades, são melhores descritas a seguir.

8.1.1.4.3.1 Suscetibilidade à Movimento de Massa

O mapeamento de áreas suscetíveis à movimento de massa foi feito baseado na metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001), a qual gira em torno da equação empírica abaixo:

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

Onde:

- V = Vulnerabilidade;
- G = Vulnerabilidade para Geologia;
- R = Vulnerabilidade para Geomorfologia;
- S = Vulnerabilidade para Solos;
- Vg = Vulnerabilidade para Vegetação;

- C = Vulnerabilidade para Climatologia.

Portanto, a metodologia em questão propõe diferentes valores para os fatores condicionantes de vulnerabilidade, sendo eles: geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia e uso e ocupação do solo.

Após o levantamento das condicionantes, é adotado valores em uma escala de 1 a 3 para cada classe diferente observada nos atributos da equação. Portanto, valores que se aproximam de 1 são considerados menos vulneráveis, em contrapartida, se a classe se aproximar do valor 3 será considerada como uma área mais vulnerável.

Sendo assim, a Tabela 8.4 apresenta todos os valores adotados na equação, para chegar ao produto final Mapa de Áreas Suscetíveis à Movimento de Massa (**Anexo 9 – Suscetibilidade a Movimento de Massa**). É possível observar a ausência de valores para a climatologia, tendo em vista que esta condicionante é um valor que não se difere na área, portanto não foi incluído nesta análise.

Tabela 8.4: Condicionantes e características com respectivos valores adotados para análise das áreas suscetíveis à movimentos de massa.

Condicionante		Característica	Valor
Pedologia		Cambissolo Háplico	2,5
		Nitossolo Bruno	2,0
Geologia		Riolitos, Dacitos e Traquidacitos	1,1
		Basaltos, Andesibasaltos e Andesitos	1,5
Uso e Ocupação do Solo		Agricultura	2,9
		Pastagem	2,8
		Silvicultura	2,0
		Vegetação Densa	1,0
		Vegetação Rasa	2,5
Geomorfologia	Declividade	< 2%	1
		2 – 6%	1,5
		6 – 20%	2,0
		20 – 50%	2,5
	Amplitude Altimétrica	120m	2,1
		40m	1,3

Após a análise multicritério aplicada na área de influência do empreendimento estudado, o resultado final apresentou cerca de 51% da área classificada como moderadamente estável e 49% como medianamente estável/vulnerável. Se tratando das principais estruturas do empreendimento, a casa de força está em uma área considerada moderadamente estável, enquanto o barramento está em local medianamente estável/vulnerável.

De forma geral, o local que apresentou maior vulnerabilidade atingindo a ADA do empreendimento, mais especificamente na área projetada para o canal, é o resultado principalmente da combinação da pedologia com o uso e ocupação do solo, neste caso o cambissolo com a pastagem. Por se tratar de uma classe pedológica com uma

considerável predisposição à erosão, adicionada ainda a baixa cobertura vegetal da pastagem, resulta-se em uma área medianamente estável/vulnerável.

8.1.1.4.3.2 Suscetibilidade à Erosão

Para o mapeamento de áreas suscetíveis à erosão, foi utilizado como base o método proposto por Petsch *et al*. (2012), o qual apresenta como parâmetros três condicionantes: pedologia, uso e ocupação do solo e declividade.

Inicialmente definiram-se os valores referenciais (1 a 5) da metodologia utilizada para as classificações existentes na área em relação às condicionantes utilizadas na análise multicritério. A equação utilizada foi a seguinte:

$$Suscetibilidade\ Erosiva = \frac{(Pedologia + Uso\ do\ Solo + Declividade)}{3}$$

A classificação após o resultado obtido segue a seguinte ordem crescente: Muito Alta, Alta, Média, Baixa, Muito Baixa. Sendo assim a Tabela 8.5, apresenta os valores aplicados para cada característica vista na área de interesse para análise aplicada, com resultado visto no Mapa de Áreas Suscetíveis à Erosão (**Anexo 10 – Suscetibilidade a Erosão**):

Tabela 8.5: Valores adotados para as condicionantes utilizadas no mapeamento de áreas suscetíveis à erosão.

Condicionante	Característica	Valor
Pedologia	Cambissolo Háplico	5,0
	Nitossolo Bruno	3,0
Uso e Ocupação do Solo	Agricultura	4,5
	Pastagem	4,0
	Silvicultura	2,0
	Vegetação Densa	1,0
	Vegetação Rasa	2,5
Declividade	< 3%	1,0
	3 – 8%	2,0
	8 – 20%	3,0
	20 – 30%	4,0

Utilizando a metodologia que foi aplicada para a delimitação das áreas suscetíveis à erosão próxima à AID do empreendimento, constatou-se que o local possui baixa à alto potencial de erosão. De forma quantitativa, 47% da área estão classificadas como média suscetibilidade, 39% como baixa suscetibilidade, 11% como alta suscetibilidade e 3% como muito baixa a não suscetível.

A explicação se dá pela sobreposição de áreas de pastagem em solos classificados como Cambissolo Háplico. As áreas ao norte classificadas como alta suscetibilidade, ainda possuem o fator declividade do local como agravante, tendo em vista que apresenta um dos maiores valores da área. Ressalta-se ainda, que esta classificação mais alta não abrange a ADA do empreendimento. As estruturas da CGH Gentil Amigo serão instaladas em local de baixa suscetibilidade e média suscetibilidade.

8.1.1.4.4 Recursos Minerais

De maneira regional, utilizando os polígonos cadastrados na ANM, a Formação Serra Geral contabiliza 2132 processos minerários das mais diversas substâncias, usos e fases. Vale destacar, que rochas ígneas vulcânicas, como o basalto, preenchem mais de 25% das substâncias cadastradas com interesse, em especial, para o uso de brita ou construção civil.

Se tratando de forma local, o empreendimento analisado e suas áreas de influência abrange apenas um polígono cadastrado. A Tabela 8.6 destaca as principais informações dos três processos minerários mais próximos da CGH Gentil Amigo, destacando o processo 826520/2014, o qual se encontra inserido na AII do empreendimento. Além disso, a Figura 28 apresenta a disposição destes processos minerários.

Tabela 8.6: Processos Minerários mais próximos da ADA.

Processo	Nome	Área (ha)	Fase	Substância	Distância da ADA (km)
826520/2014	RTB Geologia e Mineração LTDA	1873,0	Autorização de Pesquisa	Minério de Cobre	2,95
826616/2021	Remasa Reflorestadora S.A.	49,6	Requerimento de Licenciamento	Cascalho	7,88
826346/2022	Remasa Reflorestadora S.A.	44,4	Autorização de Pesquisa	Cascalho	8,15

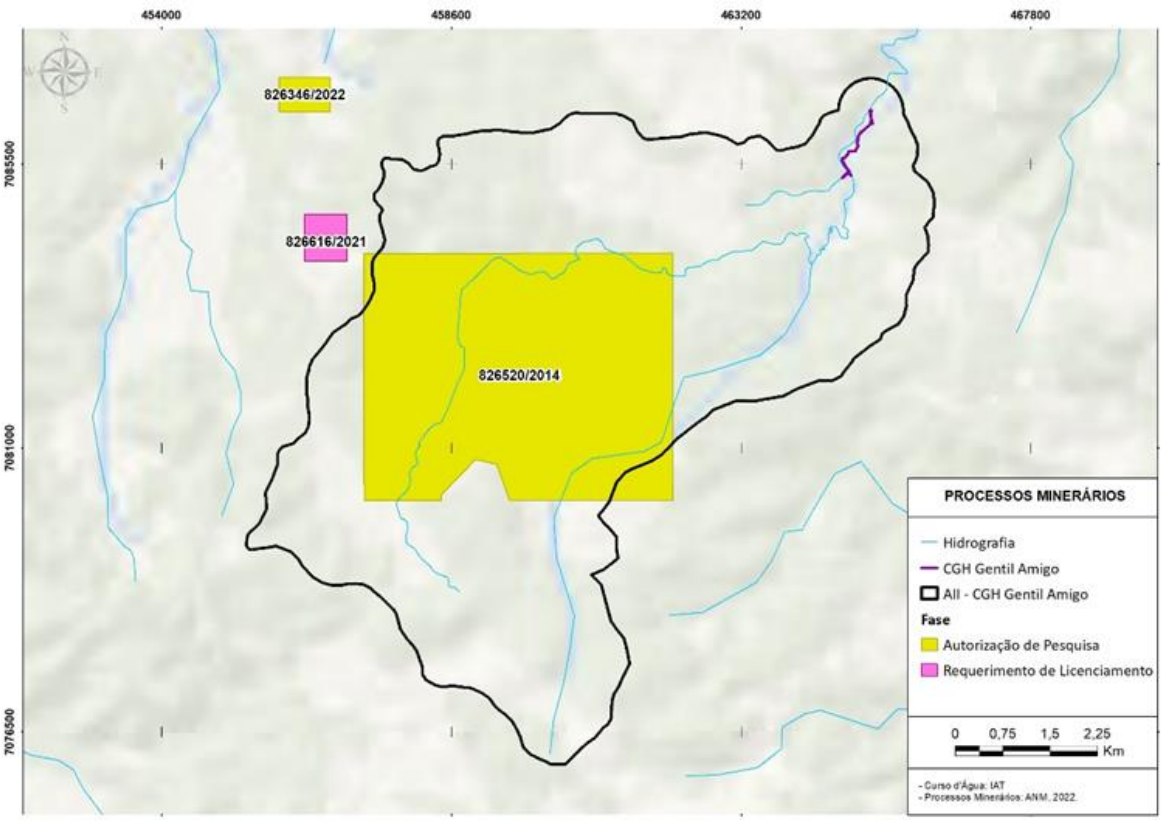


Figura 8.31: Processos Minerários próximo à ADA.

8.1.1.4.5 Espeleologia

As cavidades naturais subterrâneas são previstas na Constituição, como bens da união e preserváveis perante a legislação como o Decreto N° 10.935/2022 e 6.640/2008 e Resolução CONAMA N° 347/2004 de tal forma que seu reconhecimento e avaliação são indispensáveis para a realização de mitigações de impacto e adoção de medidas de proteção e conservação.

De forma legal, as cavidades naturais subterrâneas são:

> *"todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante."*

Utilizando a metodologia de Jansen *et al*. (2009), a mesma utilizada pelas publicações do CECAV que apontam o potencial para formação de cavernas de acordo com a litologia presente, foi definido cinco classes de ocorrência de cavidades a partir destas características geológicas, sendo elas: ocorrência improvável, baixa, média, alta e muito alto. A Tabela 8.7, apresenta a relação de potencial com o litotipo:

Tabela 8.7: Grau de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil.

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, **Basalto**, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos	**Baixo**
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos	Ocorrência Improvável

Fonte: Jansen *et al*., 2009.

Sendo assim, tendo em vista a classificação utilizada, toda a área de influência do empreendimento está classificada como Potencial Baixo para ocorrência de cavidades, tendo em vista a predominância de basalto e litologia semelhante no decorrer do local de influência do empreendimento.

Para o trabalho de campo, o foco se deu na ADA do empreendimento e proximidades (250 m, conforme indicado no artigo 4° da Resolução CONAMA N° 347/2004). A Figura 8.32, representa o caminhamento feito na área, a qual não houve constatação de cavidades.

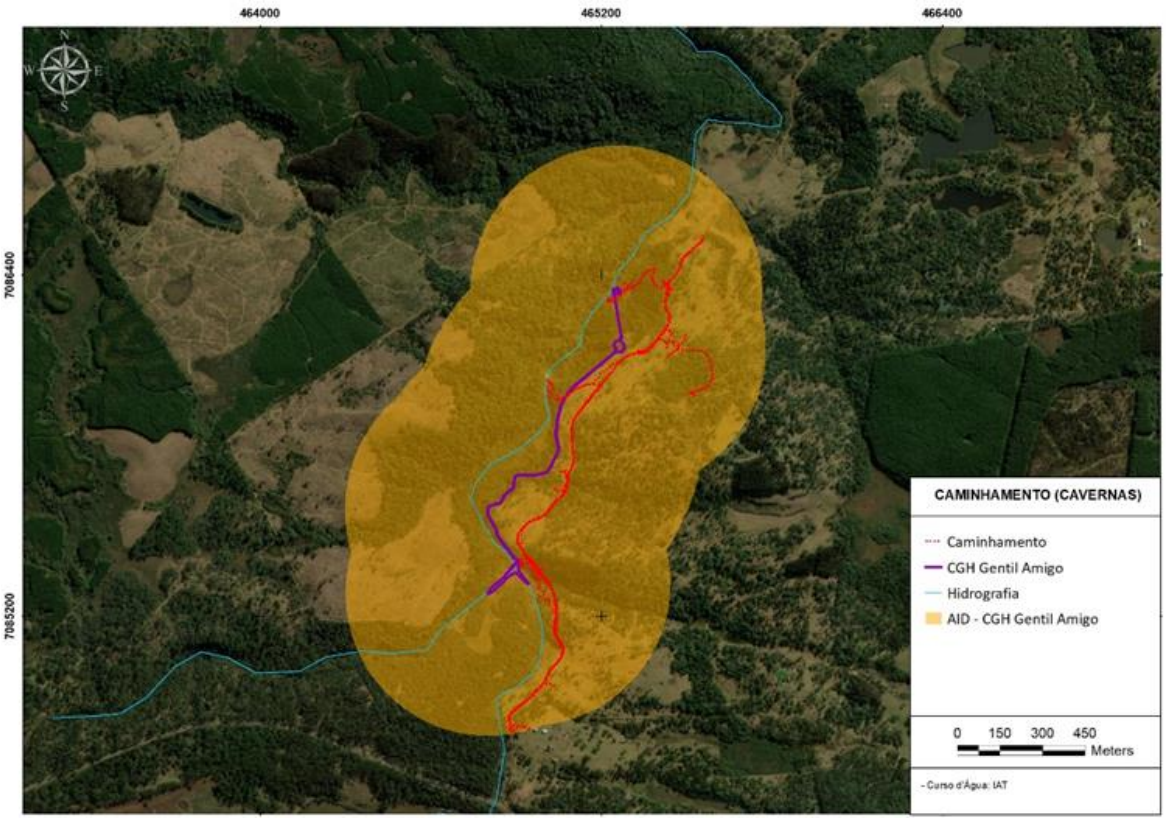


Figura 8.32: Caminhamento na AID da CGH Gentil Amigo.

Utilizando os registros de cavidades existentes, conforme o CECAV, a caverna mais próxima do empreendimento em questão é a Gruta do Morro da Cruz (Paleotoca), presente na localidade de Morro da Cruz, no município de Porto União (SC), cerca de 28,97 km de distância da CGH Gentil Amigo, portanto, fora da área de segurança para o patrimônio espeleológico (**Anexo 11 – Espeleologia**).

8.1.1.4.6 Pedologia

A classificação prévia dos solos presentes na área diretamente afetada pelo empreendimento, foi baseada no mapeamento proposto pelo IBGE (2021), tendo em vista a sua escala mais detalhada de 1:250.000.

Foram identificadas, inicialmente, duas classes de solo, posteriormente confirmadas em campo: Cambissolo Háplico Tb Distrófico e Nitossolo Bruno Aluminoférrico, podendo ser visualizado no Mapa Pedológico da CGH Gentil Amigo (**Anexo 12 – Pedologia**).

Em campo, o técnico identificou perfis e coletou amostras de solo, para análise e melhor descrição, em conjunto com a bibliografia já existente do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018).

8.1.1.4.6.1 Cambissolo Háplico Tb Distrófico

O Cambissolo foi encontrado nas principais estruturas da CGH Gentil Amigo, como casa de força e reservatório, este último não foi possível retirar amostra de solo para melhor visualização e descrição.

A EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018) define os cambissolos como solos constituídos por material mineral, com destaque para o horizonte B sendo incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Sua gênese é heterogênea, seja na forma de relevo e nas condições climáticas, fator que auxilia na variação de suas características de um local para outro. Esta classificação pedológica é considerada pouco profunda, pois se trata de um solo jovem.

Na área do empreendimento, o Cambissolo foi encontrado em uma região com maior declividade, fator que influência na presença de cascalho nos perfis e amostras retiradas (Figura 8.33 a Figura 8.38), apesar da significante existência de argila a qual impõem uma coloração marrom no solo.

O horizonte B incipiente (Bi) apresenta uma textura francoarenosa ou mais argilosa e solum com teores uniformes de argila, controlando o incremento de argila de um horizonte para o outro. Sua estrutura pode ser em blocos, granular ou prismática, com ausência de agregados e estrutura em grãos simples ou maciça (SANTOS *et al*., 2018).

Para a EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018) quando um solo não se enquadra com o horizonte O hístico, horizonte A húmico e ou caráter flúvico dentro de 150cm a partir de sua superfície, deve adotar a classificação de Cambissolo Háplico para sua subordem, o que ocorre com o solo existente na área do empreendimento.

Por fim, a EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018) ainda explica que o terceiro nível categórico da pedologia da área de interesse, classificada como Tb Distróficos são solos com baixa fertilidade e argila de atividade baixa e saturação por bases <50%, ambas na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).



Figura 8.33: Cambissolo Háplico visto na área de instalação da casa de força (465292E / 7086954S).



Figura 8.34: Detalhe na área de instalação da casa de força (465292E / 7086954S).

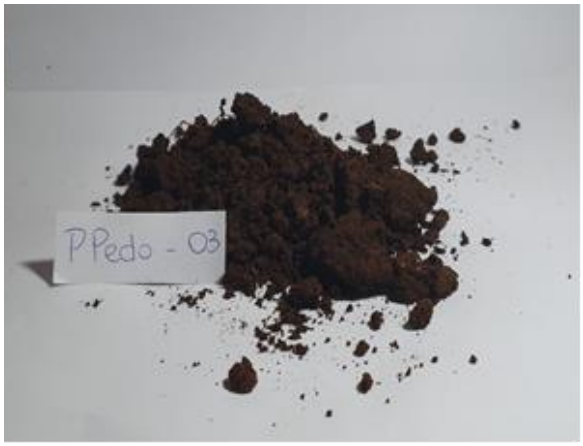


Figura 8.35: Amostra de Cambissolo retirada na área de instalação da casa de força da CGH Gentil Amigo.



Figura 8.36: Perfil de Cambissolo encontrado próximo a área de instalação (465004E/7085574S).



Figura 8.37: Perfil de Cambissolo Háplico visto com detalhe próximo da área de instalação (465004E / 7085574S).

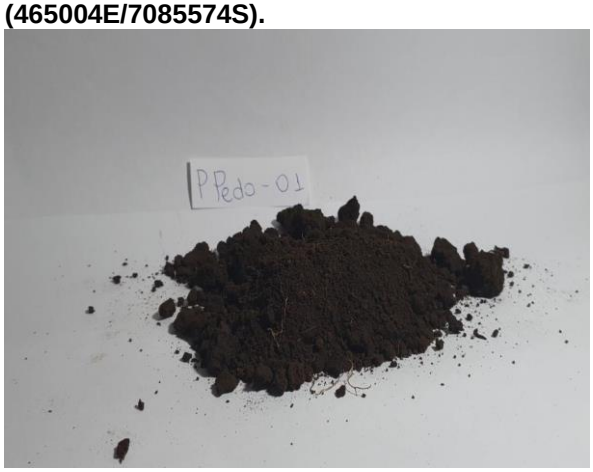


Figura 8.38: Amostra de Cambissolo retirada próximo da área de instalação da CGH Gentil Amigo.

8.1.1.4.6.2 Nitossolo Bruno Aluminoférrico

O Nitossolo está presente de forma quase imperceptível no empreendimento, sendo encontrada apenas em uma pequena área projetada para o canal, de qualquer forma ocupa grande porção da AID da CGH Gentil Amigo.

Com o perfil e amostra observados (Figura 36 a Figura 38), notou-se que esta classe pedológica apresenta granulometria composta fortemente por argilas o que possibilita um brilho em sua superfície.

De forma geral, os Nitossolos se caracterizam como solos de considerável profundidade com boa drenagem interna, bem estruturados e sem variação de cores em seu perfil tendo em vista a homogeneidade de seus minerais constituintes, além da diminuição da argila conforme a aumenta a profundidade (SANTANA e AZARIAS, 2021). Em relação a sua acidez, a EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018) classifica como um solo moderadamente ácido a ácido.

Conforme a EMBRAPA (SANTOS *et al*., 2018), esta classe apresenta horizonte B nítico bem expresso em termos de grau de desenvolvimento de estrutura, abaixo do horizonte A.

Apresenta-se argila de atividade baixa ou atividade alta conjugada com caráter alumínico na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Para classificar o segundo nível categórico como Bruno, o solo deve apresentar caráter retrátil e horizonte A húmico ou conteúdo de carbono orgânico superior a 10g kg-1 até 40cm de profundidade, apresentando na parte superior do horizonte B (inclusive BA), coloração brunada (SANTOS *et al*., 2018).

Por fim, o terceiro nível categórico, classificado como Aluminoférrico será um solo de baixa fertilidade, adotado devido caráter alumínico e teores de Fe2O3 (pelo H2SO4) de 150g kg-1 a <360g kg-1 de solo, ambos na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) (SANTOS *et al*., 2018).



Figura 8.39: Nitossolo Bruno visto na área de instalação da casa de força (465330E / 7086130S).



Figura 8.40: Cerosidade destacada no perfil de Nitossolo Bruno (465330E / 7086130S).

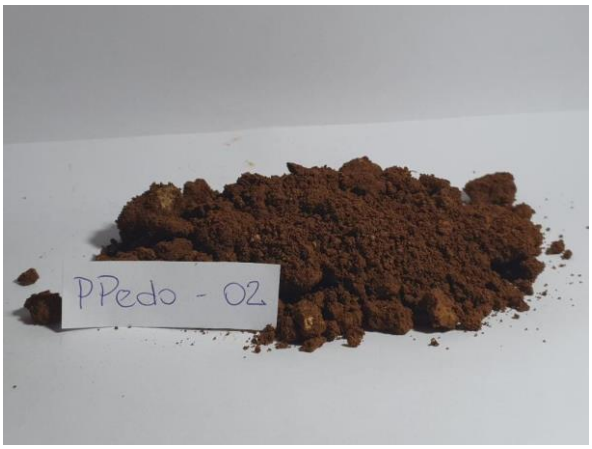


Figura 8.41: Amostra de Nitossolo Bruno retirado nas proximidades da CGH Gentil Amigo.

Este subcapítulo tem como interesse apresentar um levantamento bibliográfico para colher informações necessárias para a caracterização das águas subterrâneas, tendo em vista um entendimento do comportamento dos aquíferos na ADA, AID, AII e região.

Para a caracterização, utilizou-se a Carta das Águas Subterrâneas do Paraná, elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (2015) em conjunto com a CPRM, AGUASPARANÁ,

WBG e Água & Solo Estudos e Projetos, bem como os documentos de outorga existentes na região para entendimento do seu uso.

A bibliografia aponta a área de influência do empreendimento inserida no Aquífero Guarani e Aquífero Serra Geral, dois aquíferos que estão diretamente relacionados (**Anexo 13 – Água Subterrânea**).

8.1.1.5 Considerações Finais

Os dados utilizados para serem base do estudo apresentaram grande coerência em relação com o que foi levantado em campo. Para os locais em que houveram dúvidas em relação das unidades litoestrigráficas ou classes de solo, as análises posteriores em escritório confirmaram a indicação do que proposto pela bibliografia, reforçando assim a boa escolha e qualidade das bases utilizadas para nortear os trabalhos de campo e consequentemente este estudo.

Analisando de forma integrada, componentes do meio físico como geologia, geomorfologia, espeleologia e pedologia conversam entre si, no que se refere à existência de cada unidade presente na área de influência.

A ausência de cavidade e fósseis se dá pelo baixo potencial de ocorrência destes elementos em rochas como basaltos os quais dominam a área. Primeiramente, sobre as cavidades, apesar de alguns estudos apontarem a existência da formação de cavidades em basalto no Estado do Paraná, os relatos são de cavernas com pouca altura e desenvolvimento (SPOLADORE *et al*. 2018). Além disso, a própria geomorfologia do local, por se tratar de um relevo pouco acidentado, dificulta a formação de cavidades que poderiam se formar em afloramentos do tipo paredão.

Em relação a pedologia da área de influência da CGH Gentil Amigo, também é comandada pela geologia do local. Rochas como basaltos, andesibasaltos e andesitos quando sofrem processos de intemperismo ao longo do tempo, tendem a desenvolver solos com considerável textura argilosa, características observadas no Cambissolo e Nitossolo da área. Vale destacar ainda a influência do relevo na pedologia, tendo em vista o Cambissolo apresentar-se nas áreas de maior declividade, o que indica um solo pouco desenvolvido, mais jovem e mais propenso a erosão, enquanto a região mais plana apresenta um solo com maior profundidade.

Vale citar ainda a relação da geologia com a geomorfologia da área de influência do empreendimento, principalmente do Membro General Carneiro o qual forma o substrato rochoso do Planalto Clevelândia, com interflúvios, aplainados devido a resíduos de peneplanos terciários, vertentes convexas e conveco-côncavas e declividades de até 6 – 30% (ARIOLI e LICHT, 2013).

A análise integrada da pedologia, geologia e geomorfologia, resultaram nas modelagens de movimento de massa e erosão, demonstrando as áreas com maior potencial, indicando basicamente as áreas de cambissolos e maior declividade, além da ausência de cobertura vegetal, como os locais em que se deve considerar de maior atenção.

8.1.2 Recursos Hídricos

8.1.2.1 Delimitação das Áreas de Influência para Recursos Hídricos

O aproveitamento hidrelétrico CGH Gentil Amigo será implantado nas coordenadas 22J 464892.58 7085380.59, no Rio São Manuel, na confluência com o Rio São João, no estado do Paraná, município de General Carneiro. Localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Iguaçu, sub-bacia 65, especificamente na unidade hidrográfica do Médio Iguaçu.

A área de drenagem de uma bacia é a projeção em um plano horizontal da superfície contida entre seus divisores topográficos, sendo expressa em km² ou hectares.

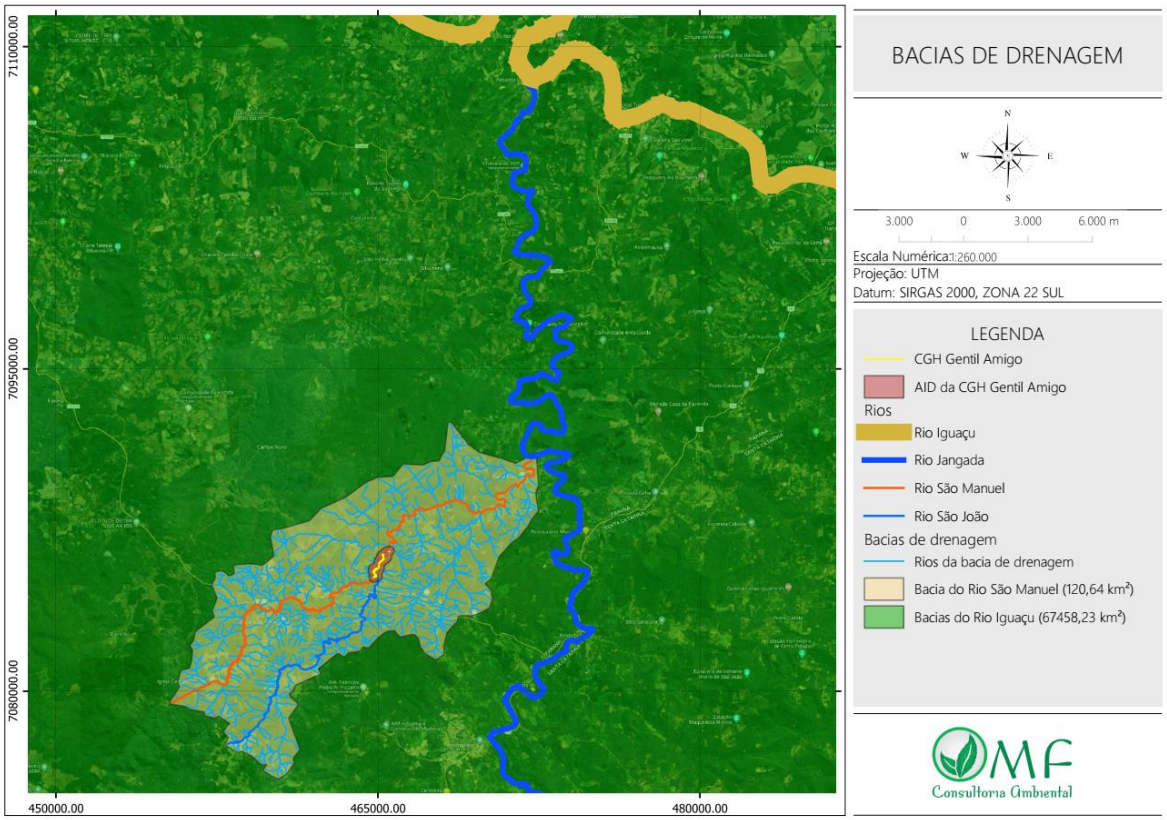


Figura 8.42: Delimitação da bacia de drenagem contribuinte local do empreendimento.

8.1.2.2 Metodologias

8.1.2.2.1 Área de Estudo – Pontos de Amostragem

Foram delimitados quatro pontos de amostragem da água, sendo elas representando as regiões de montante do reservatório, reservatório, trecho de vazão reduzida e jusante da casa de força.

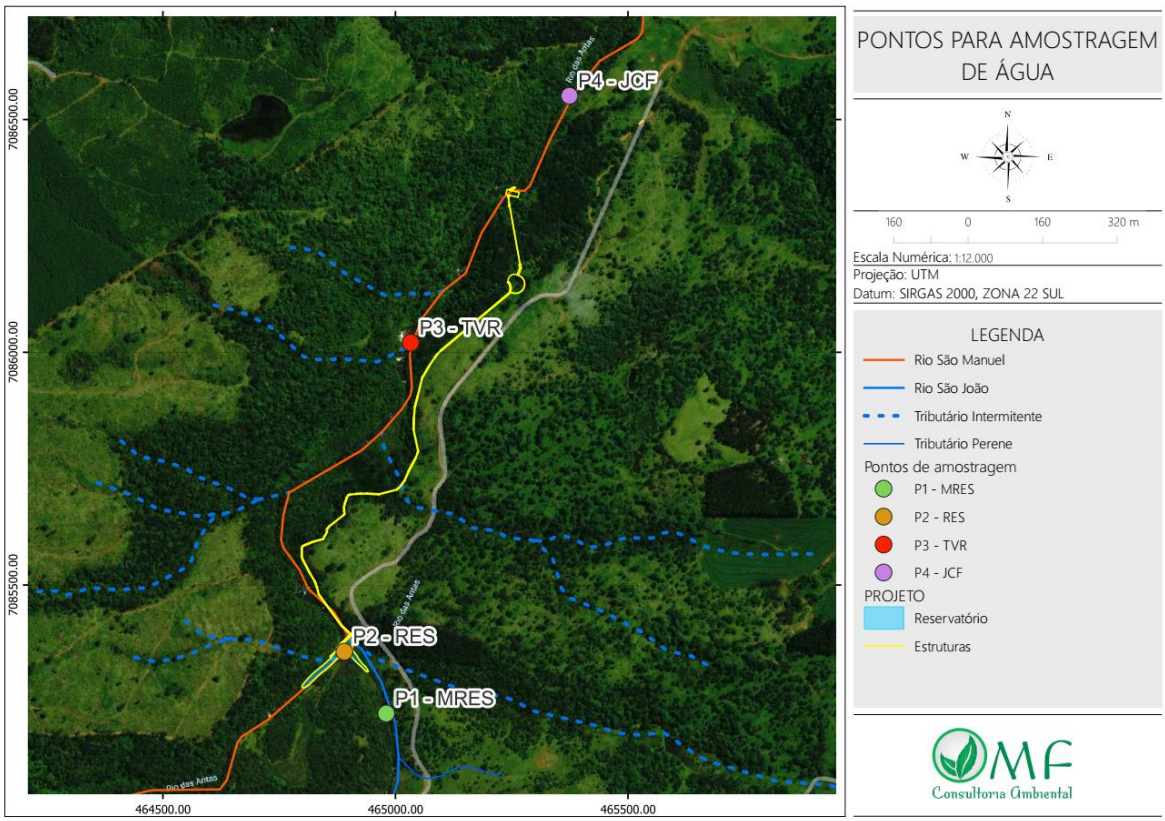


Figura 8.43: Pontos para amostragem de água.

8.1.2.2.2 Detalhamento dos Pontos Amostrais

Foram definidos quatro pontos para coleta de amostras no rio, detalhados na Tabela 8.8.

Tabela 8.8: Descrição dos pontos amostrais.

Ponto	Localização	Coordenadas	Descrição
P1 – MRes	Montante do reservatório	22J 464978.29 7085229.04	Ponto amostral localizado no Rio São João, o qual desemboca no Rio São Manuel pouco antes do futuro reservatório da CGH Gentil Amigo. Localizado em área de corredeira, com vegetação ciliar densa na margem esquerda e pouco presente na margem direita.
P2 – RES	Reservatório	22J 464886.62 7085353.11	Ponto localizado no reservatório da CGH Gentil Amigo, em ponto de encontro dos rios São Manuel e São João. Ambiente semi lótico, rochoso, sem vegetação ciliar em ambas as margens.
P3 – TVR	Trecho de vazão reduzida	22J 465033.09 7086020.78	Ponto localizado na área de vazão reduzida da CGH. Local rochoso, com corredeiras e com pouca vegetação ciliar presente em ambas as margens.
P4 – JCF	Jusante da casa de força	22J 465374.54 7086551.38	Ponto localizado na área de jusante da casa de força. Local pedregoso e com presença de corredeiras. Vegetação ciliar preservada na margem esquerda e pouco presente na margem direita.

As figuras a seguir apresentam a caracterização dos pontos de coleta e análise das águas superficiais na AID da CGH Gentil Amigo com base em imagens de satélite e registro fotográfico.



Figura 8.44: Localização e vista geral do P1 – Montante do reservatório.



Figura 8.45: Localização e vista geral do P2 – Reservatório.



Figura 8.46: Localização e vista geral do P3 – Trecho de vazão reduzida.



Figura 8.47: Localização e vista geral do P4 – Jusante da casa de força.

8.1.2.2.3 Sazonalidade

As amostragens foram realizadas em concomitância com as campanhas de levantamento da fauna, compreendendo:

Tabela 8.9: Sazonalidade das amostragens.

Campanha	Realização	Sazonalidade
1ª	01 a 02/09/22	Inverno
2ª	30 a 31/01/23	Verão

8.1.2.2.4 Amostragem

As amostras de coleta de água foram realizadas utilizando-se de luvas e álcool 70° INPM para desinfecção das mãos. As coletas foram realizadas diretamente do curso hídrico para as análises laboratórios. Também foram amostrados parâmetros ambientais no local no momento das amostragens.



Figura 8.48: Amostragem de água.

8.1.2.2.5 Parâmetros Analisados

Foram realizadas coleta de água para análise de 29 parâmetros da água:

Tabela 8.10: Parâmetros da água analisadas e limites da legislação (CONAMA 357/2005).

Número	Parâmetro	Legislação
1	Alumínio Dissolvido	≤ 0,1 mg/L
2	Cádmio Total	≤ 0,001 mg/L
3	Chumbo Total	≤ 0,01 mg/L
4	Cobre Total	-
5	Coliformes Termotolerantes (fecais) – Determinação quantitativa pela técnica de membrana filtrante	≤ 1000 em 100 mL
6	Contagem de Zooplâncton através da Câmara de Sedgwick-Rafter (SR)	-
7	Cromo Total	≤ 0,05 mg/L
8	Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio através do ensaio em 05 dias	≤ 5 mg O2/L
9	Determinação da Demanda Química de Oxigênio pelo Método do Refluxo Fechado	-
10	Determinação de Amônia pelo método colorimétrico com fenato	-
11	Determinação de Clorofila-a por Espectrofotometria	≤ 30 µg/L
12	Determinação de Condutividade eletrolítica	-
13	Determinação de Nitrogênio Total por cálculo (Nitrato + Nitrito) – Oxidado	Vide(*)
14	Determinação de Óleos e Graxas totais por Infravermelho	
15	Determinação de Oxigênio Dissolvido pelo Método com Modificação com Azida	≥ 5 mg O2/L
16	Determinação de Salinidade pelo Método Condutivimétrico	≤ 0,5 ‰
17	Determinação de Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) pelo Método Condutivimétrico	≤ 500 mg/L
18	Determinação de Sólidos Totais Fixos por ignição a 550ºC	-
19	Determinação de Sólidos Totais Voláteis por ignição a 550ºC	-
20	Determinação de Turbidez pelo método nefelométrico	≤ 100 NTU
21	Fitoplâncton – Detecção e Quantificação de Organismos (com rede)	-
22	Fitoplâncton – Detecção e Quantificação de Organismos (sem rede)	-
23	Fósforo Total	Vide(**)
24	Mercúrio Total	≤ 0,0002 mg/L
25	Níquel Total	≤ 0,025 mg/L
26	Nitrato (como N)	≤ 10,0 mg/L
27	Nitrito (como N)	≤ 1,0 mg/L
28	pH p/ Potenciometria	entre 6,0 e 9,0
29	Zinco Total	≤ 0,18 mg/L

Legenda: * = Determinação de Nitrogênio Total por cálculo (Nitrato + Nitrito) – Oxidado – Após oxidação, não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência; ** = Fósforo Total – 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico, 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Além destes, foram aferidos sete parâmetros ambientais durante as amostragens em campo:

- Temperatura do ar;

- Temperatura da água;
- pH;
- Saturação de oxigênio;
- Transparência;
- Profundidade.

8.1.2.2.6 Metodologia de Análise dos Resultados

Os resultados obtidos nos laudos foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação vigente (Resolução CONAMA 357/2005), a fim de avaliar a qualidade ambiental dos locais amostrados.

Índices de qualidade de água foram aplicados visando resumir as variáveis analisadas em um número que possibilite avaliar a evolução da qualidade de água no tempo e no espaço. Estes índices facilitam a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores.

Além dos índices da qualidade da água e de estado trófico, foram apresentadas as demais análises para expressar as condições reais dos cursos d'água.

8.1.2.2.6.1 Índice de Qualidade da Água – IQA

Os parâmetros físico-químicos e biológicos determinados foram utilizados para avaliação da qualidade da água pelo Índice de Qualidade da Água – IQA. Este índice é baseado na construção de curvas de qualidade e agregação ponderada de parâmetros selecionados. O IQA normalmente é utilizado para avaliar a qualidade bruta da água. O IQA utilizado pela CESTESB desde 1997 foi adaptado da *National Sanitation Foundation* – EUA (ZAGATTO *et al.*, 1999). Os 9 parâmetros utilizados para compor o índice permitem estabelecer critérios para classificação das águas em cinco categoriais: ótima, boa, regular, ruim e péssima.

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=0}^{9} q_i^{w_i}$$

Onde:

- IQA = índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;
- q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, (entre 0 e 100) obtido da respectiva "curva média específica de qualidade", em função de sua concentração ou medida;
- W_i= peso correspondente ao i-ésimo parâmetro; atribuído por sua importância para a conformação global da qualidade, um número entre "0" e "1".

Para valores de IQA menores que 19 a água é considerada “péssima “; de 19 a 36 é “ruim”; de 36 a 51 é “regular”; para valores de 51 a 79 a água é considerada “boa”; e de 79 a 100 “ótima”, conforme pode ser melhor visualizado na tabela a seguir.

Tabela 8.11: Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA).

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB 2005.

A tabela a seguir representa o peso de cada parâmetro no cálculo de IQA, segundo CETESB em 2005.

Tabela 8.12: Parâmetros para determinação do Índice de Qualidade da Água e pesos relativos.

Parâmetros	Wi
Oxigênio Dissolvido – OD (% OD)	0,17
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	0,15
pH – Potencial hidrogeniônico	0,12
Fósforo total (mg/L PO4)	0,10
Nitrogênio total (mg/L)	0,10
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Temperatura (º C)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08
Total	**1,00**

8.1.2.2.6.2 Índice de Estado Trófico – IET

Um dos principais processos causadores da degradação da qualidade das águas em ambientes lênticos tem sido a eutrofização (BARRETO *et al*., 2013), que consiste no enriquecimento das águas por substâncias fertilizantes que propiciam o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas (TOLEDO *et al*., 1984; VON SPERLING, 1995; HARREMOES, 1998).

O nitrogênio, o fósforo e a sílica são apontados como principais nutrientes responsáveis pelo processo, no entanto outros fatores externos como a luz e a temperatura da água também atuam como controladores do fenômeno da eutrofização (TOLEDO *et al*., 1984; TUNDISI *et al*., 1988; WETZEL, 1993; ESTEVES e BARBOSA, 1986).

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d’água em diferentes graus de trofía, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Das três variáveis citadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas duas: clorofila ‘a’ e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofía, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados.

O Índice do Estado Trófico apresentado nesta metodologia e utilizado no cálculo do IVA, será composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

- IET para Rios:

$$IET\ (CL) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}7 - 0{,}6 \times (\ln CL))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}42 - 0{,}36 \times (\ln PT))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

- IET para reservatórios:

$$IET\ (CL) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}92 - 0{,}34 \times (\ln CL))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1{,}77 - 0{,}42 \times (\ln PT)}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

Onde:

- PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L-1;
- CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg.L-1;
- ln: logaritmo natural.

Quando há disponíveis os dados de ambas variáveis (clorofila e fósforo), o resultado apresentado nas tabelas do IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a equação:

$$IET = \frac{[IET(PT) + IET(CL)]}{2}$$

8.1.2.2.6.3 Média do IET

Na interpretação dos resultados, segundo Lamparelli (2004), os pontos serão classificados conforme os resultados obtidos para o IET. Assim, para cada ponto, serão utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila a para cálculo do IET(PT) e IET(CL), sendo o IET final resultante da média aritmética simples dos índices anuais relativos ao fósforo total e a clorofila a.

Em função da variação sazonal dos processos ambientais que tem influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano havendo épocas em que se desenvolve pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado.

Em geral, no início da primavera, com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de inverno, em que se mostra menos intenso. Nesse sentido, a determinação do grau de eutrofização médio de um corpo hídrico pode não identificar, de forma explícita, as variações que ocorreram ao longo do período.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para a clorofila-a, o índice será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET, devendo, apenas, constar uma observação junto ao resultado, informando que apenas uma das variáveis foi utilizada.

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofía para rios e reservatórios estão descritos nas Tabela 8.13 e Tabela 8.14 a seguir.

Tabela 8.13: Classificação do Estado Trófico para Rios.

Categorias	Ponderação	Fósforo total mg/m³	Clorofila 'a' mg/m³
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	P ≤ 13	Cl ≤ 0,74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < P ≤ 35	074 < Cl ≤ 1,31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < P ≤ 137	1,31 < Cl ≤ 2,96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < P ≤ 296	2,96 < Cl ≤ 4,70
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < P ≤ 640	470 < Cl ≤ 7,46
Hipereutrófico	IET > 67	640 < P	7,46 < Cl

Tabela 8.14: Classificação do Estado Trófico para Reservatórios, segundo Carlson modificado.

Categorias	Ponderação	Secchi – m	Fósforo total mg/m³	Clorofila 'a' mg/m³
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	S ≥ 2,4	P ≤ 8	Cl ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	2,4 < S ≥ 1,7	8 < P ≤ 18	1,17 < Cl ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	1,7 < S ≥ 1,1	19 < P ≤ 52	3,24 < Cl ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	1,1 < S ≥ 0,8	52 < P ≤ 120	11,03 < Cl ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	0,8 < S ≥ 0,6	120 < P ≤ 233	30,55 < Cl ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	0,6 ≥ S	233 < P	69,05 < Cl

Tabela 8.15: Descrição das classes do IET.

Classes	Descrição
Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Cetesb (2007) e Lamparelli (2004).

8.1.2.3 Águas Superficiais

8.1.2.3.1 Caracterização da Bacia e da Microbacia Hidrográfica

A caracterização fisiográfica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamentos e na determinação de coeficientes definidores da forma, drenagem, declividade da bacia, entre outros. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos.

Para entender o funcionamento de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar quantitativamente importantes parâmetros fisiográficos (área de drenagem, perímetro, forma da bacia, densidade de drenagem, declividade do rio e tempo de concentração). Cabe ressaltar, pois, que nenhum destes parâmetros fisiográficos deve ser entendido como capaz de simplificar a complexidade dinâmica da bacia hidrográfica, a qual, inclusive, tem magnitude temporal.

8.1.2.3.1.1 Dados Fisiográficos

Para a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica da CGH Gentil Amigo, utilizam-se parâmetros estabelecidos nas Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (2000) da Eletrobrás e no Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (2007) do Ministério das Minas e Energia (MME). Esses parâmetros são:

- Área de Drenagem ($\boldsymbol{A}$): a área de drenagem de uma bacia é a projeção em um plano horizontal da superfície contida entre seus divisores topográficos ou divisores de água. É obtida através de planimetria clássica ou processos computacionais, em plantas de localização, e expressa, comumente, em km² ou ha.
- Perímetro ($\boldsymbol{P}$): é o comprimento linear do contorno do limite da bacia, expresso geralmente em km.
- Comprimento axial da bacia, ou o comprimento total do curso d'água principal ($\boldsymbol{L}$).
- Comprimento total dos cursos d'água da bacia ($\boldsymbol{L_t}$).

8.1.2.3.1.2 Forma da Bacia

Para a caracterização da forma de uma bacia são utilizados índices que buscam associá-la com formas geométricas conhecidas, que são: índice de compacidade e índice de conformação.

- Índice de Compacidade ($\boldsymbol{k_c}$): o índice ou coeficiente de compacidade, $\boldsymbol{k_c}$, é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$K_c = 0{,}28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

- P = perímetro da bacia analisada, em km;
- A = área de drenagem da bacia, em km².

O índice de compacidade é uma medida do grau de irregularidade da bacia, já que para uma bacia circular ideal ele é igual a 1. Desde que outros fatores não interfiram, quanto mais próximo da unidade for o índice de compacidade maior será a potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes.

- Índice de Conformação (K_f): o índice de conformação ou fator de forma, K_f, é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso d'água principal, desde a foz até a cabeceira mais distante, próxima do divisor de águas da bacia. O K_f é calculado através da equação:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Onde:

- A = área de drenagem da bacia, em km²;

- L = comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em km.

O índice de conformação relaciona a forma da bacia com um retângulo. Numa bacia estreita e longa, a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo, toda sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas. Desta forma, para bacias de mesmo tamanho, será menos sujeita a enchentes aquela que possuir menor fator de forma.

8.1.2.3.1.3 Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem, D_d, é a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia e a sua área total. Este índice fornece uma indicação da eficiência da drenagem, ou seja, da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. Este índice não considera a capacidade de vazão dos cursos d'água que, no caso de ser insuficiente, pode vir a provocar um efeito de represamento, reduzindo a eficiência de drenagem. D_d é determinado pela equação:

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

Onde:

- L_t = comprimento total dos cursos d'água da bacia, em km;
- A = área de drenagem da bacia, em km².

Desde que outros fatores não interfiram, se numa bacia houver um número grande de tributários, tal que a densidade de drenagem seja superior a 3,5 km/km², o deflúvio atingirá rapidamente o curso d'água principal e haverá, provavelmente, picos de enchentes altos e deflúvios de estiagem baixos. Diz-se que essas bacias são bem drenadas. Quando este índice for da ordem de 0,5 km/km², a drenagem é considerada pobre.

- Declividade do rio (S): determina a velocidade de escoamento de um rio. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e mais pronunciado e estreito serão os hidrogramas das enchentes. Para efeitos de dimensionamento, adota-se uma declividade média, obtida dividindo-se o desnível entre a nascente e a foz pela extensão total do curso d'água principal. S é determinado pela equação, em m/km:

$$S = \frac{H}{L}$$

Onde:

- H = diferença entre as cotas do ponto mais afastado da nascente e o considerado, em m;
- L = comprimento axial da bacia, ou, comprimento total do curso d'água principal, em m.
- Tempo de Concentração (t_C): o tempo de concentração, t_C, mede o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial numa

seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota que se precipita no ponto mais distante da seção transversal considerada de uma bacia, leva para atingir essa seção. Para o cálculo do tempo de concentração da bacia, a Eletrobrás (1997) recomenda a adoção da fórmula do *Soil Conservation Service*. O t_C é calculado em horas.

$$t_c = 0{,}95 \times (\frac{L^3}{H})^{0{,}385}$$

Onde:

- L = comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em km;
- H = diferença entre as cotas do ponto mais afastado da nascente e o considerado, em m.

8.1.2.3.2 Bacia Hidrográfica da CGH Gentil Amigo

A bacia da CGH Gentil Amigo está localizada no Rio São Manuel, afluente do Rio Jangada, possui uma área de drenagem de 60,00 km², com sua nascente na elevação 1.184,00 m, próxima ao divisor de águas com a bacia do Rio Iratim, nos municípios de General Carneiro e Bituruna, no PR. O Rio São Manuel percorre 18,3 km da sua nascente até a barragem da CGH Gentil Amigo, na elevação 1025,52 m.

A hipsometria representa a morfologia do relevo, onde as curvas hipsométricas demonstram as variações de altitude e a direção de escoamento que ocorre em determinada bacia hidrográfica. A Figura 8.49 representa a hipsometria da bacia e a localização dos aproveitamentos.

A declividade é a inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte e caracteriza-se como um ótimo indicativo dos processos erosivos e riscos existentes em uma bacia hidrográfica, tais como: escoamento superficial e subsuperficial, movimentos de massa, enchentes, entre outros (PADILHA, 2008).

Na bacia da CGH Gentil Amigo foi calculada a variação de declividade e observou-se que 34,80% e 35,99% do total de sua área apresentam declividades abaixo de 6% e 12% respectivamente, o que resulta em 70,79% da área com categoria de fragilidade ambiental muito fraca e fraca. As classes de fragilidade forte e muito forte perfazem apenas 6,26% da área total da bacia.

A declividade muito fraca não impede o uso de máquinas agrícolas e quando ocorre caracteriza a área por apresentar intensa ocupação e uso do solo voltado para agricultura temporária, perene e silvicultura, as preocupações com risco de processos erosivos e enchentes são menores. Nas superfícies com declividade fraca onde o relevo já se torna mais ondulado, a erosão hídrica se faz presente tornando o manejo de solo e da cobertura do solo relevantes para evitar processos erosivos.

A declividade média que ocupa 22,95% da bacia compreende áreas com declive de 12% a 20%, caracteriza-se por serem áreas inclinadas, o que acelera o processo de escoamento superficial e dificulta o uso de maquinário agrícola. O solo é mais propício a

erosão superficial e o uso e ocupação se faz em forma de silvicultura e pastagens. A classe de declividade forte e muito forte são áreas intensamente inclinadas onde o desmatamento nessas áreas pode causar erosão das encostas e assoreamento de rios e reservatórios. Quando ocupadas, são principalmente destinadas para pastagens. A Figura 8.50 representa a declividade na bacia do Rio Jangada.

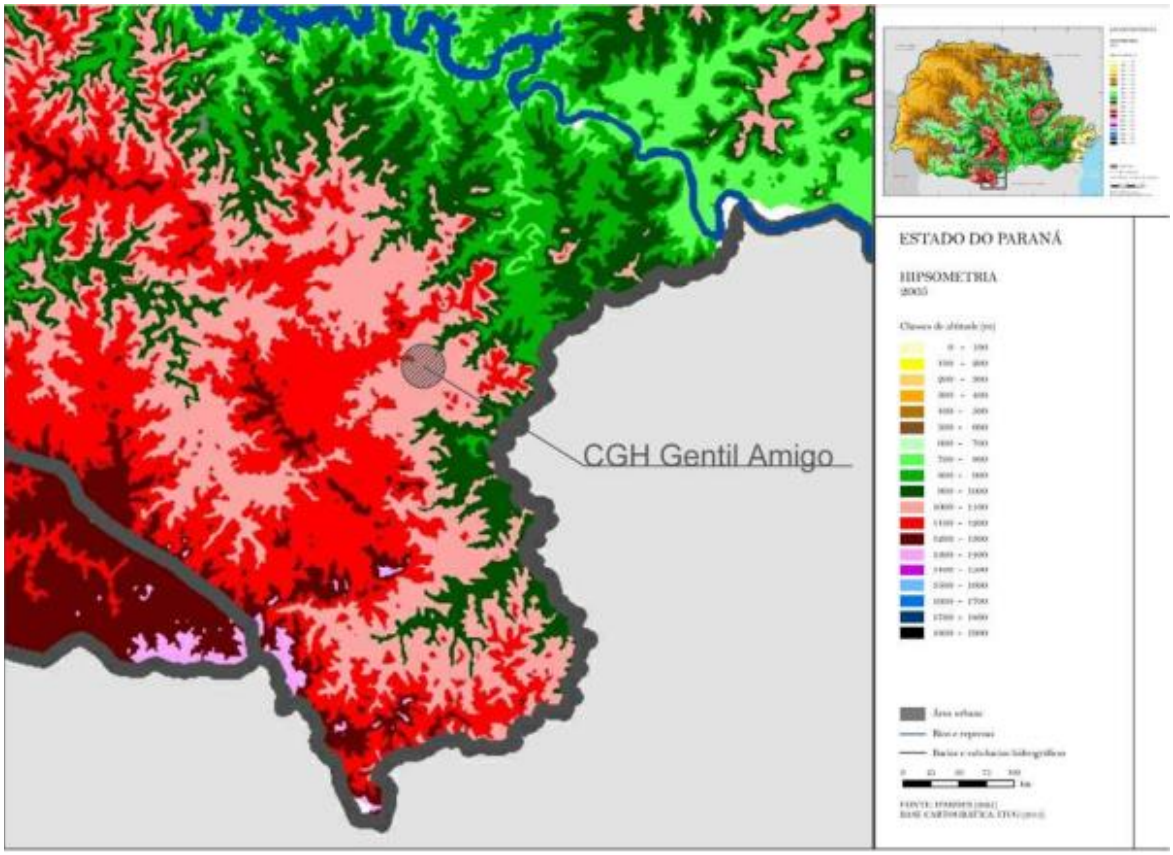


Figura 8.49: Hipsometria nas proximidades da CGH Gentil Amigo.
Fonte: IPARDES (2019).

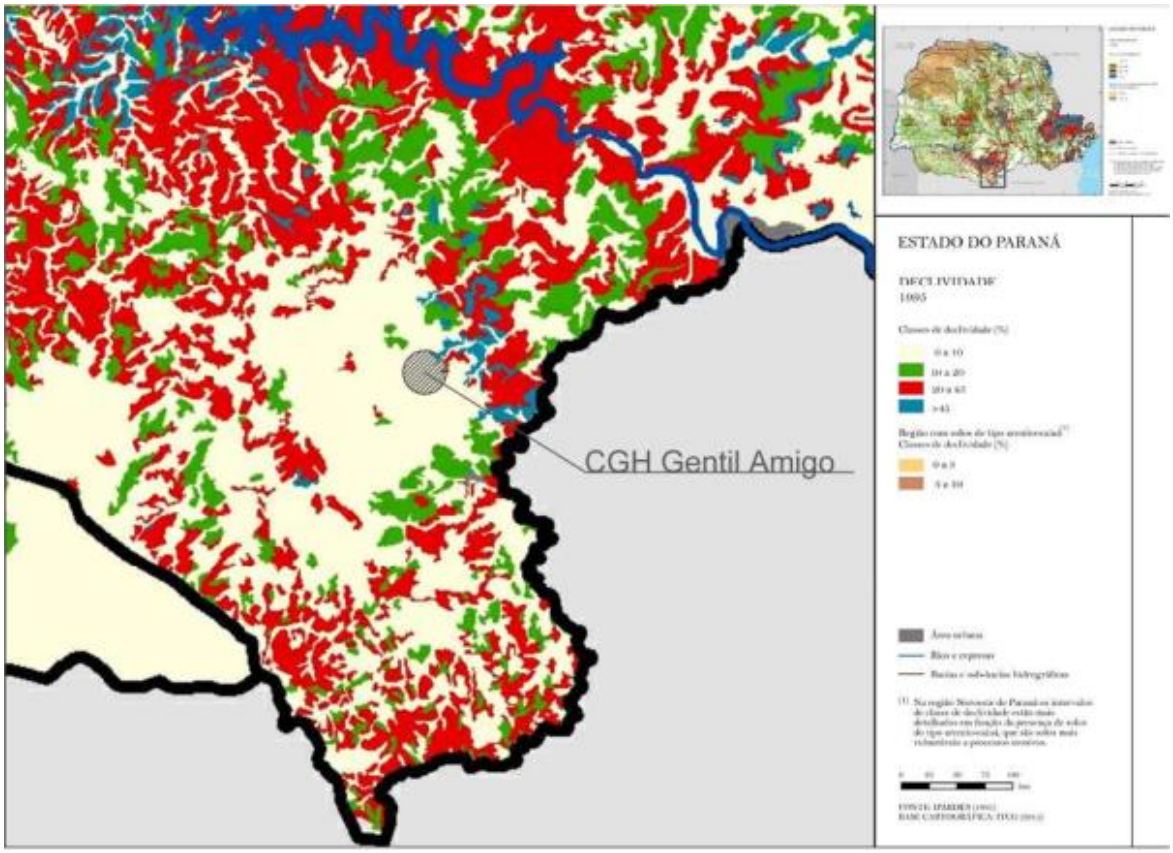


Figura 8.50: Declividade nas proximidades da CGH Gentil Amigo.
Fonte: IPARDES (2019).

Considerando a geologia da bacia, a litologia predominante em todos os seis municípios caracteriza-se por derrames de basalto da Formação Serra Geral que se formaram durante o Cretáceo no Mesozoico. Estes apresentam porosidade e permeabilidade primária desprezível, entretanto, a infiltração de água está condicionada à distribuição espacial das estruturas dos derrames, como o padrão de fraturamento que facilita a circulação da água.

Outros estudos importantes na caracterização da bacia hidrográfica são os estudos de uso do solo da bacia, pluviosidade e pedologia da bacia que somados a declividade fornecem os dados da fragilidade ambiental da bacia que pode ser usado para análise de aptidão agrícola e riscos de enchentes e erosão.

A fragilidade da bacia hidrográfica do Rio Jangada pode ser classificada predominantemente de fraca a média. Este índice se deve à presença, na grande maioria da área, de solos com fraca e média fragilidade, de uma situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais inferiores a 2.000 mm/ano, de um relevo dissecado com níveis de declividade predominantes fraco e médio e do uso e ocupação do solo onde predomina a cobertura vegetal.

8.1.2.3.2.1 Caracterização Fisiográfica da CGH Gentil Amigo

Para realização deste estudo, consideraram-se as características do aproveitamento verificado nos estudos preliminares e na divisão de quedas. Na Tabela 14 estão descritos os resultados dos cálculos da fisiografia para o aproveitamento.

Tabela 8.16: Características fisiográficas da CGH Gentil Amigo.

Bacia	A (km²)	P (km)	L (km)	kc	kf	Dd (km/km²)	S (m/km)	tc (h)
CGH Gentil Amigo	60,00	38,00	18,30	1,37	0,179	0,305	8,7	4

Legenda: A = área de drenagem; P = perímetro; L = comprimento do curso principal; kc = índice de compacidade; kf = fator de forma; Dd = densidade de drenagem; S = declividade média equivalente; tc = tempo de concentração.

Na análise dos resultados, os Índices de Compacidade (k_c) do aproveitamento possui em sua maioria baixo pico de ocorrência de cheias, com classificação moderada. Quando considerado o fator forma (k_f) o aproveitamento é classificado como baixa ocorrência de cheias.

A Densidade de Drenagem (D_d) apresenta-se pobre no aproveitamento da CGH Gentil Amigo, o que afirma a baixa suscetibilidade da bacia a enchentes.

No Tempo de Concentração (t_c) foi considerado o comprimento do rio desde a nascente até o eixo do aproveitamento e a declividade, e este varia entre 3,87 horas e 4,00 horas.

8.1.2.3.2.2 Evaporação

A evaporação é a passagem da água no estado líquido para o estado gasoso. A velocidade com que se dá a evaporação depende de muitos fatores, e os mais importantes são a temperatura do ar, a velocidade do vento e a umidade relativa. Chama-se essa velocidade de mudança de fase da água para o vapor de razão de evaporação. A razão de evaporação aumenta com o decréscimo da umidade relativa e o aumento da velocidade do vento, e eleva-se exponencialmente com o aumento da temperatura (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O estudo de evaporação deste projeto baseou-se em dados e informações obtidas do IAPAR, que utilizou registro histórico de observações da estação climatológica de Palmas, para o período de 1979-2017. Os valores de evaporação na área de estudo variam sazonalmente, com os maiores valores ocorrendo no período de novembro a janeiro, e os menores de abril a julho, como mostra a Tabela 8.17.

Tabela 8.17: Evaporação média (mm) na Estação Climatológica Palmas (1979-2017).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
75,1	60,4	69,3	58,8	46,9	43,4	56,2	73,9	73,7	72,0	82,4	80,6	792,7

Fonte: IAPAR (2019).

8.1.2.3.2.3 Evapotranspiração

O estudo de evapotranspiração deste projeto baseou-se em dados e informações obtidas do IAPAR, que utilizou registro histórico de observações da estação climatológica de Palmas, para o período de 1979-2017.

A evapotranspiração potencial foi calculada tendo como base os dados de temperatura média da estação de Palmas, utilizando-se a equação:

$$ETP = 1{,}6 \times (10 \times \frac{T}{I})^{\alpha}$$

Onde:

- ETP = evapotranspiração potencial, em cm;
- T = temperatura média mensal, em °C;
- I = índice térmico anual;
- α = constante.

O índice térmico anual é dado pela soma:

$$I = \sum_{1}^{12} i_n$$

Em que:

$$i_n = (\frac{T_n}{5})^{1{,}5414}$$

Onde:

- Tn = temperatura média mensal, em °C.

A constante "α" é determinada resolvendo o seguinte polinômio:

$$\alpha = 6{,}75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7{,}71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1{,}792 \times 10^{-2} \times I + 0{,}49239$$

O índice térmico foi calculado a partir da temperatura média mensal e pode ser verificado na tabela abaixo.

Tabela 8.18: Índice térmico mensal e anual (°C) na Estação Climatológica Palmas.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
8,67	8,60	7,89	6,48	4,52	3,90	3,76	4,68	5,22	6,54	7,45	8,34	76,04

Fonte: IAPAR (2019).

De posse dos dados, e definida a metodologia de cálculo, os valores encontrados para a evapotranspiração são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 8.19: Evapotranspiração líquida média mensal (mm) na Estação Climatológica Palmas.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
158	153	139	102	60	50	46	63	72	105	127	148	1222,7

8.1.2.3.2.4 Umidade Relativa do Ar

A presença de vapor de água na atmosfera é tratada como umidade. A umidade relativa é certamente o termo mais conhecido para representar a presença do vapor no ar. Ela expressa uma relação de proporção relativa entre o vapor existente no ar e o ponto de saturação do mesmo. Em outros termos, ela mostra em percentagem o quanto de vapor está presente no ar em relação à quantidade máxima possível de vapor que nele poderia haver, sob a temperatura em que se encontra. A fórmula que define a umidade relativa (UR) pode ser escrita como segue:

$$UR = (\frac{v}{psv}) \times 100$$

Onde v (usualmente em gramas) é o vapor existente (real) e psv é a pressão saturada de vapor (em gramas) para dada temperatura do ar (MENDONÇA e DANNIOLIVEIRA, 2007).

O estudo de umidade relativa do ar deste projeto baseou-se em dados e informações obtidas do IAPAR, que utilizou registro histórico de observações da estação climatológica de Palmas, para o período de 1979-2017.

A umidade relativa do ar na área de estudo varia de 73% a 82%, não existindo grandes variações entre os meses do ano, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 8.20: Umidade relativa média (%) na Estação Climatológica Palmas (1979-2017).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
79,0	80,0	79,0	80,0	82,0	81,0	78,0	73,0	74,0	76,0	73,0	76,0	77,6

Fonte: IAPAR (2019).

8.1.2.3.2.5 Insolação

A insolação está diretamente relacionada à altura solar de cada lugar. A região intertropical notabiliza-se pelos mais acentuados valores de insolação do Planeta, em virtude das elevadas alturas solares. A intensidade de insolação apresenta seus maiores valores nas regiões tropicais, por volta dos 20º de latitude em ambos os hemisférios (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O estudo de insolação deste projeto baseou-se em dados e informações obtidas do IAPAR, que utilizou registro histórico de observações da estação climatológica de Palmas, para o período de 1979-2017.

Os valores de insolação na estação climatológica de Palmas apresentam comportamento sazonal típico para as regiões de clima subtropical, com os menores valores ocorrendo nos meses de inverno, e os maiores valores nos meses de verão, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 8.21: Insolação Total (horas) na Estação Climatológica Palmas.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
210,8	183,8	206, 0	182,5	173,4	163,6	186,8	206,9	180,5	191,6	219,7	210,7	2316

Fonte: IAPAR, 2019.

8.1.2.3.2.6 Ventos

O estudo de ventos para a CGH Gentil Amigo foi baseado em dados da estação climatológica de Caçador, obtidos da EPAGRI, com registros históricos para o período de 1942 – 2006. De acordo com os dados disponíveis, a direção da primeira predominância do vento é de NE. Na tabela abaixo se apresenta a direção da segunda predominância dos ventos.

Tabela 8.22: Direção do vento na Estação Climatológica Caçador.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
NE	E	S	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	S	NE

Fonte: EPAGRI/CIRAM, 2011.

As velocidades dos ventos variam de 6,12 a 7,56 km/h, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 8.23: Velocidade do vento (km/h) na Estação Climatológica Caçador.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
6,48	6,48	6,12	6,12	6,12	6,48	6,84	7,2	7,56	7,56	7,56	7,2	6,81

Fonte: EPAGRI/CIRAM, 2011.

8.1.2.3.2.7 Massas de Ar

As massas de ar que interferem mais diretamente no Brasil, segundo o Anuário Estatístico do Brasil, do IBGE, são a Massa equatorial continental (mEc), Massa equatorial atlântica (mEa), Massa tropical continental (mTc), Massa tropical atlântica (mTa) e a Massa polar atlântica (mPa), proporcionando as diferenciações climáticas.

Na região da Bacia Hidrográfica da CGH Gentil Amigo as massas de ar que influenciam de maneira mais acintosa no clima são a massa Tropical Atlântica e a massa Polar Atlântica.

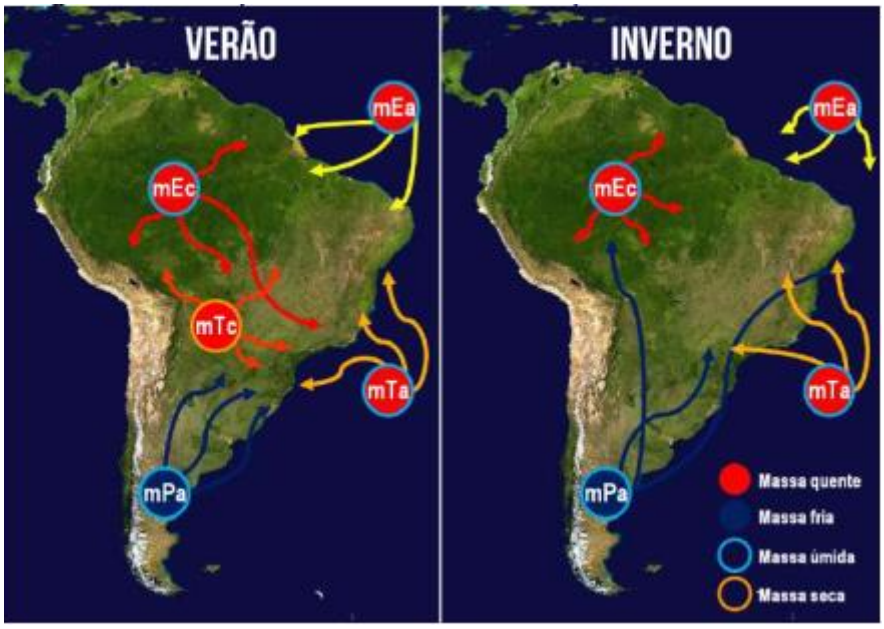


Figura 8.51: Mapas das massas de ar que atuam no Brasil.
Fonte: Geografia Opinativa, 2016.

8.1.2.3.3 Caracterização dos Cursos Hídricos da Bacia

8.1.2.3.3.1 Ordem dos Cursos D'água

Segundo classificação pela Agência Nacional de Águas (ANA), que classifica os rios em ordem de número crescente a partir da foz da bacia principal, em que os cursos que desaguam no mar são de nível 1, e os que desaguam nele são de nível 2, e assim sucessivamente.

Desta forma, os rios na bacia de drenagem do empreendimento (AII) encontram-se categorizados entre o nível 5 a nível 10, em que o Rio São Manuel é de nível 5 (o único da bacia de drenagem) e o Rio São João, por consequência, de nível 6 (Figura 8.52).

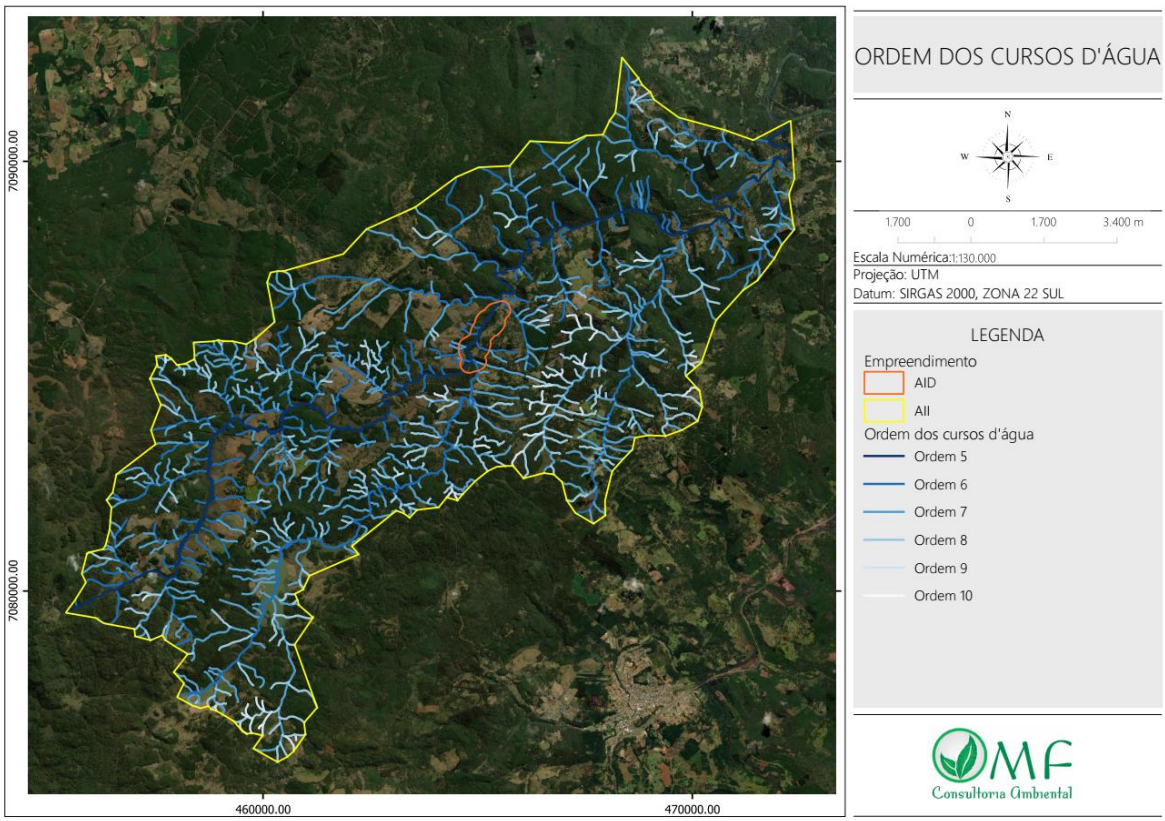


Figura 8.52: Ordem dos cursos d'água na área de drenagem do Rio São Manuel (All).

8.1.2.3.3.2 Enquadramento Conforme Resoluções do Conselho de Recursos Hídricos

Dentre os altos legais promovidos pelo Conselho de Recursos Hídricos (CERH) do Estado do Paraná, a resolução Nº 49 CERH/PR, de 20 de dezembro de 2006, dispõe sobre a instituição de Regiões Hidrográficas, Bacias Hidrográficas e Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Paraná na qual define em seu parágrafo único a Unidade Hidrográfica dos Afluentes do Médio Iguaçu: "Compreende a Bacia do Rio Iguaçu no trecho à jusante da confluência do Rio Iguaçu e Rio Negro, no município de São Mateus do Sul, até imediatamente à jusante da foz do Rio Jordão, no município de Foz do Jordão".

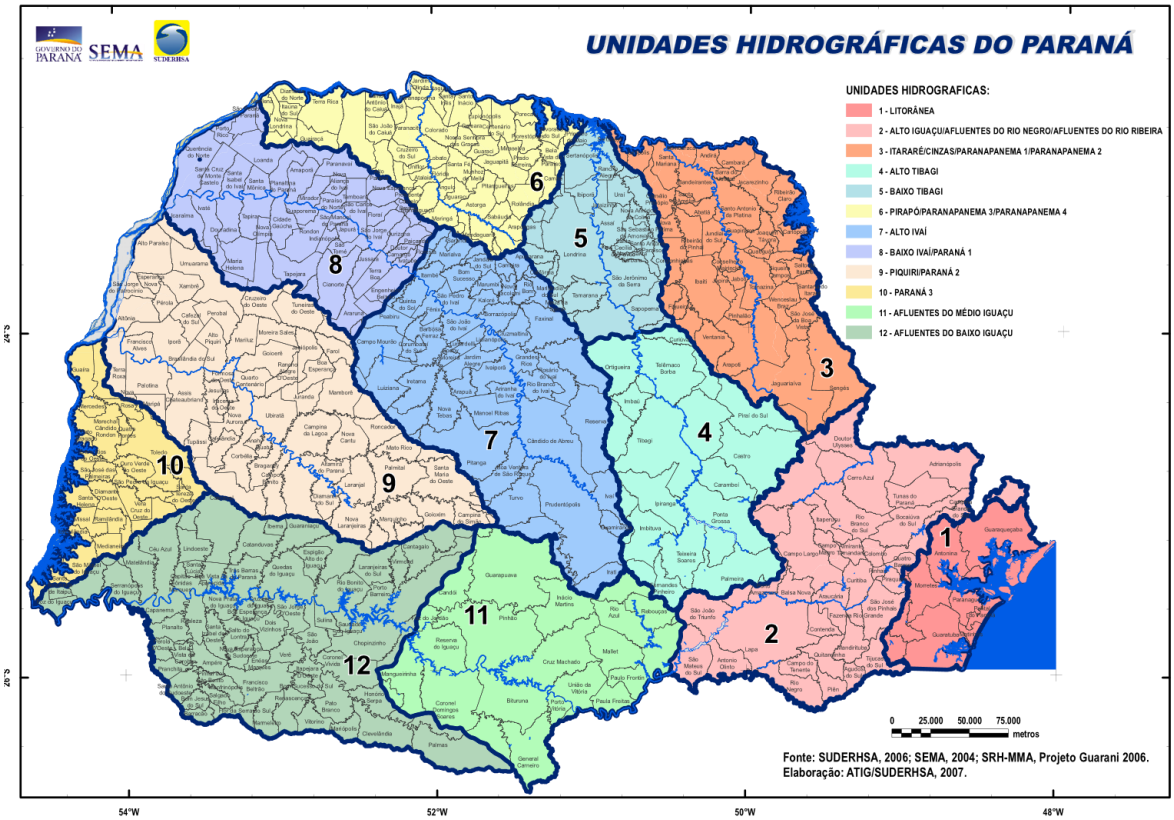


Figura 8.53: Unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos do Estado do Paraná.
Fonte: SUDERHSA (2006).

8.1.2.3.3.3 Enquadramento Conforme Plano de Bacia

Segundo o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/PR, o Comitê dos Afluentes do Médio Iguaçu não possui plano de bacia disponível, sendo apresentadas apenas algumas resoluções:

- Resolução Nº 26 CERH/PR, de 20 de dezembro de 2002, que aprova instituição do Comitê dos Afluentes Integralmente Paranaenses da Bacia do Médio Iguaçu e proposição de composição provisória de Mesa Diretora;
- Resolução Nº 32 CERH/PR, de 08 de outubro de 2003, que designa composição da Mesa Diretora Provisória do Comitê dos Afluentes Integralmente Paranaenses da Bacia do Médio Iguaçu;
- Resolução Nº 33 CERH/PR, de 11 de março de 2004, que nomeia membros para integrar a Mesa Diretora Provisória do Comitê dos Afluentes Integralmente Paranaenses da Bacia do Médio Iguaçu.

Visto isso, ainda está sendo considerado a legislação estadual vigente para enquadramento dos afluentes da região em questão, proveniente da antiga Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná (Portaria SUREHMA Nº 020/92 de 12 de maio de 1992). Sendo abordado com maiores detalhes no título seguinte.



Figura 8.54: Municípios de abrangência da Bacia do Médio Iguaçu.
Fonte: https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Comite-da-Bacia-dos-Afluentes-do-Medio-Iguacu.

8.1.2.3.3.4 Enquadramento Conforme Legislação Estadual

Considerando a Portaria nº 020/92 de 12 de maio de 1992 da SUREHMA - Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente, resolve por meio desde enquadrar os cursos d'água da bacia do Rio Iguaçu, de domínio do Estado do Paraná em seu **art. 1º** estabelece que todos os cursos d'água da Bacia do Rio Iguaçu, de domínio do Estado do Paraná pertencem à classe "2".

8.1.2.3.3.5 Regime de Cheias

O estudo hidrológico da CGH Gentil Amigo, foi elaborado para se chegar em um resultado muito próximo do real. Como o local não conta com medições fluviométricas, foram estudadas hipóteses de vazões a partir de dados de estações fluviométricas próximas ao local do empreendimento. Entre todas as estações estudas, buscou-se a estação que melhor se encaixasse com a realidade da CGH Gentil Amigo, levando em consideração principalmente, área de drenagem com tamanho aproximado entre a duas, distância do ponto de medição com o local da usina e quantidade de dados da estação.

8.1.2.3.3.5.1 Precipitação

A precipitação é fenômeno pelo qual a água retorna à superfície terrestre sob a forma líquida ou sólida. Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os climas da porção Sul do Brasil apresentam a pluviosidade bem distribuída durante todo o ano, sendo que os fatores como

a posição geográfica, relevo e os sistemas atmosféricos que atuam nesta região contribuem para esta característica climática.

Foram utilizados para o estudo pluviométrico da CGH Gentil Amigo, dados de três estações pluviométricas operadas e de responsabilidade do IAT e COPEL, para o período de 1976-2006, localizadas na bacia hidrográfica do Rio Jangada: Estação Pluviométrica Campo Do Meio (Rio São João), Estação Pluviométrica Jangada do Sul – 396 e Estação Pluviométrica Colônia Augusto Loureiro. A localização e características de cada estação pluviométrica são apresentadas abaixo.

Tabela 8.24: Estações pluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo.

Nome	UHE G.B.M. Jangada do Sul	General Carneiro – Centro	Campo Do Meio (Rio São João)	Volta Grande	Colônia Augusto Loureiro	IRATIM
Código	2651057	2651076	2651030	2651045	2651013	2651026
Bacia	6 – Rio Paraná					
Município	General Carneiro (PR)	General Carneiro (PR)	General Carneiro (PR)	General Carneiro (PR)	Bituruna (PR)	General Carneiro (PR)
Responsável	Copel	Copel	IAT	IAT	IAT	IAT
Distância aprox.	9,00 km	10,30 km	8,80 km	12,70 km	17,40 km	23,20 km

Fonte: HIDROWEB v3.1.0, 2019.

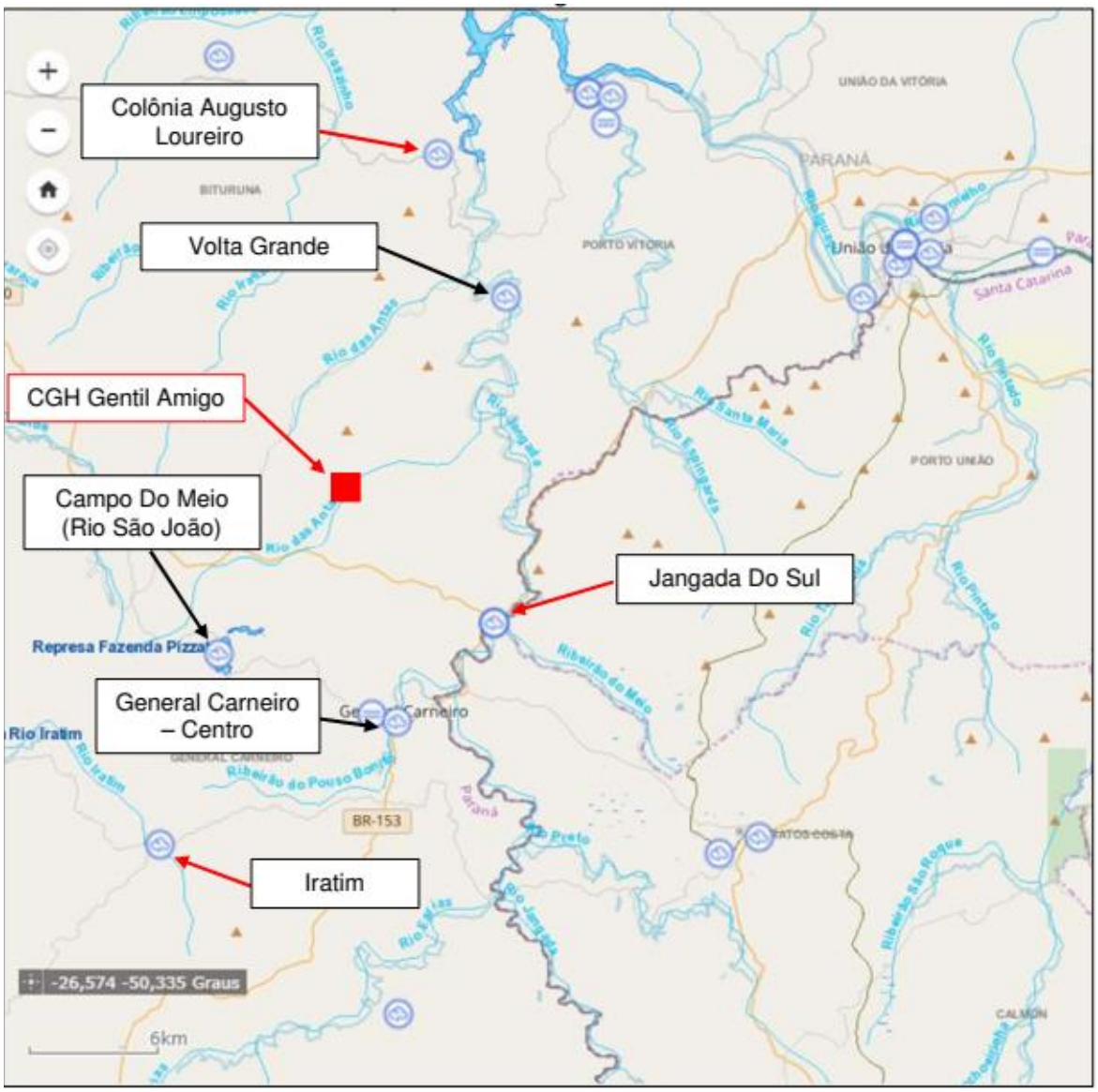


Figura 8.55: Localização das estações pluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo. Fonte: HIDROWEB v3.1.0, 2019.

Dentre as estações pluviométricas citadas acima, foram selecionadas três estações com medições com mais de 30 anos de dados e que estejam ativas atualmente:

- **Estação: Jangada do Sul**, código: 2651003, entidade: COPEL, município: General Carneiro, data de Instalação: 01/11/1945, data de extinção: atual, tipo: PPr, Bacia: Iguaçu, sub-bacia: 4, altitude: 800,00 m, latitude: 26° 23' 13'', longitude: 51° 16' 18''.

Tabela 8.25: Dados da estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – 2651003.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	169,4	88,6	62,8	82,2	133,4	86,0	53,2	158,6	134,8	203,8	173,4	110,4
1961	213,4	128,8	208,0	99,9	90,0	77,3	40,2	55,4	259,6	203,6	116,2	117,5
1962	122,0	253,5	116,3	81,2	106,8	43,4	76,5	50,2	154,6	196,3	103,9	90,7
1963	331,9	64,9	178,5	36,0	103,2	50,8	28,2	68,6	134,6	229,8	222,0	97,1
1964	30,3	191,0	105,7	113,6	100,3	97,4	100,5	200,3	120,7	73,7	167,4	84,1

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	128,3	168,3	73,3	131,7	161,2	82,7	238,5	106,8	171,9	371,1	209,6	293,8
1966	127,7	233,0	97,8	47,8	59,3	249,1	57,6	101,7	128,3	281,1	122,6	140,9
1967	155,6	343,2	174,5	51,3	103,5	112,5	53,3	131,3	99,0	151,7	128,4	165,3
1968	149,8	33,0	162,7	122,9	16,8	61,9	75,8	48,7	84,9	115,1	128,6	302,8
1969	178,8	171,2	163,0	214,9	158,0	207,1	93,3	88,3	155,0	116,7	103,6	139,1
1970	103,9	132,2	115,6	61,4	92,3	242,0	142,5	39,8	150,6	176,8	24,2	332,5
1971	143,9	50,8	212,1	210,3	184,9	196,5	123,6	91,4	75,6	114,1	35,6	46,1
1972	123,3	299,6	115,6	82,9	17,5	210,9	156,9	349,3	316,2	146,4	107,6	90,2
1973	223,5	143,7	87,8	116,9	278,6	212,0	125,5	263,9	228,9	145,5	136,5	157,7
1974	156,5	138,2	65,0	77,3	57,6	159,4	98,7	67,7	122,9	91,2	101,0	114,7
1975	165,3	145,8	130,9	35,3	39,4	101,9	69,8	154,1	269,6	132,4	176,9	283,8
1976	195,7	109,0	131,2	88,8	172,8	121,8	114,6	106,2	77,7	192,2	118,1	158,0
1977	309,4	212,2	242,2	73,4	18,2	121,2	93,2	167,0	87,8	239,6	123,2	124,0
1978	122,4	89,8	155,8	0,0	66,5	59,3	177,9	55,0	132,7	77,8	200,5	161,6
1979	32,3	86,6	113,6	182,6	317,5	36,1	78,8	110,1	159,7	376,2	201,5	233,8
1980	187,4	171,3	183,7	72,6	159,9	76,8	159,0	152,2	156,5	130,1	87,3	307,7
1981	122,3	106,5	94,4	191,3	51,2	137,7	21,8	115,2	86,4	149,7	156,5	167,5
1982	98,3	253,2	55,8	28,3	152,7	296,5	226,7	146,4	39,6	253,8	410,3	165,7
1983	255,8	212,8	169,1	188,4	406,6	178,0	766,5	36,0	251,8	194,1	176,4	172,7
1984	156,4	90,1	249,6	126,0	96,7	203,1	82,5	274,8	147,3	52,7	250,9	157,6
1985	67,5	289,5	80,9	183,8	51,2	35,5	67,7	32,8	81,5	118,5	123,9	48,2
1986	116,0	212,5	81,1	162,0	180,4	17,0	37,7	113,3	148,9	137,0	119,4	171,2
1987	166,1	175,7	54,1	94,1	357,2	165,4	86,2	91,4	48,2	160,4	197,8	88,1
1988	240,0	184,8	70,1	127,7	369,7	124,8	6,7	26,9	67,2	181,5	35,5	177,5
1989	232,7	195,0	113,6	148,4	130,2	71,7	146,8	106,0	304,1	184,7	85,6	38,2
1990	294,1	190,7	217,5	223,4	183,6	252,4	196,7	231,4	184,3	174,1	261,3	150,0
1991	152,9	57,5	86,8	201,3	23,4	287,1	58,5	94,3	32,2	175,7	115,5	233,8
1992	98,6	169,2	210,2	114,5	472,9	172,9	130,1	132,1	97,7	96,2	180,1	164,3
1993	167,4	180,6	93,7	99,7	247,3	112,4	145,2	9,7	283,8	161,6	146,6	163,4
1994	106,8	273,8	48,4	126,4	171,4	185,7	199,5	14,5	119,3	143,6	219,3	198,7
1995	294,7	156,9	77,9	78,8	10,8	153,8	105,0	38,5	193,1	175,3	42,9	202,4
1996	196,2	281,4	215,0	39,5	13,7	277,9	164,6	130,4	238,8	232,7	150,2	194,4
1997	214,6	489,3	122,3	76,8	150,0	231,0	112,7	235,3	201,0	380,6	335,7	119,7
1998	172,2	187,1	371,4	468,4	88,9	78,5	164,3	322,7	278,9	245,4	25,7	67,8
1999	242,6	128,4	84,7	126,7	76,5	177,0	162,0	6,0	138,8	316,0	74,6	185,7
2000	158,8	199,2	163,9	84,5	146,7	90,2	126,9	94,1	381,8	229,3	107,1	142,4
2001	228,8	313,6	192,2	79,3	132,9	144,0	120,5	67,3	160,4	243,8	147,4	140,4
2002	124,9	119,7	128,8	53,9	184,5	48,1	76,1	128,4	189,5	244,5	237,0	123,3
2003	116,4	208,3	129,2	79,3	29,5	161,9	94,7	37,9	79,2	122,1	165,0	393,1
2004	96,1	123,9	44,1	98,9	199,3	65,4	178,9	35,8	84,6	285,3	229,9	85,3
2005	127,7	28,2	55,4	181,6	210,5	156,3	109,0	129,6	270,6	285,3	76,6	50,7
2006	150,7	78,1	183,7	21,0	14,2	38,2	69,8	104,3	187,4	130,2	193,2	164,5
2007	278,8	112,6	158,2	302,8	238,7	19,9	135,2	34,4	62,2	214,3	206,9	221,3
2008	159,7	85,7	96,2	206,3	68,9	145,7	44,1	85,4	126,6	234,8	96,2	75,9

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2009	122,7	159,2	30,0	61,7	154,0	74,5	116,5	152,3	288,6	194,3	149,6	189,9
2010	221,9	177,0	186,1	318,8	196,8	118,4	128,2	56,1	41,0	175,9	160,1	348,9
2011	291,5	207,9	144,9	59,2	90,6	171,4	217,7	309,4	194,7	227,7	84,3	79,6
2012	238,2	108,3	49,3	239,7	57,4	165,3	168,4	2,5	55,3	178,1	47,8	155,5
2013	147,2	180,3	166,6	89,8	177,2	436,3	91,1	137,2	279,9	103,2	108,3	165,4
2014	189,6	188,4	173,9	112,1	143,2	432,3	79,0	66,8	327,0	104,8	205,0	165,7
2015	245,4	196,8	185,1	64,1	161,6	165,1	279,4	-	152,2	314,6	257,1	282,2
2016	171,7	310,2	251,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: IAT, 2019.

Tabela 8.26: Valores anuais da estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – 2651003.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉD	172,6	173,5	135,7	122,2	140,7	146,4	126,3	112,1	161,5	189,1	149,4	164,3
MÍN	30,3	28,2	30,0	0,0	10,8	17,0	6,7	2,5	32,2	52,7	24,2	38,2
MÁX	331,9	489,3	371,4	468,4	472,9	436,3	766,5	349,3	381,8	380,6	410,3	393,1
D. PD	66,3	84,0	65,6	82,2	101,4	89,9	103,4	73,9	84,0	75,2	74,2	78,7

Fonte: IAT, 2019.

- **Estação: IRATIM**, código: 2651026, entidade: IAT, município: General Carneiro, data de instalação: 12/02/1976, data de extinção: atual, tipo: P, bacia: Iguaçu, sub-bacia: 5, altitude: 1161,000 m, latitude: 26° 28' 48", longitude: 51° 25' 41".

Tabela 8.27: Dados da estação pluviométrica IRATIM (2651026).

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1976	-	-	96,2	79,2	193,9	181,3	156,4	126,6	178,6	190,2	101,1	210,0
1977	234,5	197,7	262,5	115,8	66,3	128,3	94,9	200,4	60,6	205,6	204,3	158,2
1978	93,6	102,8	180,7	0,6	79,9	105,7	198,5	91,2	106,5	107,9	143,9	91,2
1979	25,8	114,4	139,8	144,1	255,2	25,8	110,6	103,8	175,4	351,8	182,2	188,2
1980	112,1	265,8	324,0	58,5	139,8	93,8	112,8	149,0	91,2	148,8	118,9	378,3
1981	196,8	151,7	97,5	199,7	73,4	130,6	24,0	116,9	91,2	129,4	149,8	188,0
1982	55,5	231,6	96,7	44,7	165,6	262,7	215,5	171,2	42,6	273,1	390,9	182,0
1983	263,0	330,9	86,4	108,2	229,0	138,4	487,0	209,8	384,8	250,3	334,3	169,5
1984	273,0	263,0	322,4	194,0	269,0	359,1	151,0	350,0	233,0	142,0	341,0	165,7
1985	97,7	363,0	136,4	195,6	47,4	34,4	72,6	59,6	97,8	136,2	92,9	79,6
1986	228,4	241,9	52,6	157,4	206,8	22,2	51,4	106,4	165,2	120,2	187,4	120,6
1987	174,6	226,0	72,4	166,4	465,0	138,9	101,2	115,4	52,6	183,7	79,2	162,2
1988	228,8	171,6	89,4	151,5	410,2	150,8	7,4	28,6	91,2	197,4	58,0	194,2
1989	261,7	208,0	135,6	126,5	130,0	82,2	165,6	94,6	304,2	204,2	137,0	71,2
1990	296,8	104,5	228,5	184,4	194,3	140,4	128,4	204,4	113,6	189,4	203,6	141,9
1991	122,6	51,6	102,7	166,2	17,2	276,4	82,0	126,6	44,6	194,7	94,3	164,5
1992	149,3	163,8	205,0	131,4	506,4	172,8	128,9	171,7	123,5	94,3	224,9	92,9
1993	251,3	162,1	110,8	69,5	215,1	92,8	138,8	1,1	222,1	142,8	92,1	109,0

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	38,0	183,2	2,8	63,3	126,7	188,0	187,5	5,0	102,0	163,2	187,8	248,0
1995	356,3	156,4	100,6	91,9	11,4	137,2	81,1	24,8	205,3	173,6	71,4	208,7
1996	314,0	169,6	309,9	37,3	3,3	230,6	129,9	183,8	177,9	288,7	98,6	56,9
1997	166,0	195,8	84,1	61,3	151,3	210,8	127,6	221,6	230,1	422,7	303,0	134,3
1998	181,3	252,7	356,9	535,2	151,5	81,6	144,9	297,9	283,7	238,7	42,7	194,5
1999	220,7	213,8	73,3	90,6	86,3	186,1	196,1	9,2	135,2	300,0	60,0	163,5
2000	220,8	176,6	84,0	119,1	140,6	87,2	134,9	92,3	370,8	187,9	116,8	154,3
2001	293,3	216,2	153,7	133,6	182,1	123,4	101,9	68,3	101,2	238,0	131,8	92,0
2002	95,0	85,3	142,6	76,0	151,7	49,3	91,0	138,7	165,6	207,9	258,0	132,7
2003	144,0	243,1	175,6	74,6	71,2	139,3	92,4	34,5	60,4	162,9	162,5	425,8
2004	130,1	133,2	35,1	105,5	194,5	65,9	162,5	57,6	104,4	286,7	179,8	84,5
2005	126,0	13,5	62,5	144,2	231,4	154,4	94,7	122,0	263,7	316,4	70,5	65,6
2006	174,2	267,3	206,6	24,3	14,1	37,7	46,3	104,9	158,8	124,2	190,9	171,3
2007	147,6	143,0	97,6	369,0	306,9	14,3	127,6	52,9	89,1	255,2	193,7	360,3
2008	116,3	134,4	123,9	235,0	83,0	177,0	33,6	100,0	145,8	380,5	160,8	77,7
2009	224,1	109,1	39,4	64,6	144,4	95,5	152,6	163,8	305,3	241,7	196,7	137,9
2010	222,3	95,4	238,0	414,7	209,9	132,4	106,5	64,1	49,4	201,1	121,3	296,0
2011	422,3	251,7	174,8	84,3	42,5	210,4	239,1	299,7	253,0	223,8	121,4	108,5
2012	291,4	294,2	56,9	309,8	63,6	171,1	171,3	11,3	57,6	218,9	66,6	170,1
2013	163,2	148,1	242,8	114,4	182,5	369,9	77,4	156,7	281,0	106,9	87,4	224,9
2014	215,7	159,6	201,8	89,1	153,3	429,9	86,6	49,2	307,7	121,5	206,4	155,2
2015	251,1	187,0	118,6	54,2	148,5	159,8	301,2	54,2	189,8	245,0	267,7	255,8
2016	151,8	272,6	310,1	117,8	169,5	87,6	59,7	211,2	81,1	230,6	156,7	233,3
2017	222,5	198,4	100,4	85,7	274,3	86,3	7,7	125,4	41,3	339,0	178,5	233,1
2018	194,2	118,5	242,7	22,5	41,7	118,9	9,1	100,7	180,4	279,8	140,8	170,4
2019	246,2	205,7	195,6	142,9	224,6	37,1	33,4	15,4	74,3	121,6	149,7	-

Fonte: IAT, 2019.

Tabela 8.28: Valores anuais da estação pluviométrica IRATIM (2651026).

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉD	195,2	185,5	151,6	135,3	164,2	143,6	123,3	118,0	158,9	212,2	160,4	172,6
MÍN	25,8	13,5	2,8	0,6	3,3	14,3	7,4	1,1	41,3	94,3	42,7	56,9
MÁX	422,3	363,0	356,9	535,2	506,4	429,9	487,0	350,0	384,8	422,7	390,9	425,8
D. PD	82,8	71,6	87,2	103,1	110,8	90,3	83,4	76,6	92,4	76,6	79,0	80,8

- **Estação: Colônia Augusto Loureiro**, código: 2651013, entidade: IAT, município: Bituruna, data de instalação: 02/09/1955, data de extinção: atual, tipo: P, bacia: Iguaçu, sub-bacia: 4, altitude: 802,000 m, latitude: 26° 11' 26'', longitude: 51° 17' 52''.

Tabela 8.29: Dados da estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013).

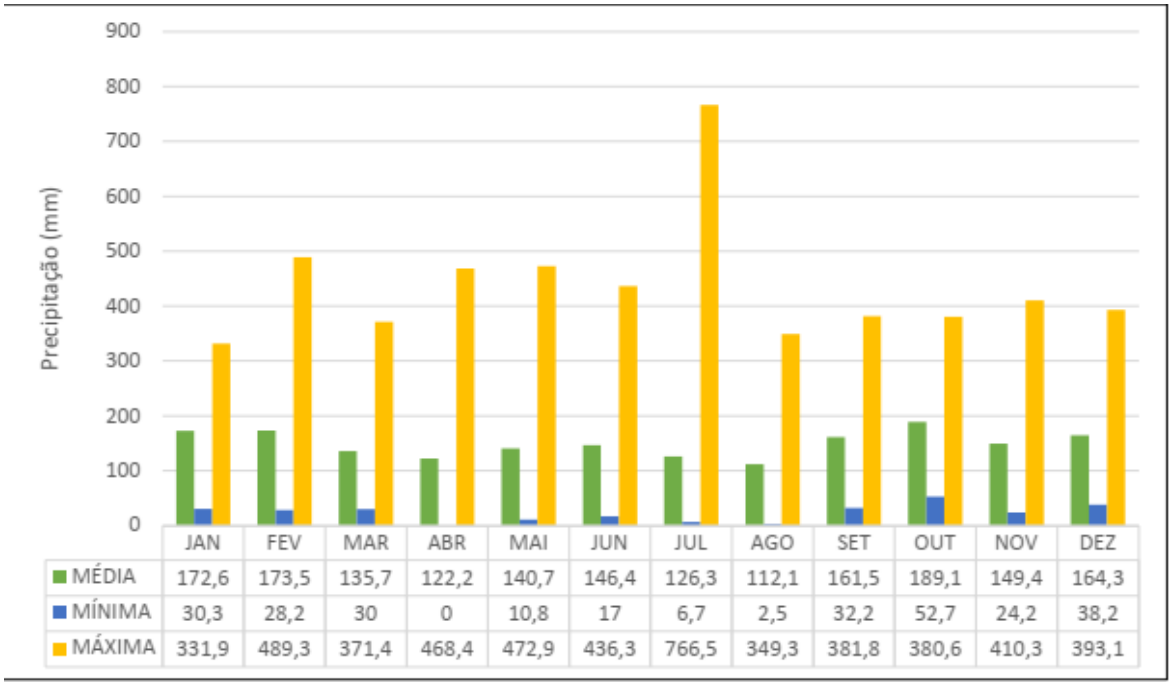
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	166,4	109,4	92,4	121,6	94,4	117,4	45,2	188,4	140,8	255,4	136,2	191,8
1961	171,8	115,6	284,8	109,6	96,2	91,6	19,2	66,4	285,6	193,8	160,3	152,8
1962	121,2	142,2	131,4	76,0	142,4	49,0	80,2	40,2	195,8	253,4	87,2	40,4
1963	258,0	152,8	171,0	38,8	91,4	50,0	21,2	53,4	139,8	291,0	221,2	85,0
1964	107,4	145,9	156,9	99,7	115,1	137,6	101,8	200,6	145,8	64,8	81,6	105,6
1965	159,0	147,0	74,8	253,2	134,4	82,8	244,6	107,0	241,0	252,6	217,8	233,2
1966	168,6	222,2	77,8	69,6	64,4	224,8	59,0	59,6	179,8	246,0	70,2	142,0
1967	216,4	250,6	226,4	51,4	74,0	141,2	57,0	147,4	88,0	128,4	138,4	158,0
1968	179,4	50,6	115,4	118,6	32,0	66,0	96,9	50,6	87,2	124,6	179,0	189,8
1969	146,2	180,0	126,0	211,6	177,8	240,6	101,2	70,4	211,8	133,6	142,0	137,6
1970	122,4	143,4	98,8	76,8	101,6	261,8	123,2	34,6	145,8	174,0	34,6	338,4
1971	223,4	90,3	124,0	170,8	208,0	220,3	156,0	60,2	97,6	114,0	39,0	117,2
1972	216,4	311,6	118,8	90,0	16,4	174,6	179,0	341,0	325,8	194,8	178,6	102,2
1973	250,4	172,2	154,2	162,2	188,8	185,4	136,6	278,4	182,4	166,6	149,8	170,4
1974	156,0	192,8	39,2	64,2	23,2	183,6	150,0	115,8	65,8	110,0	125,6	145,8
1975	127,0	270,8	102,6	43,8	51,4	93,0	56,6	138,0	251,8	212,6	221,3	202,5
1976	191,2	69,0	284,8	93,6	158,6	135,4	114,8	125,6	101,2	181,6	151,6	167,8
1977	236,0	159,4	266,8	79,8	33,0	164,0	124,0	141,7	86,4	205,4	179,6	106,6
1978	83,0	59,0	135,4	4,4	75,0	40,3	154,0	60,8	84,2	77,2	172,5	123,8
1979	96,6	109,4	83,2	160,8	404,2	10,4	89,2	121,4	190,0	390,8	175,4	231,6
1980	180,4	144,4	130,4	67,8	166,2	98,4	164,6	128,4	173,4	126,8	149,0	212,4
1981	132,0	91,4 *	62,6	177,8	45,0	119,6	16,8	113,4	115,1	179,8	122,3	166,9
1982	27,4	188,6	62,0	38,2	103,2	295,2	222,8	159,2	30,1	261,8	382,2	92,2
1983	216,4	206,2	174,2	176,2	436,4	168,0	809,6	33,4	252,4	206,8	184,8	253,6
1984	113,4	32,6	203,8	99,4	99,3	247,0	74,6	347,2	139,4	44,4	243,7	137,4
1985	26,4	274,2	77,6	219,0	37,6	32,0	72,4	35,8	76,8	73,1	62,0	58,0
1986	128,8	298,6	116,8	195,2	176,6	25,4	38,4	148,6	134,8	126,6	114,6	92,2
1987	156,4	209,2	55,0	166,0	350,0	266,8	143,6	74,0	75,4	136,2	117,0	87,6
1988	150,0	84,8	78,2	137,3	337,4	124,4	5,0	26,6	55,8	195,9	37,4	306,4
1989	226,2	203,2	97,0	131,2	127,0	73,8	214,2	103,8	344,1	174,4	81,6	57,6
1990	282,6	46,2	283,5	279,3	162,8	206,9	189,1	227,0	201,6	204,0	226,2	174,6
1991	193,2	22,0	110,3	188,2	43,0	223,1	54,4	97,1	48,9	143,8	138,8	192,4
1992	47,4	166,3	220,8	92,3	541,0	218,8	118,0	156,9	149,7	113,3	196,6	134,2
1993	203,0	128,8	139,1	102,0	243,3	85,1	154,7	8,5	350,1	172,6	146,2	231,1
1994	125,0	255,5	49,0	102,3	204,7	178,0	201,8	3,6	112,4	186,0	156,8	200,6
1995	278,6	148,7	115,6	83,9	22,0	143,6	135,6	36,8	260,3	152,9	27,6	125,4
1996	213,6	168,6	271,2	11,2	30,6	210,2	169,5	138,2	199,4	201,7	130,4	206,5
1997	168,2	434,5	70,4	61,2	141,8	215,3	83,5	247,6	169,4	365,2	280,4	136,1
1998	255,9	182,5	345,8	432,9	81,3	60,9	170,5	305,4	310,9	294,8	23,9	198,5
1999	214,4	164,8	95,3	175,3	110,6	165,3	173,6	9,8	138,4	297,9	53,7	115,3
2000	141,3	156,1	231,9	71,3	119,1	106,4	95,9	82,5	374,1	179,5	115,4	158,5
2001	215,6	319,6	113,7	126,7	131,4	161,4	136,7	76,7	80,9	317,3	187,0	142,7
2002	189,5	174,3	91,6	35,9	205,5	40,1	59,0	142,7	205,5	232,4	261,8	113,7

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2003	163,0	199,1	80,9	84,7	53,7	190,0	89,8	37,3	73,1	120,9	206,5	382,8
2004	131,7	91,9	81,5	113,1	245,5	88,5	118,8	37,3	89,7	291,3	201,4	67,1
2005	106,0	31,8	102,7	141,5	239,9	151,7	133,5	170,6	201,4	370,6	74,6	54,6
2006	121,0	76,9	118,2	40,7	5,2	31,3	78,4	84,4	179,7	91,8	173,7	106,5
2007	165,7	199,6	112,9	306,6	252,4	43,9	98,5	35,1	23,6	181,3	192,1	220,9
2008	144,6	87,2	89,5	246,9	70,9	180,3	36,4	136,2	144,6	301,5	127,4	67,0
2009	116,0	172,5	31,4	49,0	132,4	77,5	120,1	99,0	365,5	185,7	143,4	185,4
2010	252,7	127,6	176,6	267,4	186,1	94,2	118,5	65,6	14,3	193,3	68,1	311,9
2011	193,7	182,0	132,1	54,7	24,0	166,5	238,4	302,2	81,7	212,3	103,1	69,2
2012	176,4	158,8	22,1	213,3	65,2	217,5	130,6	0,0	34,4	265,3	59,5	143,2
2013	155,4	116,9	203,4	51,1	164,5	357,7	112,9	61,2	198,2	116,5	93,4	252,6
2014	128,1	118,7	168,0	72,0	133,5	516,6	89,7	55,8	317,9	89,5	186,6	96,4
2015	176,5	117,0	89,4	54,4	148,7	120,6	250,0	64,6	157,5	180,8	184,6	165,0
2016	187,1	228,9	211,3	39,4	177,3	75,9	67,8	111,7	89,4	113,6	123,3	153,1
2017	101,3	193,5	30,5	118,4	236,9	95,7	2,8	140,8	78,2	351,1	171,1	126,2
2018	182,3	48,9	145,5	4,2	60,6	98,6	8,0	94,7	186,3	207,8	83,9	103,9
2019	107,9	195,4	120,6	103,1	243,8	109,1	-	-	57,7	97,1	167,1	-

Tabela 8.30: Valores anuais da estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013).

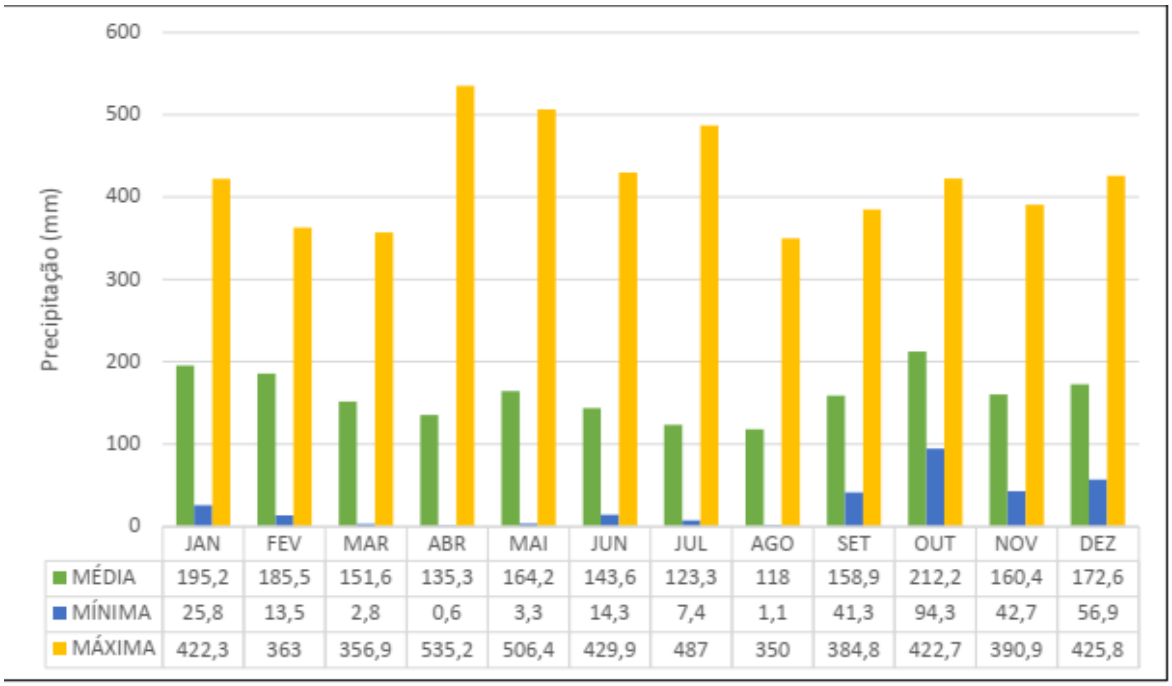
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉD	164,9	159,0	133,0	120,5	144,0	145,9	123,9	111,9	159,0	192,1	144,4	156,6
MÍN	26,4	22,0	22,1	4,2	5,2	10,4	2,8	0,0	14,3	44,4	23,9	40,4
MÁX	282,6	434,5	345,8	432,9	541,0	516,6	809,6	347,2	374,1	390,8	382,2	382,8
D. PD	56,3	78,0	71,4	81,5	107,3	88,8	108,7	79,8	91,3	80,1	67,6	71,3

A precipitação média anual na bacia hidrográfica do Rio Jangada é da ordem de 1.817 mm. A precipitação mínima, máxima e média mensal de cada estação estudada, para o período analisado, pode ser observada na Figura 8.56, Figura 8.57 e Figura 8.58.



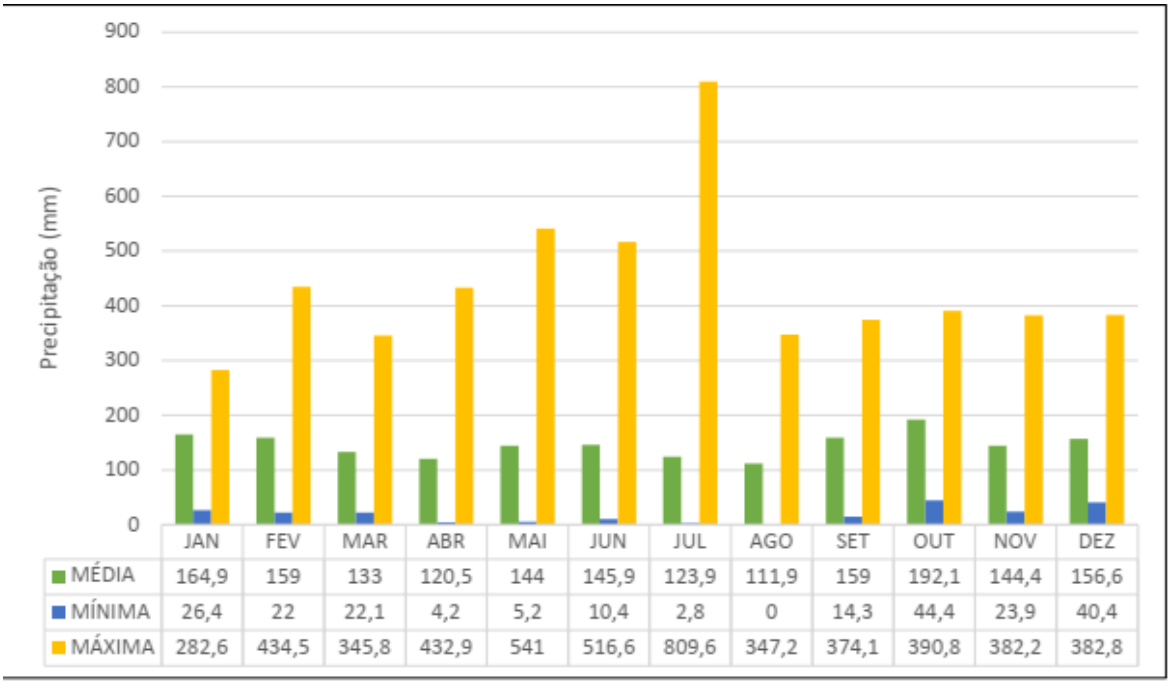
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	172,6	173,5	135,7	122,2	140,7	146,4	126,3	112,1	161,5	189,1	149,4	164,3
MÍNIMA	30,3	28,2	30	0	10,8	17	6,7	2,5	32,2	52,7	24,2	38,2
MÁXIMA	331,9	489,3	371,4	468,4	472,9	436,3	766,5	349,3	381,8	380,6	410,3	393,1

Figura 8.56: Precipitação mensal na estação pluviométrica Jangada do Sul – 396 – (2651003).
Fonte: IAT, 2019.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	195,2	185,5	151,6	135,3	164,2	143,6	123,3	118	158,9	212,2	160,4	172,6
MÍNIMA	25,8	13,5	2,8	0,6	3,3	14,3	7,4	1,1	41,3	94,3	42,7	56,9
MÁXIMA	422,3	363	356,9	535,2	506,4	429,9	487	350	384,8	422,7	390,9	425,8

Figura 8.57: Precipitação mensal na estação pluviométrica IRATIM (2651026).
Fonte: IAT, 2019.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	164,9	159	133	120,5	144	145,9	123,9	111,9	159	192,1	144,4	156,6
MÍNIMA	26,4	22	22,1	4,2	5,2	10,4	2,8	0	14,3	44,4	23,9	40,4
MÁXIMA	282,6	434,5	345,8	432,9	541	516,6	809,6	347,2	374,1	390,8	382,2	382,8

Figura 8.58: Precipitação mensal na estação pluviométrica Colônia Augusto Loureiro (2651013).
Fonte: IAT, 2019.

Conforme já foi descrito, e pode-se analisar através dos histogramas, a pluviosidade apresenta-se bem distribuída durante todos os meses do ano, sendo uma característica dos climas da porção Sul do país.

Podemos analisar nas isoietas fornecidas pelo inventario hidroelétrico do Rio Jangada, que na região onde será implantada a CGH Gentil Amigo, á um acúmulo significativo de chuva ao longo do tempo. A Figura 8.59 ilustra as isoietas da bacia hidrográfica do Rio Jangada, para o período de 1976 a 2006.

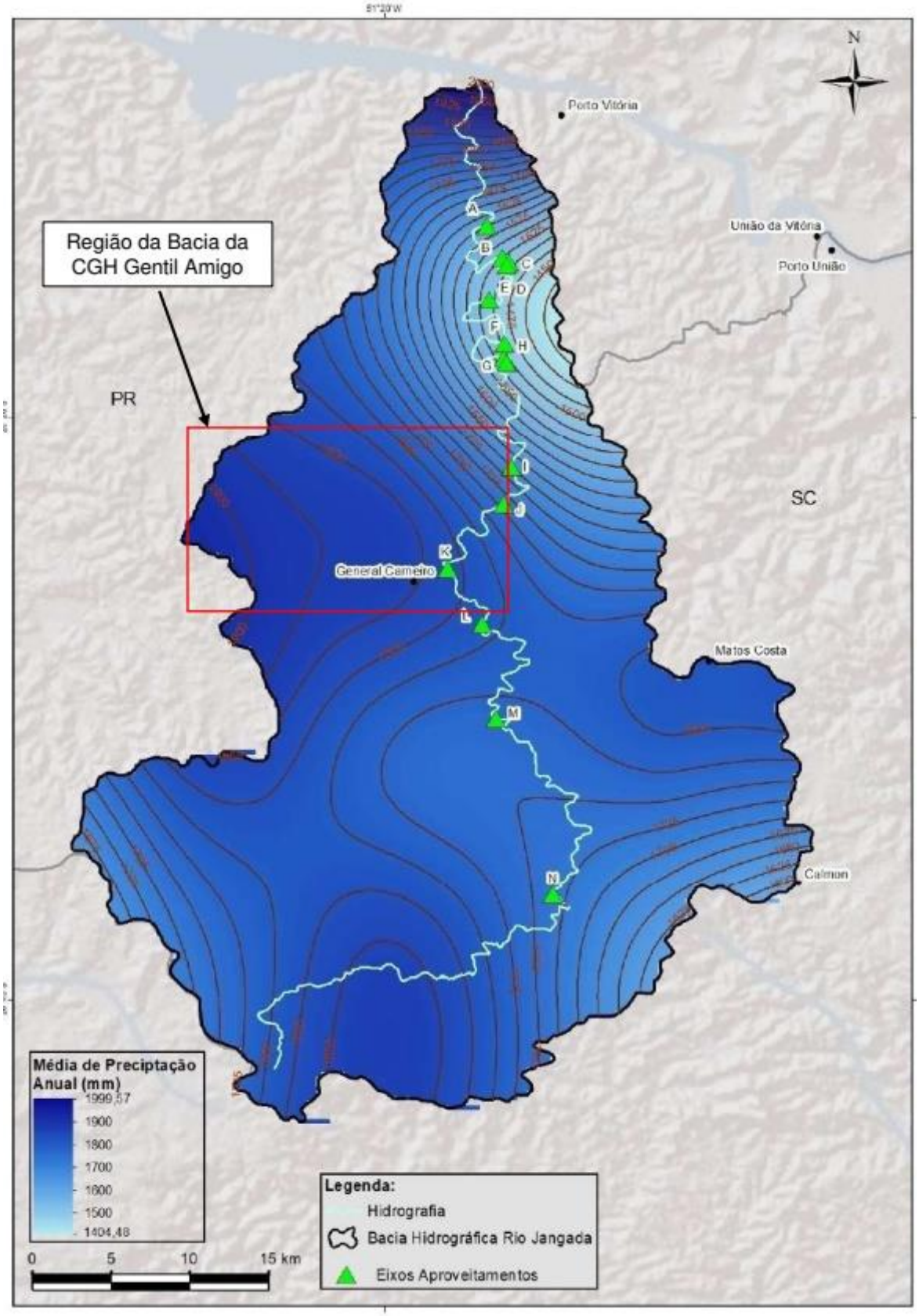


Figura 8.59: Isoietas na bacia hidrográfica do Rio Jangada.
Fonte: Inventário Hidroelétrico do Rio Jangada, 2011.

8.1.2.3.3.5.2 Estudo das Vazões para a CGH Gentil Amigo

8.1.2.3.3.5.2.1 Critérios para a Elaboração dos Estudos

Os dados hidrológicos da CGH Gentil Amigo foram feitos seguindo as exigências da ANA – Agência Nacional de Águas. Para isto devem ser levantadas as principais informações disponíveis, a fim de se obter um resultado preciso, tais como fichas descritivas das estações, registro de observações de níveis de água, além de eventuais análises de consistência e de preenchimento de falhas de dados realizadas.

Segundo o Manual de Inventario Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas, edição 2007, Ministério de Minas e Energia – MME, quando não havendo informações sufi cientes e confiáveis, será necessário, durante os Estudos Preliminares, gerar as séries de vazões médias mensais e as vazões extremas a partir de estudos de regionalização, ou de modelos determinísticos, apoiados nos dados fluviométricos e pluviométricos disponíveis não só na bacia em estudo, mas também em regiões contíguas com comportamento hidrológico e hidrogeológico semelhantes.

8.1.2.3.3.5.2.2 Levantamento e Análise de Consistência de Dados Fluviométricos

Para a vazão média do Rio São Manuel, foram levantados dados de estações de medição próximas ao local de estudo e feita uma avaliação de tamanho de bacia e distância coerentes com a área estudada. Assim foi possível criar uma correlação de áreas entre a bacia da CGH Gentil Amigo.

Tabela 8.31: Estações fluviométricas próximas a CGH Gentil Amigo.

Nome	UHE Gov. Bento Munhoz Jangada Do Sul	Jangada Do Sul	UHE Gov. Bento Munhoz R5 Porto Vitória	CGH Salto Pintado (Inventário)	Colônia Augusto Loureiro (Desativada)	Porto Vitória
Código	65370001	65370000	65365801	-	65385000	65365000
Bacia	6 – Rio Paraná					
Rio	Rio Jangada	Rio Jangada	Iguaçu Rio	Pintado Rio	Jangada	Espingarda Rio
Município	General Carneiro – PR	General Carneiro – PR	Porto Vitória – PR	Porto União – SC	Bituruna – PR	Porto Vitória – PR
Responsável	Copel	IAT	Copel	Faerber Geração	-	Ana
Operadora	Copel	IAT	Copel	Faerber Geração	-	IAT
Área de drenagem (km²)	1010,00	1010,00	24.900,00	202,64	1240,00	174,00
Distância aprox. em linha reta	9,00 km	10,30 km	8,80 km	29,36	-	23,20 km

Fonte: HIDROWEB v3.1.0, 2019.

Estre todas as estações próximas a CGH Gentil Amigo, mostradas na tabela acima, para o levantamento hidrológico da CGH Gentil Amigo, foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- O Inventário Hidrológico da CGH Salto Pintado, pertencente ao Rio Pintado, localizado na Bacia do Rio Paraná, sub-bacia 65, no município de Porto União, estado de Santa Catarina;
- E a estação fluviométrica do Rio Espingarda (65365000), localizado no município de Porto Vitoria, estado do Paraná, situado na Bacia do Rio Paraná, sub-bacia 65.

Tabela 8.32: Referencias utilizadas no estudo da CGH Gentil Amigo.

Descrição	Inventário	Estação fluviométrica
Código	65365000	
Nome	CGH Salto Pintado	Porto Vitória
Sub-Bacia	65	65
Rio	Pintado	Espingarda
Responsável	Elaborado pela ENEBRAS	ANA
Área de drenagem (km²)	202,64	174
Período (anos)	1977/2012	1946/2018
Vazão (m³/s)	5,48	5,28
MLT (l/s/km²)	27,04	30,38

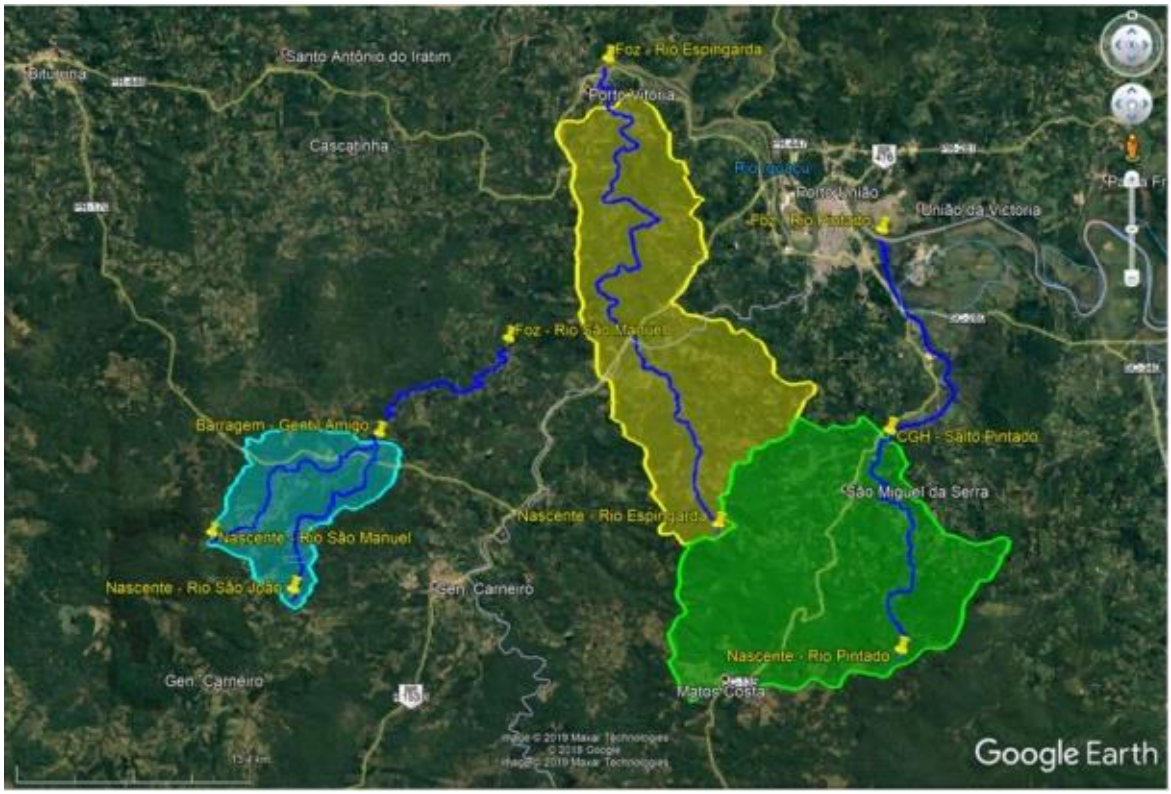


Figura 8.60: Localização dos pontos fluviométricos utilizados.

8.1.2.3.3.5.2.3 Curva Chave dos Pontos Fluviométricos Utilizados

Neste item são apresentados os gráficos resultantes das análises feitas dos dados das estações fluviométricas utilizadas neste estudo. Todas as informações aqui apresentadas são provenientes da base de dados hidrológicos da ANA.

A seguir são apresentadas as curvas-chave para a estação fluviométrica de Porto Vitória – Rio Espingarda.

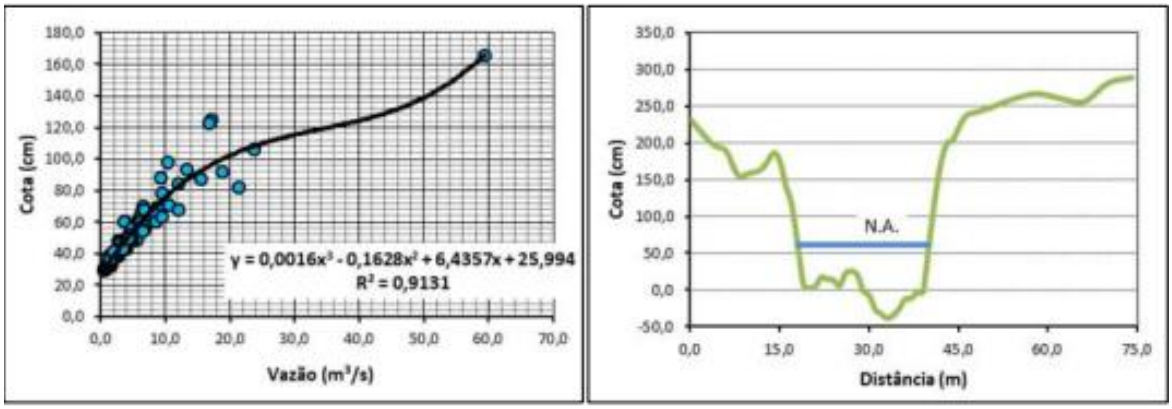


Figura 8.61: Curva-chave de descarga para a estação Porto Vitória (65365000).

8.1.2.3.3.5.2.4 Série de Vazões Medias Mensais

8.1.2.3.3.5.2.4.1 Estação Porto Vitória – Rio Espingarda (65365000)

Para a obtenção dos dados de vazão ao longo do tempo, foi consultado o portal HIDROWEB disponibilizado pela ANA (Agência Nacional de Águas). Onde dados foram obtidos junto a SUDERHSA e ao SIMEPAR, agencias estas que fazem as leituras das vazões dos rios da região.

Tabela 8.33: Serie de vazões medias mensais estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1946	4,44	16,05	6,10	2,64	3,44	6,19	9,22	3,71	2,20	6,59	3,78	7,63	6,00
1947	3,88	7,19	3,67	1,84	1,47	7,27	3,58	4,60	14,12	7,05	3,02	2,66	5,03
1948	2,05	3,65	4,88	2,22	5,91	2,97	2,84	4,81	2,59	4,47	4,49	1,33	3,52
1949	1,40	0,54	1,19	3,79	1,93	3,80	1,48	1,85	1,96	2,78	1,62	1,20	1,96
1950	4,16	2,50	3,95	1,17	3,05	2,08	1,86	0,98	2,18	9,52	4,66	3,37	3,29
1951	2,62	5,81	8,15	3,34	2,28	2,05	1,78	1,26	1,18	8,31	5,08	4,81	3,89
1952	2,83	3,07	3,15	2,01	1,65	4,43	2,43	1,55	5,18	11,57	7,41	2,61	3,99
1953	1,94	3,48	2,88	2,21	2,00	2,52	2,47	2,06	4,65	8,51	6,91	5,69	3,78
1954	6,48	2,54	2,75	1,81	9,98	8,71	6,04	2,70	5,22	8,21	3,34	3,88	5,14
1955	4,67	3,34	5,40	4,87	8,27	11,02	13,30	5,47	5,53	2,91	2,56	4,05	5,95
1956	6,15	6,63	4,95	4,79	7,87	2,49	2,73	4,30	4,66	3,09	2,10	3,34	4,43
1957	4,16	7,91	3,73	2,41	2,34	6,52	13,36	17,60	18,29	4,69	4,39	3,60	7,42
1958	2,36	1,67	3,22	2,04	1,09	2,32	2,89	5,35	10,45	4,10	3,27	4,56	3,61
1959	3,17	2,14	2,04	2,74	2,56	3,33	2,32	2,66	4,15	2,87	1,69	1,60	2,61

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1960	1,39	1,97	1,32	1,97	1,65	2,21	1,54	5,18	4,41	9,24	7,30	2,36	3,38
1961	2,72	2,65	7,30	3,05	3,08	2,64	1,61	1,00	9,02	6,20	7,91	2,56	4,14
1962	2,22	3,59	3,62	1,69	2,27	2,52	1,85	1,16	4,51	8,59	3,13	1,47	3,05
1963	2,19	2,32	4,69	3,63	2,02	1,72	1,50	1,43	2,36	7,89	8,38	3,68	3,48
1964	1,79	3,73	2,18	2,19	5,30	3,19	3,54	6,62	5,24	2,78	2,25	1,67	3,37
1965	1,32	1,70	1,71	2,58	7,72	3,75	10,11	4,90	7,07	13,44	9,42	7,72	5,95
1966	3,65	6,37	3,61	1,80	1,25	5,14	4,06	2,60	5,69	6,45	4,65	3,32	4,05
1967	3,53	7,73	12,23	4,00	1,93	3,19	2,32	3,13	4,19	2,46	2,95	4,41	4,34
1968	2,81	1,76	1,78	1,87	1,46	1,51	2,69	1,39	1,56	1,67	3,66	6,86	2,42
1969	5,28	2,92	2,66	7,93	4,61	14,91	6,43	2,96	3,66	4,16	4,14	3,72	5,28
1970	5,27	2,84	2,64	1,83	2,87	7,18	7,05	2,72	3,34	4,82	2,23	10,91	4,48
1971	8,83	3,18	3,64	6,72	7,84	13,41	6,99	2,92	1,85	3,79	2,18	2,37	5,31
1972	7,13	9,94	2,65	2,46	1,10	4,64	5,75	15,63	22,96	10,25	4,12	5,33	7,66
1973	2,79	6,31	4,67	3,51	9,93	9,51	7,24	14,48	12,62	12,39	6,65	2,73	7,74
1974	5,89	4,82	3,44	1,67	1,08	2,82	5,84	3,31	4,04	1,78	1,78	2,07	3,21
1975	4,29	4,94	4,36	2,00	1,44	2,41	1,94	4,18	12,85	14,68	6,14	13,23	6,04
1976	6,23	5,03	3,45	3,09	5,52	10,49	5,05	8,75	6,35	5,01	11,71	3,26	6,16
1977	8,98	6,93	4,92	4,10	1,46	3,32	4,29	4,55	3,84	11,20	5,77	5,88	5,44
1978	3,61	2,82	3,66	2,03	1,80	2,48	3,79	2,00	5,23	2,51	4,16	2,49	3,05
1979	2,69	1,73	1,83	2,60	16,63	2,52	2,15	4,95	7,33	18,95	8,82	4,85	6,25
1980	3,02	3,26	6,09	2,40	4,18	3,18	10,83	9,36	9,43	4,09	3,85	5,83	5,46
1981	3,75	1,94	1,20	2,54	1,57	4,26	2,06	2,78	2,55	5,47	6,25	9,54	3,66
1982	3,26	7,60	2,72	2,16	1,88	9,44	17,81	5,51	3,11	6,98	24,88	11,42	8,07
1983	6,00	7,66	12,30	5,79	26,00	11,23	33,33	5,29	6,33	5,98	6,49	4,47	10,9 1
1984	2,59	1,26	2,10	3,26	3,78	9,48	4,01	12,0 1	5,76	4,45	6,46	3,39	4,88
1985	1,33	5,16	2,32	6,06	2,10	1,22	1,43	0,94	0,99	0,86	2,32	1,69	2,20
1986	3,94	5,51	2,64	3,26	3,74	3,50	1,35	2,36	3,53	3,76	3,50	2,54	3,30
1987	2,00	4,04	1,32	2,06	14,35	11,9 1	6,43	2,84	1,71	4,75	2,60	1,30	4,61
1988	2,40	2,93	2,16	2,23	16,61	6,95	2,82	1,30	1,22	2,89	1,34	1,80	3,72
1989	5,36	6,46	4,06	3,29	5,03	2,16	4,91	5,53	17,48	6,18	3,03	1,46	5,41
1990	7,10	3,41	4,58	8,62	7,94	17,88	10,30	10,73	10,03	11,26	8,07	5,33	8,77
1991	2,65	1,89	2,07	3,96	2,39	8,09	4,20	4,33	1,95	4,69	2,92	4,35	3,62
1992	2,57	4,21	4,43	3,63	19,37	12,36	10,81	6,77	6,09	3,57	4,43	4,31	6,88
1993	3,33	4,55	4,22	3,65	10,63	5,80	5,21	3,13	9,24	11,38	3,20	4,77	5,76
1994	2,32	7,30	3,30	2,55	6,21	8,18	10,66	3,33	2,89	3,58	6,63	3,71	5,05
1995	14,50	6,73	2,98	2,44	1,28	3,45	6,47	2,09	4,56	7,20	2,78	2,65	4,76
1996	3,40	4,44	5,34	4,33	1,51	5,68	9,51	5,74	6,48	10,18	6,80	5,40	5,73
1997	8,22	16,21	6,60	2,04	2,39	6,87	5,23	11,89	5,30	19,06	20,19	4,83	9,07
1998	6,83	12,07	11,72	22,87	7,93	3,35	6,59	13,35	13,90	15,74	4,09	3,99	10,20
1999	3,15	4,47	2,54	4,37	2,29	5,37	10,50	2,14	2,96	10,23	2,75	2,25	4,42
2000	3,48	4,23	5,61	2,19	3,25	2,81	4,59	3,24	19,82	10,87	3,89	3,03	5,58
2001	4,23	15,14	8,16	4,44	7,35	8,07	10,68	7,20	5,20	10,10	4,86	6,32	7,65
2002	9,61	6,07	3,18	1,51	4,25	2,69	2,06	4,58	8,21	4,07	5,22	7,86	4,94
2003	5,34	5,54	4,16	2,61	1,95	3,48	3,19	1,98	1,57	2,08	4,07	11,78	3,98

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
2004	6,08	3,56	2,31	1,24	3,95	3,28	5,65	2,90	3,13	9,55	9,38	5,67	4,73
2005	8,51	4,69	3,52	2,66	8,00	6,44	8,66	4,65	16,67	20,01	6,86	3,52	7,85
2006	2,75	2,05	2,11	2,24	0,85	1,07	1,96	1,62	2,84	2,68	2,09	2,67	2,08
2007	5,07	2,97	5,12	9,98	22,49	5,06	2,63	2,13	1,26	4,18	4,62	5,05	5,88
2008	4,38	3,45	1,30	4,13	4,57	4,82	3,07	4,22	3,42	10,09	11,71	3,02	4,85
2009	5,59	3,85	3,60	1,69	1,73	1,77	7,33	6,82	12,49	8,45	6,97	5,63	5,49
2010	17,51	16,99	11,59	22,85	14,75	6,73	9,21	5,21	2,61	3,13	3,99	12,64	10,60
2011	5,84	13,70	5,79	5,08	2,65	6,09	15,73	19,51	16,02	7,94	4,55	2,01	8,74
2012	7,25	7,86	4,97	5,78	4,85	11,53	6,52	4,90	1,84	3,44	2,02	1,62	5,22
2013	4,24	3,97	6,62	3,18	3,63	18,91	9,55	5,45	11,18	5,23	3,24	5,15	6,70
2014	8,40	3,59	7,44	3,85	4,88	17,32	6,56	3,20	7,71	6,93	5,36	5,40	6,72
2015	8,46	8,18	4,47	2,38	4,10	8,13	14,84	3,98	4,03	15,08	11,06	10,63	7,94
2016	9,86	11,46	12,28	4,33	4,47	6,23	4,45	7,95	4,17	5,78	3,48	4,18	6,55
2017	6,70	4,68	3,44	2,68	6,94	8,72	2,07	2,78	1,26	6,04	7,00	3,30	4,63
2018	6,66	3,54	3,81	2,12	1,56	1,76	1,43	1,62	4,12	12,40	3,95	2,65	3,80
2019	3,63	3,78	3,48	3,91	7,04	6,77	2,27	1,36	1,59	1,18	2,07	2,62	3,31
2020	2,28	2,37	1,29	1,02	1,20	4,07	3,30	3,92	1,85	1,37	1,65	3,85	2,35
Mín	**1,32**	**0,54**	**1,19**	**1,02**	**0,85**	**1,07**	**1,35**	**0,94**	**0,99**	**0,86**	**1,34**	**1,20**	**0,54**
Méd	**4,75**	**5,23**	**4,28**	**3,73**	**5,21**	**5,88**	**5,90**	**4,85**	**6,09**	**7,01**	**5,23**	**4,46**	**5,22**
Máx	**17,51**	**16,99**	**12,30**	**22,87**	**26,00**	**18,91**	**33,33**	**19,51**	**22,96**	**20,01**	**24,88**	**13,23**	**33,33**

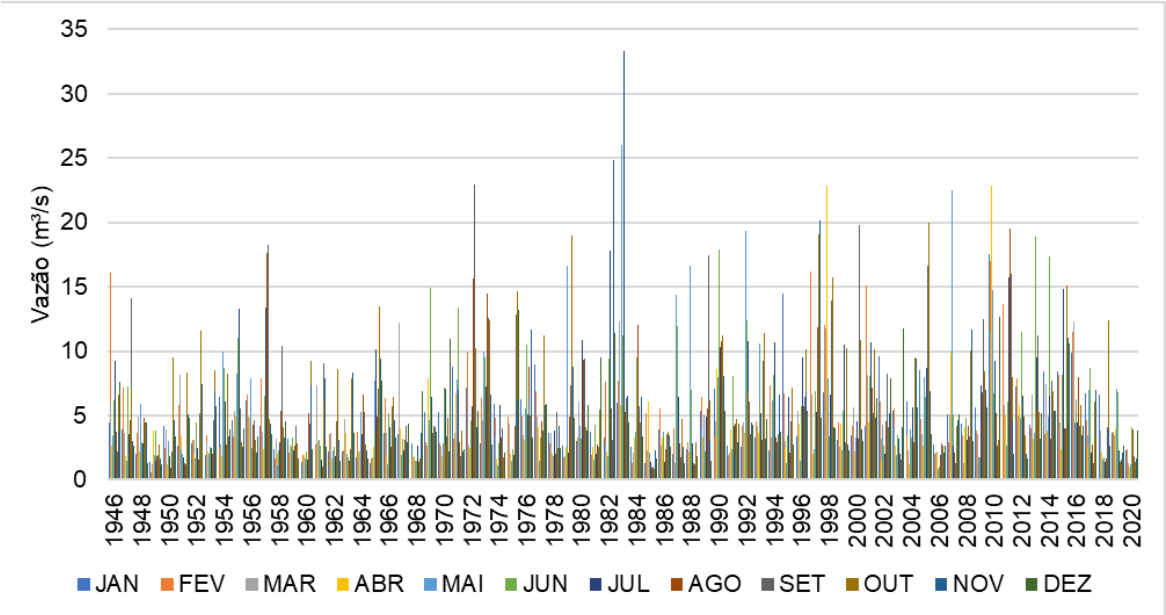
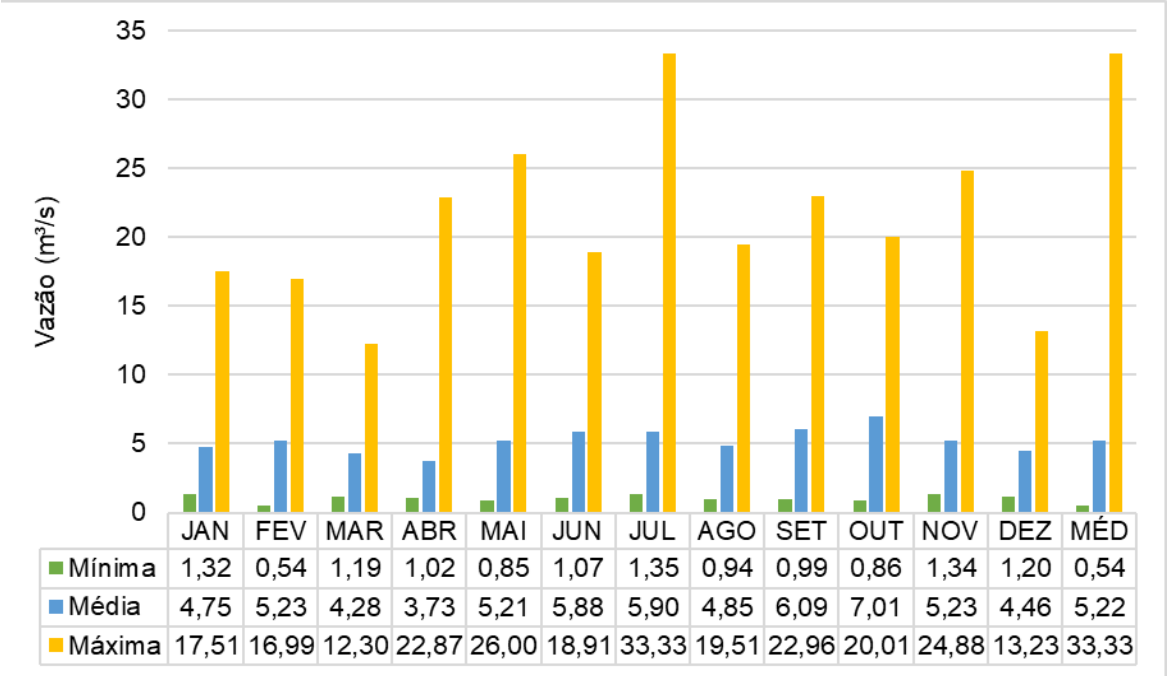


Figura 8.62: Hidrograma das vazões medias mensais estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000).



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉD
Mínima	1,32	0,54	1,19	1,02	0,85	1,07	1,35	0,94	0,99	0,86	1,34	1,20	0,54
Média	4,75	5,23	4,28	3,73	5,21	5,88	5,90	4,85	6,09	7,01	5,23	4,46	5,22
Máxima	17,51	16,99	12,30	22,87	26,00	18,91	33,33	19,51	22,96	20,01	24,88	13,23	33,33

Figura 8.63: Vazões mínimas, médias e máximas mensais características para a estação Porto Vitoria – Rio Espingarda (65365000).

8.1.2.3.3.5.2.4.2 CGH Salto Pintado – Rio Pintado

O histórico de vazões medias da CGH Salto Pintado, foi obtido através do Projeto Básico da CGH Salto Pintado, elaborado pela ENEBRAS PROJETOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS LTDA.

Tabela 8.34: Serie de Vazões medias mensais CGH Salto Pintado – Rio Pintado.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1977	5,39	10,09	6,80	3,76	1,79	3,67	3,31	5,81	3,93	10,02	5,16	5,13	5,41
1978	2,06	1,49	3,13	1,23	0,90	1,11	4,67	2,47	4,29	2,08	4,51	3,1 9	2,59
1979	1,46	1,15	2,17	4,32	13,99	3,50	2,92	4,07	4,46	14,03	12,48	6,25	5,90
1980	3,93	3,21	9,10	2,67	4,68	2,52	4,86	6,73	7,14	3,65	4,54	7,28	5,03
1981	6,13	5,54	2,43	2,82	2,01	2,61	1,52	1,91	2,21	3,20	4,61	5,29	3,36
1982	1,82	6,01	2,67	1,40	2,05	7,31	13,20	6,03	3,03	8,16	18,13	7,17	6,42
1983	6,38	6,39	11,73	6,15	16,96	12,2 7	34,43	7,32	7,92	6,40	6,87	2,98	10,48
1984	2,09	1,57	3,42	4,24	3,99	8,37	3,41	11,45	4,80	3,12	7,75	4,75	4,91
1985	2,00	7,97	2,84	4,39	2,14	1,43	1,52	1,27	1,79	1,70	3,26	1,39	2,64
1986	0,83	2,90	2,40	4,97	3,11	2,56	1,13	1,88	3,00	3,92	4,72	7,74	3,26
1987	5,92	5,90	1,63	1,43	13,81	6,25	4,65	3,45	1,84	6,22	2,03	2,43	4,63
1988	4,73	4,88	4,68	2,21	16,21	7,68	2,36	1,11	1,99	4,06	1,82	2,47	4,52
1989	9,57	9,22	3,85	5,20	5,36	1,83	3,67	3,49	11,3 0	6,42	2,05	1,20	5,26
1990	10,87	4,11	2,34	5,46	6,37	15,03	8,98	8,13	7,38	10,5 7	8,17	4,1 8	7,63
1991	2,21	1,77	1,92	1,58	1,71	5,41	4,33	5,95	1,29	5,58	1,91	2,99	3,05
1992	1,94	3,67	5,31	2,61	16,75	9,82	12,01	7,23	4,72	2,21	3,84	2,52	6,05
1993	2,68	8,86	5,06	2,63	6,70	5,11	4,65	2,95	8,65	12,00	3,24	2,81	5,45

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1994	1,45	8,32	3,82	4,16	7,15	7,94	13,43	3,13	1,70	4,02	9,44	2,48	5,59
1995	15,23	9,07	4,50	1,51	0,88	2,69	3,58	1,31	6,12	7,98	2,66	2,22	4,81
1996	7,51	6,29	11,17	5,50	1,33	5,16	8,37	4,89	8,11	11,12	4,31	6,06	6,65
1997	5,37	15,09	6,32	1,46	1,72	6,79	5,46	10,16	3,61	20,27	18,93	5,48	8,39
1998	8,93	11,72	14,88	21,3 2	8,49	3,79	7,95	15,39	15,4 6	13,98	3,06	6,14	10,93
1999	4,96	4,98	2,64	3,42	1,52	5,82	10,41	1,55	2,57	10,8 3	2,58	1,62	4,41
2000	5,34	5,83	5,52	2,05	3,74	2,99	6,94	3,97	16,13	12,53	3,66	7,09	6,32
2001	6,21	13,58	4,54	5,06	7,63	6,20	6,45	3,45	5,46	14,26	5,24	5,58	6,97
2002	3,64	1,88	2,94	2,80	4,28	2,91	2,03	5,50	6,81	9,49	9,91	6,13	4,86
2003	1,68	2,63	5,56	1,59	0,97	2,81	2,12	0,91	1,11	2,50	3,10	7,94	2,74
2004	4,02	2,19	1,03	1,73	3,81	4,89	8,43	1,92	3,17	11,13	9,28	2,98	4,55
2005	3,60	1,11	0,99	2,36	10,21	5,64	3,51	3,38	11,86	21,16	8,95	2,67	6,29
2006	2,29	1,54	3,10	1,60	0,69	0,55	0,61	2,04	3,16	3,68	3,19	3,83	2,19
2007	1,91	4,33	3,95	7,02	15,06	2,73	4,82	2,81	3,22	10,21	7,98	4,50	5,71
2008	3,98	2,55	1,10	3,07	2,59	4,12	3,36	4,74	7,08	16,96	10,79	1,85	5,18
2009	4,53	3,36	1,66	0,99	2,10	2,30	4,01	9,62	15,67	11,67	4,07	6,29	5,52
2010	6,39	4,59	5,50	17,68	11,64	7,55	6,26	6,02	1,30	4,76	2,90	9,22	6,98
2011	7,16	15,15	6,43	7,43	1,61	5,12	12,46	17,66	24,42	4,82	3,45	1,47	8,93
2012	5,70	3,45	2,25	3,27	3,71	8,16	7,60	3,80	1,31	3,04	1,39	2,13	3,82
Mín	**0,83**	**1,11**	**0,99**	**0,99**	**0,69**	**0,55**	**0,61**	**0,91**	**1,11**	**1,70**	**1,39**	**1,20**	**1,01**
Méd	**4,72**	**5,62**	**4,43**	**4,20**	**5,77**	**5,13**	**6,37**	**5,10**	**6,06**	**8,27**	**5,83**	**4,32**	**5,48**
Máx	**15,23**	**15,15**	**14,88**	**21,32**	**16,96**	**15,03**	**34,43**	**17,66**	**24,42**	**21,16**	**18,93**	**9,22**	**18,70**

Fonte: ENEBRAS Energia, 2013.

Conforme apresentado no item 8.1.2.3.3.5.1, levando em consideração, tamanho da bacia, distância até o aproveitamento e histórico de dados, para o estudo hidrológico da CGH Gentil Amigo, será utilizada a estação Porto Vitória – Rio Espingarda (65365000) como base de dados.

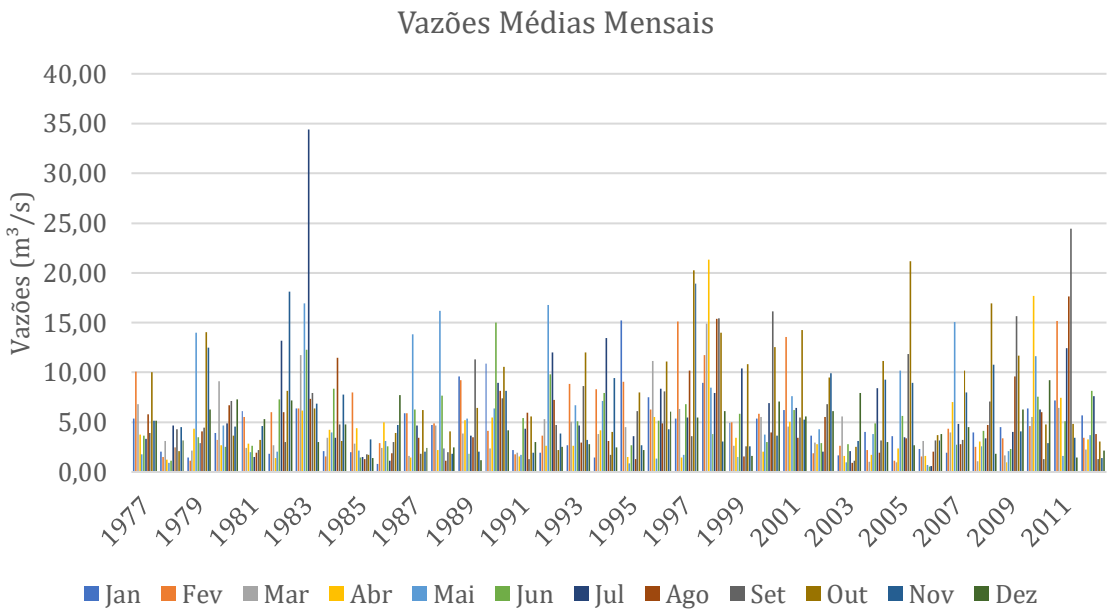
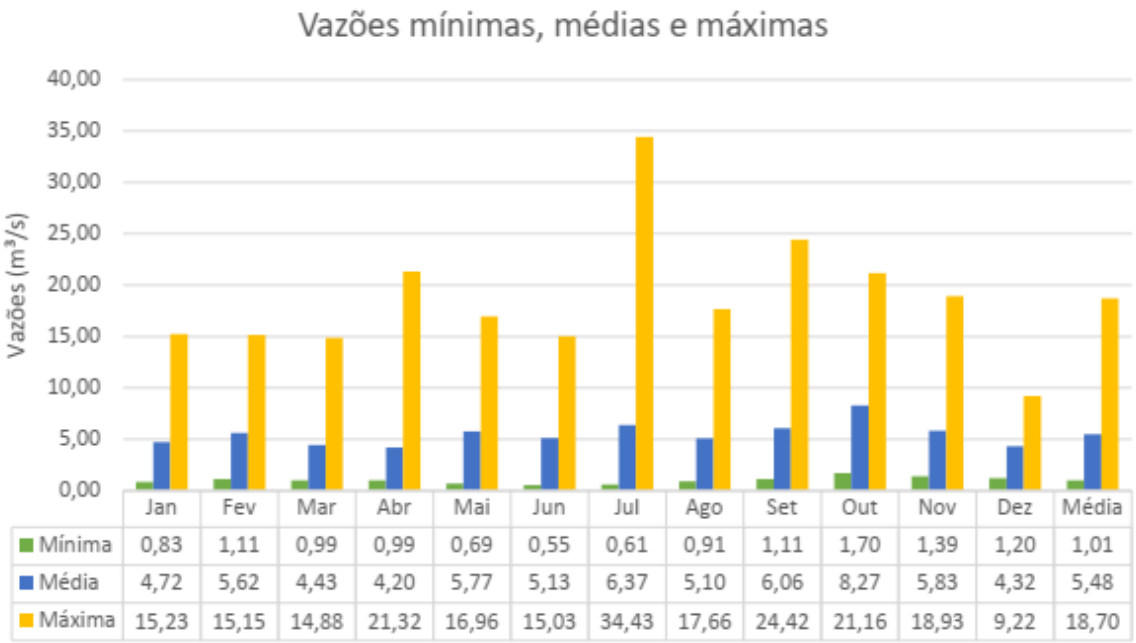


Figura 8.64: Hidrograma das vazões medias mensais – CGH Salto Pintado –Rio Pintado.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínima	0,83	1,11	0,99	0,99	0,69	0,55	0,61	0,91	1,11	1,70	1,39	1,20	1,01
Média	4,72	5,62	4,43	4,20	5,77	5,13	6,37	5,10	6,06	8,27	5,83	4,32	5,48
Máxima	15,23	15,15	14,88	21,32	16,96	15,03	34,43	17,66	24,42	21,16	18,93	9,22	18,70

Figura 8.65: Vazões mínimas, médias e máximas características – CGH Salto Pintado – Rio Pintado.

8.1.2.3.3.5.2.5 Estudos das Vazões Máximas

A análise das vazões máximas desempenha um papel fundamental no projeto e implementação de aproveitamentos hidrelétricos, especialmente quando se trata de avaliar e mitigar os impactos das cheias em um determinado curso d'água. A determinação precisa da vazão máxima é essencial para o dimensionamento adequado das estruturas

hidráulicas, como vertedouros e desvios de rio, visando garantir a segurança e a eficiência operacional desses empreendimentos.

Como salientado por Tucci (2002), a vazão máxima representa não apenas um valor hidrológico, mas também um indicador das condições de inundação de um determinado local, ressaltando sua importância para o planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos.

Esta pesquisa visa explorar a relevância e os métodos associados ao estudo das vazões máximas, enfatizando sua aplicação prática no contexto do desenvolvimento sustentável e na busca por soluções resilientes diante dos desafios relacionados às águas.

8.1.2.3.3.5.2.5.1 Critérios para Elaboração dos Estudos

O estudo estatístico das vazões máximas, foi desenvolvido conforme prescrito no Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos da ANA. Seguindo o modelo de cálculo das Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas elaborado pela Eletrobrás.

Segundo as diretrizes da Eletrobras, os estudos de vazões extremas devem ser realizados conforme a disponibilidade de dados na bacia e na região do aproveitamento. Desta forma, existirão duas possibilidades de ocorrência: o local dispõe de uma série de vazões médias diárias ou o local não dispõe de dados diários.

Quando o aproveitamento não dispõe de uma série de dados de vazões medias diárias, os eventos extremos poderão ser gerados a partir da regionalização através de valores extremos calculados para bacias circunvizinhas.

A análise de frequência de cheias tem como objetivo estabelecer a relação entre os valores de vazões máximas e os tempos de retorno ou de recorrência a elas associados. Esta análise baseia-se no exame probabilístico dos máximos registros fluviométricos anuais. Desta forma, a cada ano está associado um máximo anual resultando num conjunto, que pode ser interpretado como sendo uma amostra de variável aleatória de máxima vazão anual.

Segundo a Eletrobrás, para a determinação das vazões máximas, deve-se ter posse da série de vazões médias diárias, seleciona-se o maior valor ocorrido anualmente. Da série estabelecida de máximos anuais calcula-se a média, o desvio-padrão e assimetria.

Para a definição das cheias de projeto, são utilizadas duas distribuições, a exponencial de dois parâmetros (estimada pelo método dos momentos), sempre que a assimetria da amostra for superior a 1,5, e Gumbel (extremos do tipo I), para assimetrias amostrais inferiores a 1,5.

Quando o rio não dispõe de dados hidrológicos, se faz necessária aplicação do método de correlação de áreas, onde é buscada uma bacia hidrográfica com características próxima a bacia em estudo como referência de vazão. Porém o comportamento de um rio mesmo com características semelhantes, pode ser diferente em relação ao que está sendo estudado.

Nesse contexto, o coeficiente de majoração da expressão empírica de Fuller desempenha um papel fundamental. Esse coeficiente leva em consideração a área da bacia hidrográfica em análise, sendo ajustado de acordo com sua magnitude: quanto menor a bacia, maior é o coeficiente de majoração aplicado. Esse ajuste é essencial, uma vez que bacias hidrográficas de diferentes tamanhos podem apresentar respostas distintas a eventos de vazão extrema.

A necessidade desse ajuste é evidenciada pela aplicação do método de correlação de áreas, o qual busca relacionar dados de vazões entre diferentes bacias hidrográficas. Embora esse método forneça uma base para estimativas em locais com poucos dados, é importante reconhecer que as características específicas de cada bacia podem influenciar significativamente o comportamento das vazões extremas.

Portanto, ao aplicar as distribuições exponenciais e posteriormente o coeficiente de majoração da expressão empírica de Fuller, estamos considerando não apenas os dados disponíveis, mas também as particularidades da bacia hidrográfica em estudo. Essa abordagem refinada permite uma estimativa mais precisa das vazões extremas, contribuindo para uma melhor gestão dos recursos hídricos e para a mitigação de riscos associados a eventos hidrológicos extremos.

- O Método de Gumbel:

$$x_T = \mu - \alpha \times \ln[-\ln\left(1 - \frac{1}{TR}\right)]$$

Onde:

- x_T = Vazão;
- M = Média;
- S = Desvio padrão;
- α = 0,78 x 2;
- $\mu = M - 0{,}577 \text{ x } \alpha$.

α e μ são parâmetros de distribuição.

- Método Exponencial de dois parâmetros:

$$x_T = x_0 - \beta \times \ln(\frac{1}{TR})$$

Onde:

- x_T = Vazão;
- M = Média;
- S = Desvio padrão;
- $x_0 = M - S$;
- $\beta = S$.

x_0 e β são parâmetros de distribuição.

- Assimetria:

$$g = \frac{n}{(n-1) \times (n-2)} \times [\frac{\sum_{i=1}^{n}(x^1 - M)^3}{S^3}]$$

Onde:

- g = Assimetria;
- x_i = Vazões;
- n = Numero de vazões;
- M = Média;
- S = Desvio padrão.

- Coeficiente de Fuller:

$$K = 1 + \frac{2{,}66}{A^{0,3}}$$

Onde:

- K = Coeficiente de majoração de Fuller;
- A = Área de drenagem da bacia hidrográfica (km²).

- Vazão Máxima Instantânea:

$$Q_{inst} = Q_{dia} \times K$$

Onde:

- Q_{inst} = Vazão máxima instantânea;
- Q_{dia} = Vazão máxima diária registrada por ano;
- K = Coeficiente de majoração de Fuller.

8.1.2.3.3.5.2.5.2 Estação de Referência

Para o levantamento das vazões máximas utilizou-se dois pontos de medição conhecidos e aprovados pela ANA, a Estação Fluviométrica de Porto Vitória cujo código de registro é 65365000 e o Inventário Hidroelétrico da CGH Salto Pintado, elaborado pela ENEBRAS.

8.1.2.3.3.5.2.6 Vazão Máxima Provável

8.1.2.3.3.5.2.6.1 Estação Porto Vitória – Rio Espingarda (65365000)

A estação de monitoramento hidrológico Porto Vitória situada no Rio Espingarda afluente do Rio Iguaçu, que pertence a bacia hidrográfica do Rio Paraná, tem um longo histórico de medições hidrológicas. Começaram no ano de 1946 onde possuem dados registrados no sistema de hidro telemetria da ANA, até o ano de 2020.

A partir destes dados foram obtidas as vazões médias diárias da Estação Porto Vitória que estão tabeladas no anexo 01 enviado junto a este documento. Em posse das vazões medias diárias, foram calculados os extremos para cada período de interesse, que podem ser observados nas figuras e tabelas a seguir.

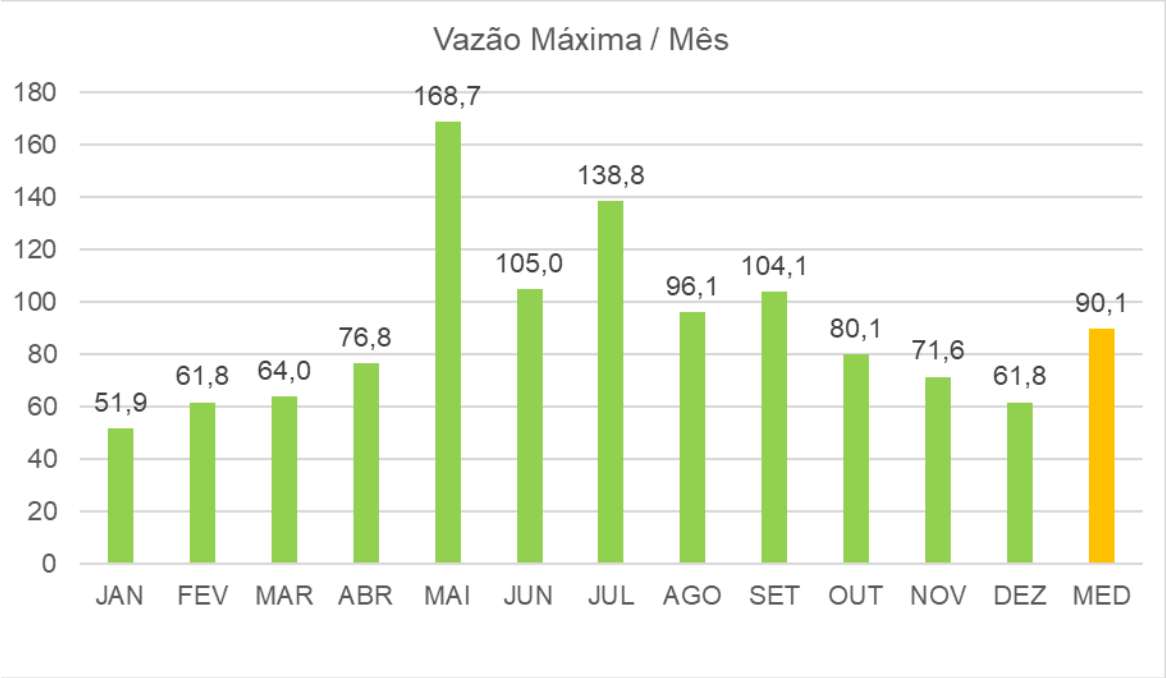


Figura 8.66: Vazões máximas mensais – Estação Porto Vitoria (m³/s).

Tabela 8.35: Vazões máximas diárias observadas para a estação Porto Vitória Rio Espingarda (m³/s) – (65365000).

ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL
1946	61,84	1971	92,61	1996	48,70
1947	63,28	1972	104,06	1997	48,70
1948	39,54	1973	54,15	1998	68,75
1949	17,06	1974	41,34	1999	45,03
1950	32,19	1975	67,71	2000	54,42
1951	29,54	1976	58,99	2001	28,49
1952	38,96	1977	34,94	2002	23,67
1953	29,02	1978	22,55	2003	55,73
1954	49,49	1979	71,49	2004	36,93
1955	65,48	1980	50,81	2005	67,33
1956	44,40	1981	24,74	2006	8,87
1957	69,21	1982	84,21	2007	69,47
1958	46,28	1983	168,74	2008	71,64
1959	17,60	1984	60,41	2009	43,83
1960	52,80	1985	18,50	2010	76,80
1961	62,56	1986	20,93	2011	75,31
1962	33,28	1987	48,93	2012	51,85
1963	22,12	1988	48,70	2013	72,26

ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL
1964	46,92	1989	101,36	2014	104,97
1965	80,14	1990	65,92	2015	63,99
1966	47,55	1991	31,03	2016	44,84
1967	53,47	1992	164,54	2017	34,58
1968	54,15	1993	80,57	2018	30,34
1969	73,03	1994	30,51	2019	41,08
1970	38,96	1995	43,83	2020	20,83

Após o cálculo das vazões extremas anuais, seguindo as orientações e fórmulas, foi possível calcular o desvio padrão e a assimetria da estação de monitoramento hidrológico Porto Vitoria.

Tabela 8.36: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000).

Descrição	un	Vazão (m³/s)
Número de dados	n	75
Soma dos dados	EX1	4.048,85
Vazão média anual	X	53,98
Desvio padrão	S	28,40
Assimetria	g	1,73

Conforme os métodos descritos, foram determinados as TR (Tempo de Recorrência) da Estação Porto Vitória (65365000):

Tabela 8.37: Valores de vazão máxima para vários tempos de recorrência estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000).

TR (Anos)	Vazão Período Anual (m³/s)	
	Exponencial	Gumbel
2	45,27	49,32
5	71,29	74,43
10	90,98	91,05
25	117,00	112,06
50	136,69	127,64
100	156,37	143,11
500	202,08	178,85
1.000	221,77	194,22
5.000	267,48	229,88
10.000	287,17	245,24

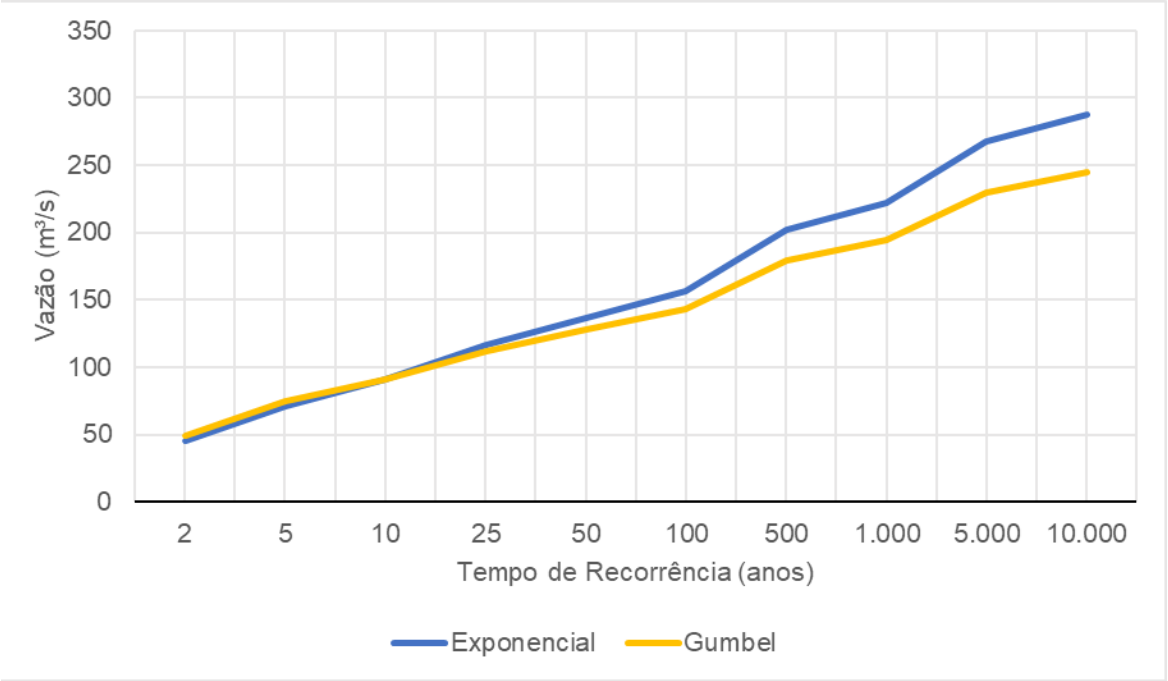


Figura 8.67: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual da estação Porto Vitória Rio Espingarda – (65365000).

Vale ressaltar que os resultados apresentados foram obtidos através dos dados registrados na estação de monitoramento hidrológico 65365000 da Estação Porto Vitoria no Rio Espingarda.

8.1.2.3.3.5.2.6.2 CGH Salto Pintado – Rio Pintado

As vazões máximas do inventário da CGH Salto Pintado, foram obtidas junto ao relatório entregue a ANA para a ampliação da usina. Este relatório contém todo o estudo hídrico da CGH Salto Pintado, de onde pode ser retirado os valores das vazões máximas e TR (tempo de recorrência) já calculados posteriormente.

Tabela 8.38: Vazões máximas diárias para a CGH Salto Pintado – Rio Pintado.

Ano	Vazão máxima (m³/s)
1986	28,42
1987	47,19
1988	68,98
1989	57,49
1990	75,91
1991	76,67
1992	120,65
1993	56,35
1994	50,27
1995	39,83
1996	54,45

Ano	Vazão máxima (m³/s)
1997	111,99
1998	78,57
1999	57,49
2000	43,63
2001	96,23
2002	37,98
2003	26,21
2004	62,05
2005	92,17
2006	19,53
2007	83,04
2008	39,48
2009	74,86
2010	91,52
2011	121,35
2012	50,29

Fonte: ENEBRAS, 2019.

Tabela 8.39: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria, para o período anual da CGH Salto Pintado -Rio Pintado.

Informação	Valores
Número de dados	27
Soma dos dados	1762,60
Média Máxima	65,28
Desvio padrão	27,88
Assimetria	0,46

Tabela 8.40: Valores de vazão máxima para vários tempos de recorrência CGH Salto Pintado – Rio Pintado.

TR (Anos)	Vazão Período Anual (m³/s)	
	Exponencial	Gumbel
2	56,73	60,70
5	82,27	85,35
10	101,60	101,67
25	127,15	122,30
50	146,48	137,59
100	165,80	152,78
500	210,68	187,87
1.000	230,00	202,95
5.000	274,88	237,96
10.000	294,21	253,04

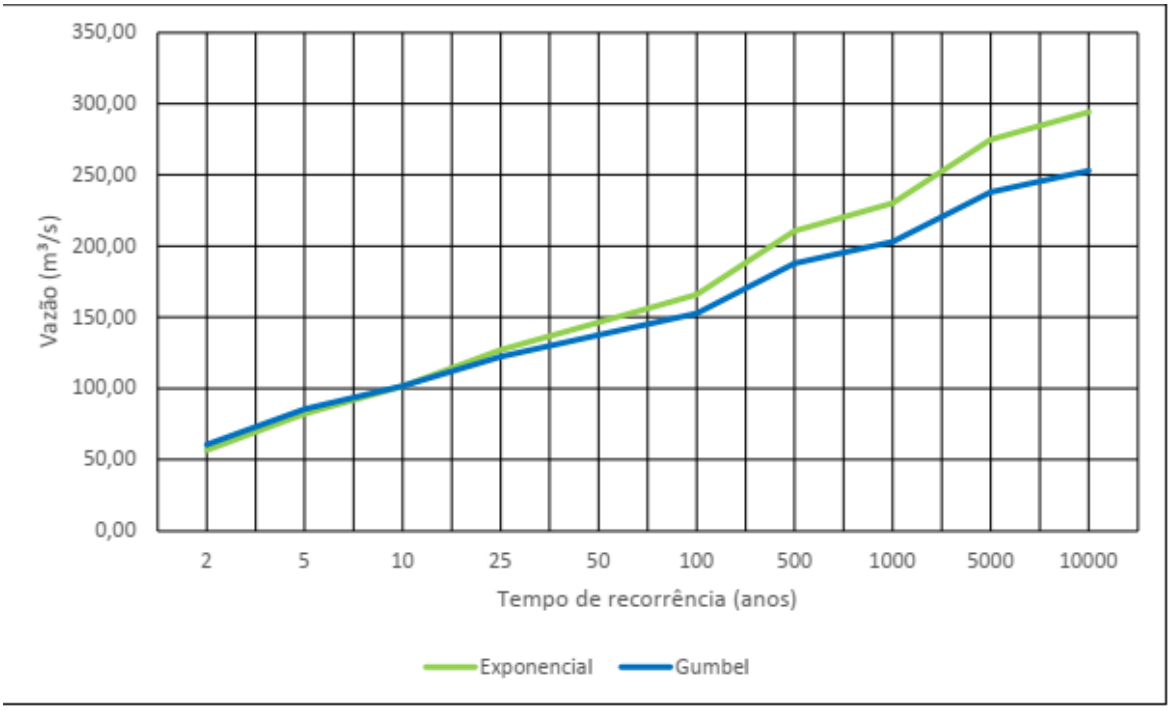


Figura 8.68: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual.

Os resultados apresentados, foram obtidos através dos dados registrados pela CGH Salto Pintado em seu inventario hidrelétrico.

8.1.2.3.3.5.2.7 Estudo das Vazões Mínimas

8.1.2.3.3.5.2.7.1 Critérios para Elaboração dos Estudos

As vazões mínimas podem ser determinadas de várias maneiras, segundo o relatório das Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, podem ser utilizadas as seguintes condições:

- Menor média mensal;
- Menos mínima diária;
- 50% Q95;
- Q98;
- Q7,10.

Estas vazões servem de parâmetros para cálculo das estruturas decorrentes da usina. A Q95 e a Q98, são obtidas através da curva de permanência das vazões diárias e a Q7,10 é obtida através da distribuição de Weibull, está muito conhecida e utilizada na determinação de vazões mínimas. A Q7,10 é a vazão diária, aplicada a uma média de 7 dias consecutivos, durante um período de 10 anos, a partir daí é encontrada a mínima de cada ano e aplicada a distribuição de Weibull.

Segundo a ELETROBRAS, seu valor definitivo deverá ser definido com os órgãos ambientais envolvidos, a partir de critérios estabelecidos caso a caso.

8.1.2.3.3.5.2.8 Vazão Mínima Provável

8.1.2.3.3.5.2.8.1 Estação Porto Vitória – Rio Espingarda

Tabela 8.41: Vazão mínima anual Estação Porto Vitória – Rio Espingarda.

ANO	Período anual	ANO	Período anual	ANO	Período anual
1946	1,18	1971	1,06	1996	1,11
1947	0,66	1972	0,88	1997	0,98
1948	0,58	1973	1,37	1998	2,03
1949	0,29	1974	0,84	1999	1,25
1950	0,49	1975	0,92	2000	1,39
1951	0,91	1976	1,44	2001	2,38
1952	1,19	1977	0,51	2002	1,11
1953	0,79	1978	0,89	2003	0,77
1954	0,79	1979	0,89	2004	0,64
1955	2,00	1980	1,15	2005	0,84
1956	1,50	1981	0,48	2006	0,64
1957	0,79	1982	1,15	2007	0,70
1958	0,62	1983	1,73	2008	0,77
1959	0,74	1984	0,64	2009	1,39
1960	0,70	1985	0,67	2010	1,25
1961	0,74	1986	0,74	2011	1,39
1962	0,74	1987	0,64	2012	0,96
1963	0,97	1988	0,74	2013	1,25
1964	0,74	1989	1,11	2014	1,90
1965	0,70	1990	1,39	2015	1,52
1966	0,67	1991	0,98	2016	1,99
1967	0,97	1992	1,70	2017	1,09
1968	0,99	1993	1,39	2018	0,96
1969	1,40	1994	1,39	2019	0,96
1970	1,30	1995	0,84	2020	0,84

Tabela 8.42: Vazão mínima mensal Estação Porto Vitória – Rio Espingarda.

Mês	Vazão Mínima (m³/s)
JAN	0,51
FEV	0,29
MAR	0,34
ABR	0,48
MAI	0,49
JUN	0,51

Mês	Vazão Mínima (m³/s)
JUL	0,74
AGO	0,55
SET	0,49
OUT	0,67
NOV	0,77
DEZ	0,43
MÉD	**0,52**

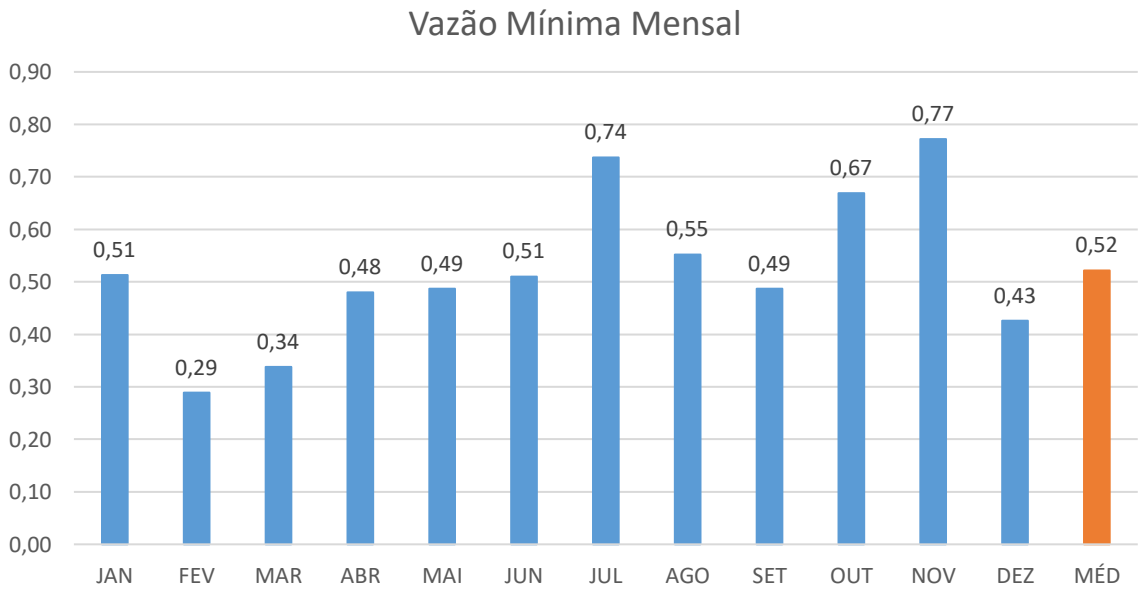


Figura 8.69: Vazão mínima mensal Estação Porto Vitória – Rio Espingarda.

Tabela 8.43: Vazões mínimas para a área estudada (m³/s).

Vazões (m³/s)	Estação Porto Vitoria
Mínima mensal	0,289
Mínima diária	0,289
50 % Q95	0,556
Q98	0,844
Q7,10	0,596

8.1.2.3.3.5.2.8.2 CGH Salto Pintado – Rio Pintado

Os dados das vazões mínimas utilizadas para a CGH Salto Pintado, foram obtidos do inventario da usina, elaborado pela ENEBRAS e protocolado junto a ANA. Segue estes dados abaixo:

Tabela 8.44: Vazões mínimas da CGH Salto Pintado.

Parâmetro de vazões mínimas	Q CGH Salto Pintado (m³/s)
M.M.M. (m³/s)	0,55
80% M.M.M. (m³/s)	0,44
10% Qmlt (m³/s)	0,55
Q7,10 (m³/s)	0,53
Q95% (m³/s)	1,30
Q90% (m³/s)	1,58

Fonte: ENEBRAS Energia, 2013.

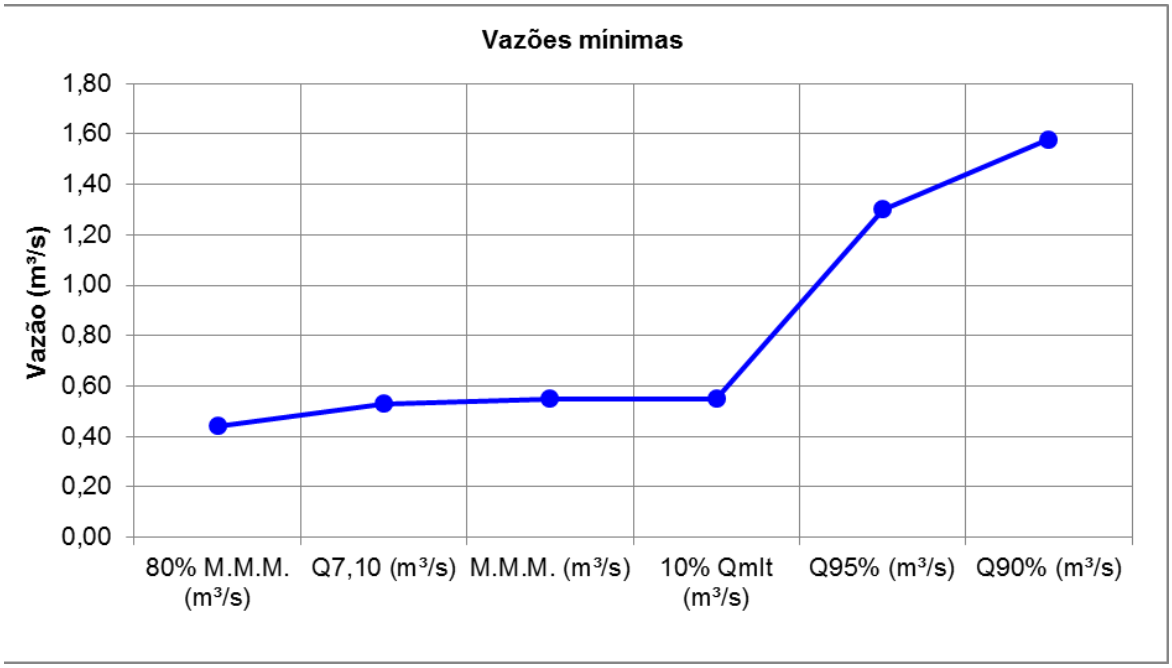


Figura 8.70: Vazões mínimas na CGH Salto Pintado.
Fonte: ENEBRAS Energia, 2013.

8.1.2.3.3.5.2.9 Curva de Permanência

8.1.2.3.3.5.2.9.1 Estação Porto Vitória – Rio Espingarda

Tabela 8.45: Permanência de vazões médias mensais da Estação Porto Vitória – Rio Espingarda.

Permanência	Vazão
1%	34,73
5%	15,75
10%	10,42
15%	8,17
20%	6,69
25%	5,72
30%	4,96

Permanência	Vazão
35%	4,48
40%	4,02
45%	3,58
50%	3,20
55%	2,95
60%	2,69
65%	2,38
70%	2,20
75%	2,00
80%	1,79
85%	1,58
90%	1,39
95%	1,11
100%	0,29

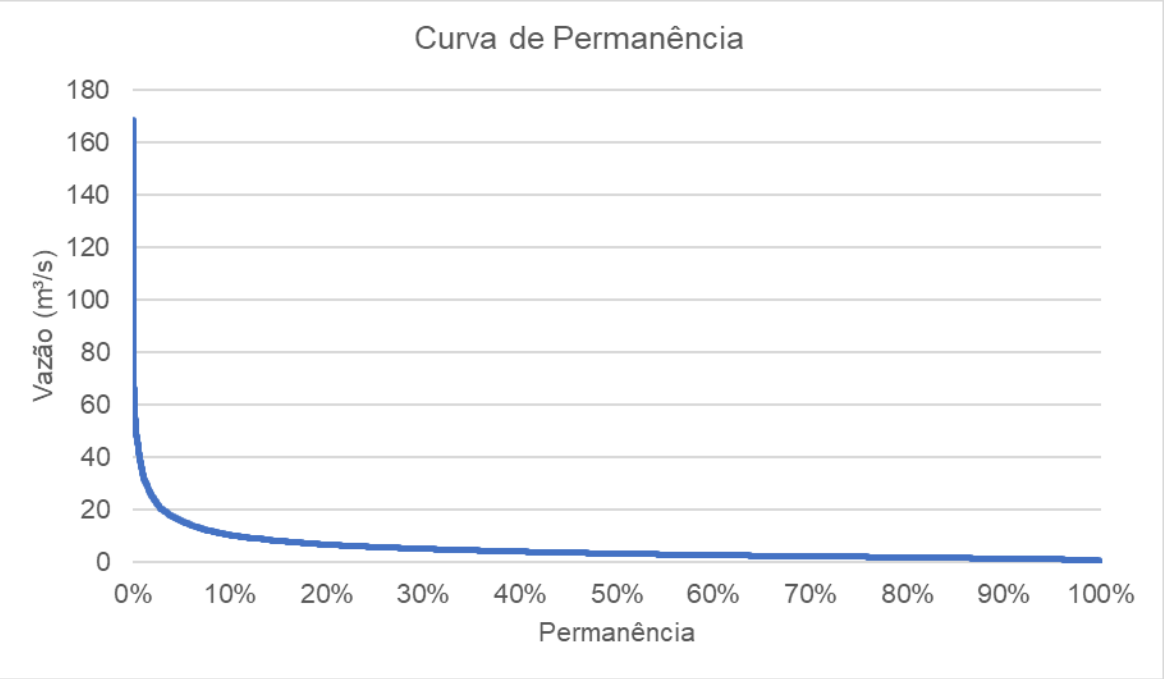


Figura 8.71: Curva de Permanência Estação Porto Vitória – Rio Espingarda.

8.1.2.3.3.5.2.9.2 CGH Salto Pintado – Rio Pintado

Tabela 8.46: Permanência de vazões médias mensais da CGH Salto Pintado.

Frequência (%)	Q (m³/s)
0,5%	21,30
1%	19,85
5%	14,95
10%	11,29

Frequência (%)	Q (m³/s)
15%	9,22
20%	7,95
25%	7,08
30%	6,25
35%	5,59
40%	5,16
45%	4,72
50%	4,26
55%	3,82
60%	3,45
65%	3,12
70%	2,81
75%	2,52
80%	2,13
85%	1,88
90%	1,58
95%	1,30
100%	0,55

Fonte: ENEBRAS Energia, 2013.

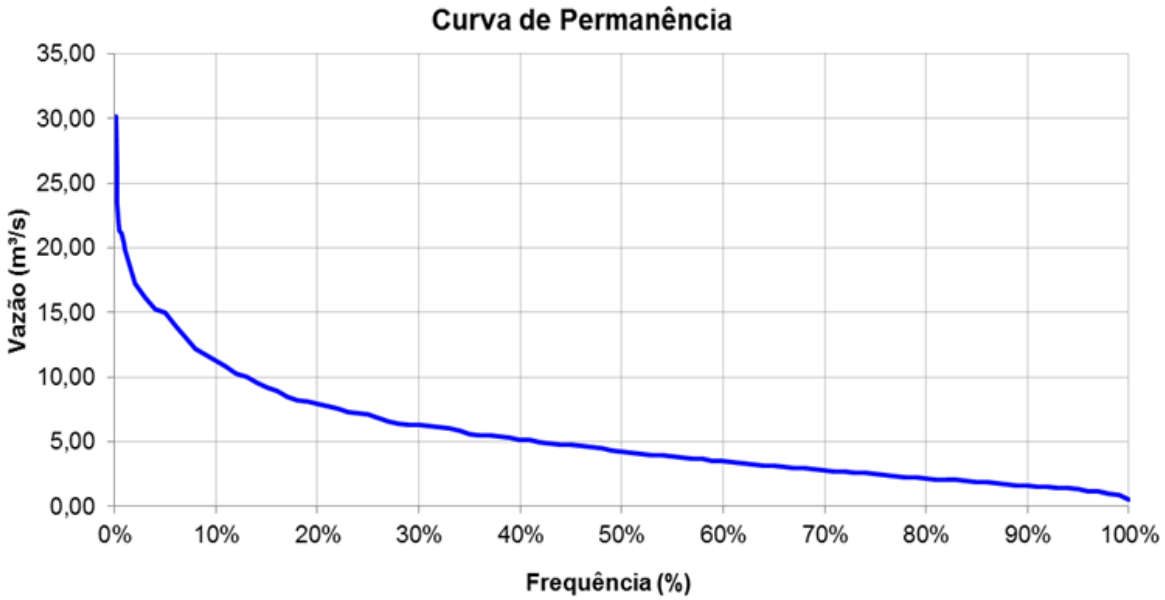


Figura 8.72: Curva de Permanência de vazões médias mensais da CGH Salto Pintado.
Fonte: ENEBRAS Energia, 2013.

8.1.2.3.3.5.3 Correlação Entre Áreas

Conforme apresentado nos tópicos anteriores, levando em consideração, tamanho da bacia, distância até o aproveitamento e histórico de dados, para o estudo hidrológico da

CGH Gentil Amigo, foi utilizada a estação Porto Vitória – Rio Espingarda (65365000) como base de dados.

Tabela 8.47: Fonte fluviométrica utilizada.

Nome	Código	Bacia	Rio	Município	Responsável	Operadora	Área de drenagem (km²)	Distância em linha reta
Porto Vitória	65365000	6 – Rio Paraná	Rio Espingarda	Porto Vitória – PR	Ana	IAT	174,00	23,20 km

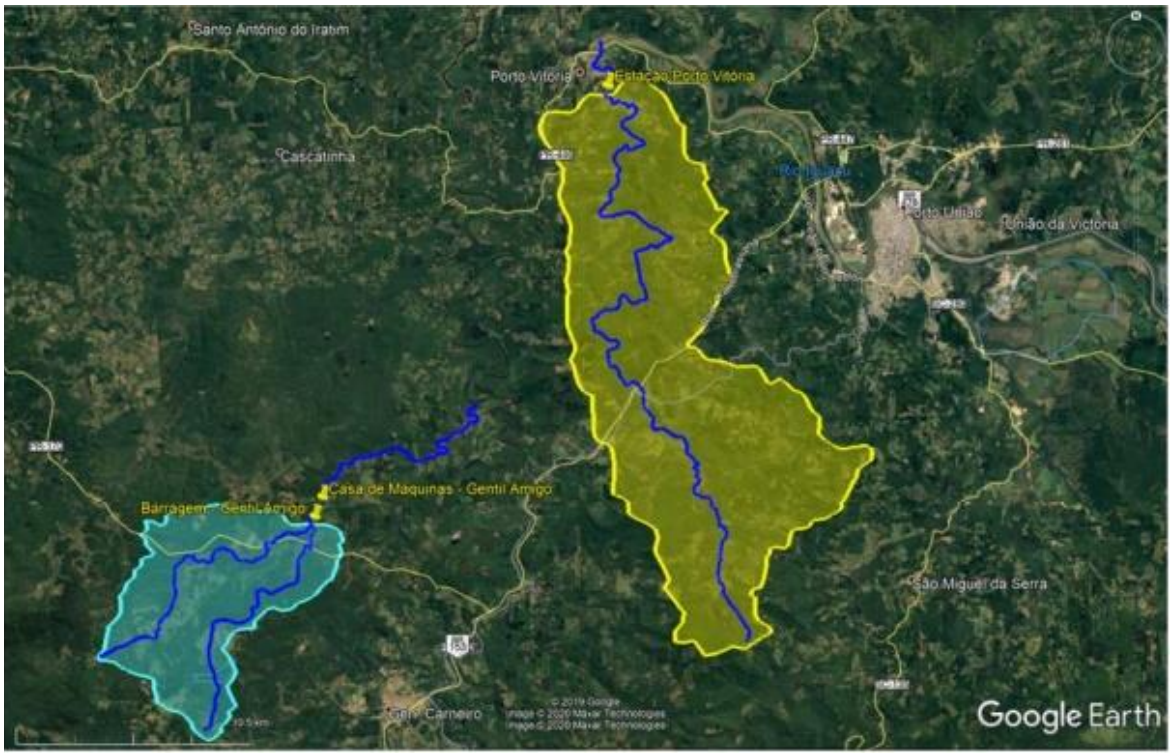


Figura 8.73: Imagem aérea bacia CGH Gentil Amigo e Estação Porto Vitória.

Os dados da estação Porto Vitória foram obtidos a partir do site da ANA através do HIDRO-WEB e do site do IAT através do Sistema de Informações Hidrológicas. Após compilados estes dados (que serão melhor descritos posteriormente), foi feita a transposição das bacias através da correlação de áreas por:

$$\alpha = \frac{A_b}{A_p} \times V_p$$

Onde:

- α = Valor correspondente a (média/mínima/máxima);
- A_b = Área de drenagem da bacia estudada;
- A_p = Área de drenagem do posto de dados;

- V_p = Vazão (média/mínima/máxima) posto de dados.

Tabela 8.48: Fator de correlação de áreas.

Correlação de Áreas	
Estação Porto Vitoria	174,00 km²
CGH Gentil Amigo	60,00 km²
Fator	0,345

8.1.2.3.3.5.4 Vazão Média CGH Gentil Amigo

Conforme a transposição de bacia apresentada no item anterior, as vazões medias da CGH Gentil Amigo estão descritas na tabela a seguir.

Tabela 8.49: Vazão média – CGH Gentil Amigo.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1946	1,53	5,53	2,1	0,91	1,18	2,13	3,18	1,28	0,76	2,27	1,3	2,63	2,07
1947	1,34	2,48	1,27	0,63	0,51	2,51	1,23	1,58	4,87	2,43	1,04	0,92	1,73
1948	0,71	1,26	1,68	0,77	2,04	1,02	0,98	1,66	0,89	1,54	1,55	0,46	1,21
1949	0,48	0,19	0,41	1,31	0,66	1,31	0,51	0,64	0,68	0,96	0,56	0,41	0,68
1950	1,43	0,86	1,36	0,4	1,05	0,72	0,64	0,34	0,75	3,28	1,61	1,16	1,13
1951	0,9	2	2,81	1,15	0,79	0,71	0,61	0,44	0,41	2,86	1,75	1,66	1,34
1952	0,98	1,06	1,09	0,69	0,57	1,53	0,84	0,53	1,79	3,99	2,55	0,9	1,38
1953	0,67	1,2	0,99	0,76	0,69	0,87	0,85	0,71	1,6	2,93	2,38	1,96	1,30
1954	2,24	0,87	0,95	0,62	3,44	3	2,08	0,93	1,8	2,83	1,15	1,34	1,77
1955	1,61	1,15	1,86	1,68	2,85	3,8	4,59	1,89	1,91	1	0,88	1,4	2,05
1956	2,12	2,29	1,71	1,65	2,71	0,86	0,94	1,48	1,61	1,07	0,72	1,15	1,53
1957	1,43	2,73	1,29	0,83	0,81	2,25	4,61	6,07	6,31	1,62	1,51	1,24	2,56
1958	0,81	0,58	1,11	0,7	0,38	0,8	1	1,84	3,6	1,41	1,13	1,57	1,24
1959	1,09	0,74	0,7	0,94	0,88	1,15	0,8	0,92	1,43	0,99	0,58	0,55	0,90
1960	0,48	0,68	0,45	0,68	0,57	0,76	0,53	1,79	1,52	3,19	2,52	0,81	1,17
1961	0,94	0,91	2,52	1,05	1,06	0,91	0,55	0,34	3,11	2,14	2,73	0,88	1,43
1962	0,76	1,24	1,25	0,58	0,78	0,87	0,64	0,4	1,56	2,96	1,08	0,51	1,05
1963	0,75	0,8	1,62	1,25	0,7	0,59	0,52	0,49	0,81	2,72	2,89	1,27	1,20
1964	0,62	1,29	0,75	0,75	1,83	1,1	1,22	2,28	1,81	0,96	0,78	0,58	1,16
1965	0,46	0,59	0,59	0,89	2,66	1,29	3,49	1,69	2,44	4,63	3,25	2,66	2,05
1966	1,26	2,2	1,24	0,62	0,43	1,77	1,4	0,9	1,96	2,22	1,6	1,14	1,40
1967	1,22	2,67	4,22	1,38	0,67	1,1	0,8	1,08	1,44	0,85	1,02	1,52	1,50
1968	0,97	0,61	0,61	0,65	0,5	0,52	0,93	0,48	0,54	0,58	1,26	2,37	0,84
1969	1,82	1,01	0,92	2,73	1,59	5,14	2,22	1,02	1,26	1,43	1,43	1,28	1,82
1970	1,82	0,98	0,91	0,63	0,99	2,48	2,43	0,94	1,15	1,66	0,77	3,76	1,54
1971	3,05	1,1	1,26	2,32	2,7	4,62	2,41	1,01	0,64	1,31	0,75	0,82	1,83
1972	2,46	3,43	0,91	0,85	0,38	1,6	1,98	5,39	7,92	3,53	1,42	1,84	2,64
1973	0,96	2,17	1,61	1,21	3,42	3,28	2,5	4,99	4,35	4,27	2,29	0,94	2,67
1974	2,03	1,66	1,19	0,58	0,37	0,97	2,01	1,14	1,39	0,62	0,61	0,71	1,11
1975	1,48	1,7	1,5	0,69	0,5	0,83	0,67	1,44	4,43	5,06	2,12	4,56	2,08
1976	2,15	1,73	1,19	1,06	1,9	3,62	1,74	3,02	2,19	1,73	4,04	1,12	2,12

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1977	3,1	2,39	1,7	1,41	0,5	1,14	1,48	1,57	1,32	3,86	1,99	2,03	1,87
1978	1,25	0,97	1,26	0,7	0,62	0,85	1,31	0,69	1,8	0,87	1,44	0,86	1,05
1979	0,93	0,6	0,63	0,9	5,73	0,87	0,74	1,71	2,53	6,54	3,04	1,67	2,16
1980	1,04	1,13	2,1	0,83	1,44	1,1	3,74	3,23	3,25	1,41	1,33	2,01	1,88
1981	1,29	0,67	0,41	0,88	0,54	1,47	0,71	0,96	0,88	1,89	2,16	3,29	1,26
1982	1,13	2,62	0,94	0,75	0,65	3,26	6,14	1,9	1,07	2,41	8,58	3,94	2,78
1983	2,07	2,64	4,24	2	8,97	3,87	11,49	1,82	2,18	2,06	2,24	1,54	3,76
1984	0,89	0,43	0,72	1,12	1,3	3,27	1,38	4,14	1,99	1,54	2,23	1,17	1,68
1985	0,46	1,78	0,8	2,09	0,72	0,42	0,49	0,32	0,34	0,3	0,8	0,58	0,76
1986	1,36	1,9	0,91	1,12	1,29	1,21	0,47	0,82	1,22	1,3	1,21	0,88	1,14
1987	0,69	1,39	0,46	0,71	4,95	4,11	2,22	0,98	0,59	1,64	0,9	0,45	1,59
1988	0,83	1,01	0,74	0,77	5,73	2,4	0,97	0,45	0,42	1	0,46	0,62	1,28
1989	1,85	2,23	1,4	1,14	1,74	0,74	1,69	1,91	6,03	2,13	1,04	0,5	1,87
1990	2,45	1,18	1,58	2,97	2,74	6,17	3,55	3,7	3,46	3,88	2,78	1,84	3,03
1991	0,91	0,65	0,71	1,37	0,82	2,79	1,45	1,49	0,67	1,62	1,01	1,5	1,25
1992	0,89	1,45	1,53	1,25	6,68	4,26	3,73	2,34	2,1	1,23	1,53	1,49	2,37
1993	1,15	1,57	1,45	1,26	3,67	2	1,8	1,08	3,19	3,92	1,1	1,64	1,99
1994	0,8	2,52	1,14	0,88	2,14	2,82	3,68	1,15	0,99	1,23	2,28	1,28	1,74
1995	5	2,32	1,03	0,84	0,44	1,19	2,23	0,72	1,57	2,48	0,96	0,92	1,64
1996	1,17	1,53	1,84	1,49	0,52	1,96	3,28	1,98	2,23	3,51	2,35	1,86	1,98
1997	2,83	5,59	2,28	0,7	0,82	2,37	1,8	4,1	1,83	6,57	6,96	1,67	3,13
1998	2,36	4,16	4,04	7,89	2,74	1,15	2,27	4,6	4,79	5,43	1,41	1,37	3,52
1999	1,09	1,54	0,88	1,51	0,79	1,85	3,62	0,74	1,02	3,53	0,95	0,78	1,53
2000	1,2	1,46	1,93	0,75	1,12	0,97	1,58	1,12	6,83	3,75	1,34	1,04	1,92
2001	1,46	5,22	2,81	1,53	2,53	2,78	3,68	2,48	1,79	3,48	1,67	2,18	2,63
2002	3,31	2,09	1,1	0,52	1,46	0,93	0,71	1,58	2,83	1,4	1,8	2,71	1,70
2003	1,84	1,91	1,44	0,9	0,67	1,2	1,1	0,68	0,54	0,72	1,4	4,06	1,37
2004	2,1	1,23	0,8	0,43	1,36	1,13	1,95	1	1,08	3,29	3,23	1,96	1,63
2005	2,94	1,62	1,21	0,92	2,76	2,22	2,99	1,6	5,75	6,9	2,36	1,21	2,71
2006	0,95	0,71	0,73	0,77	0,29	0,37	0,67	0,56	0,98	0,92	0,72	0,92	0,72
2007	1,75	1,03	1,77	3,44	7,75	1,74	0,91	0,73	0,43	1,44	1,59	1,74	2,03
2008	1,51	1,19	0,45	1,43	1,57	1,66	1,06	1,45	1,18	3,48	4,04	1,04	1,67
2009	1,93	1,33	1,24	0,58	0,6	0,61	2,53	2,35	4,31	2,91	2,4	1,94	1,89
2010	6,04	5,86	4	7,88	5,09	2,32	3,18	1,8	0,9	1,08	1,37	4,36	3,66
2011	2,01	4,73	1,99	1,75	0,92	2,1	5,42	6,73	5,52	2,74	1,57	0,69	3,01
2012	2,5	2,71	1,71	1,99	1,67	3,98	2,25	1,69	0,64	1,19	0,7	0,56	1,80
2013	1,46	1,37	2,28	1,1	1,25	6,52	3,29	1,88	3,86	1,8	1,12	1,77	2,31
2014	2,9	1,24	2,56	1,33	1,68	5,97	2,26	1,1	2,66	2,39	1,85	1,86	2,32
2015	2,92	2,82	1,54	0,82	1,41	2,8	5,12	1,37	1,39	5,2	3,81	3,66	2,74
2016	3,4	3,95	4,24	1,49	1,54	2,15	1,54	2,74	1,44	1,99	1,2	1,44	2,26
2017	2,31	1,61	1,19	0,92	2,39	3,01	0,71	0,96	0,43	2,08	2,41	1,14	1,60
2018	2,3	1,22	1,31	0,73	0,54	0,61	0,49	0,56	1,42	4,27	1,36	0,91	1,31
2019	1,25	1,3	1,2	1,35	2,43	2,34	0,78	0,47	0,55	0,41	0,71	0,9	1,14
2020	0,79	0,82	0,45	0,35	0,41	1,4	1,14	1,35	0,64	0,47	0,57	1,33	0,81

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
Mín	0,46	0,19	0,41	0,35	0,29	0,37	0,47	0,32	0,34	0,30	0,46	0,41	0,19
Méd	1,64	1,81	1,48	1,29	1,79	2,03	2,03	1,67	2,10	2,42	1,80	1,54	1,80
Máx	6,04	5,86	4,24	7,89	8,97	6,52	11,49	6,73	7,92	6,90	8,58	4,56	11,49

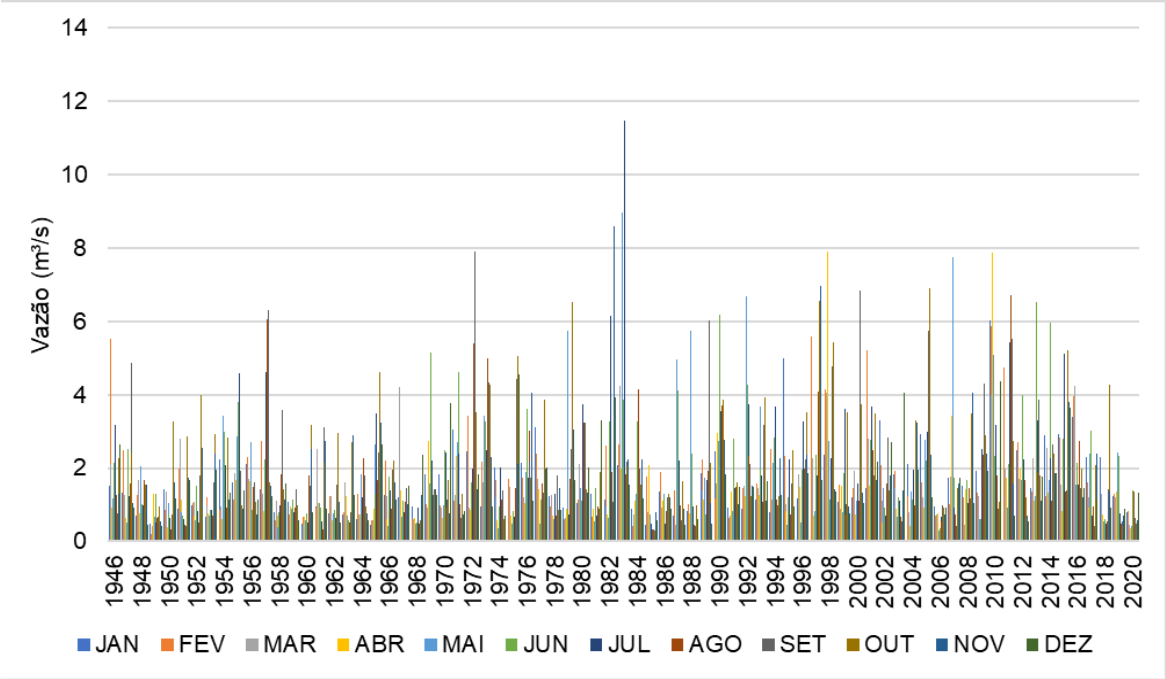


Figura 8.74: Hidrograma das Vazões médias mensais – CGH Gentil Amigo.

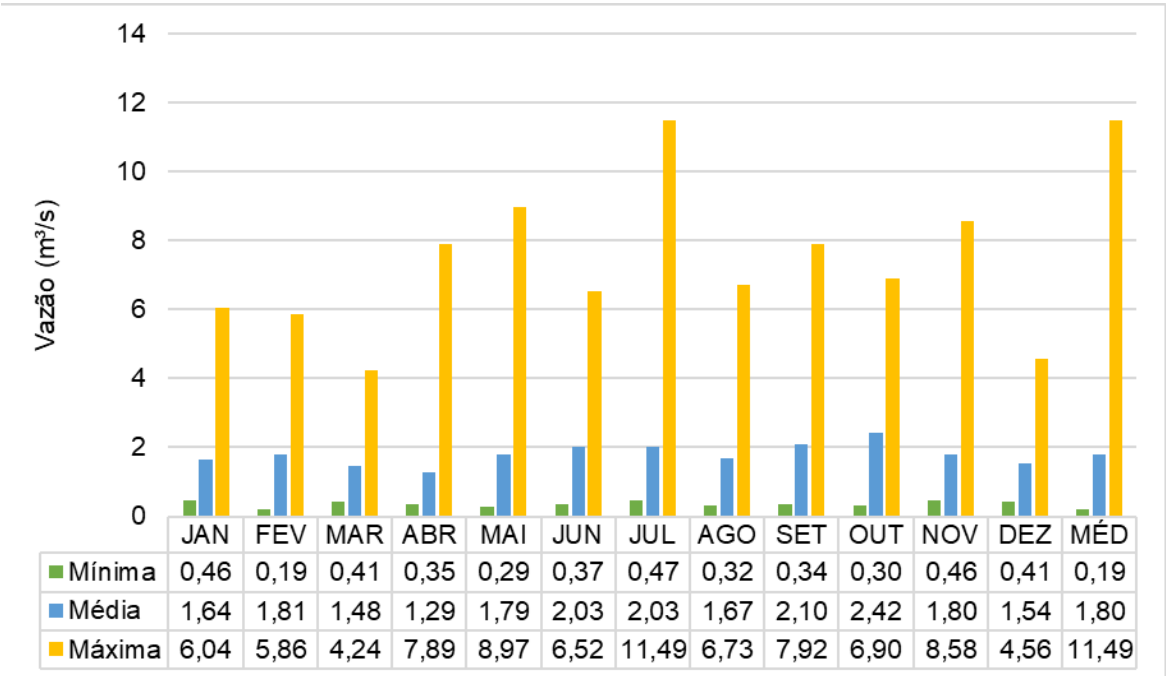


Figura 8.75: Vazões mínimas, médias e máximas mensais características – CGH Gentil Amigo.

8.1.2.3.3.5.5 Vazões Máximas CGH Gentil Amigo

Seguindo o cálculo das vazões máximas já apresentadas, o estudo das vazões máximas, a CGH Gentil Amigo dispõe das seguintes vazões máximas:

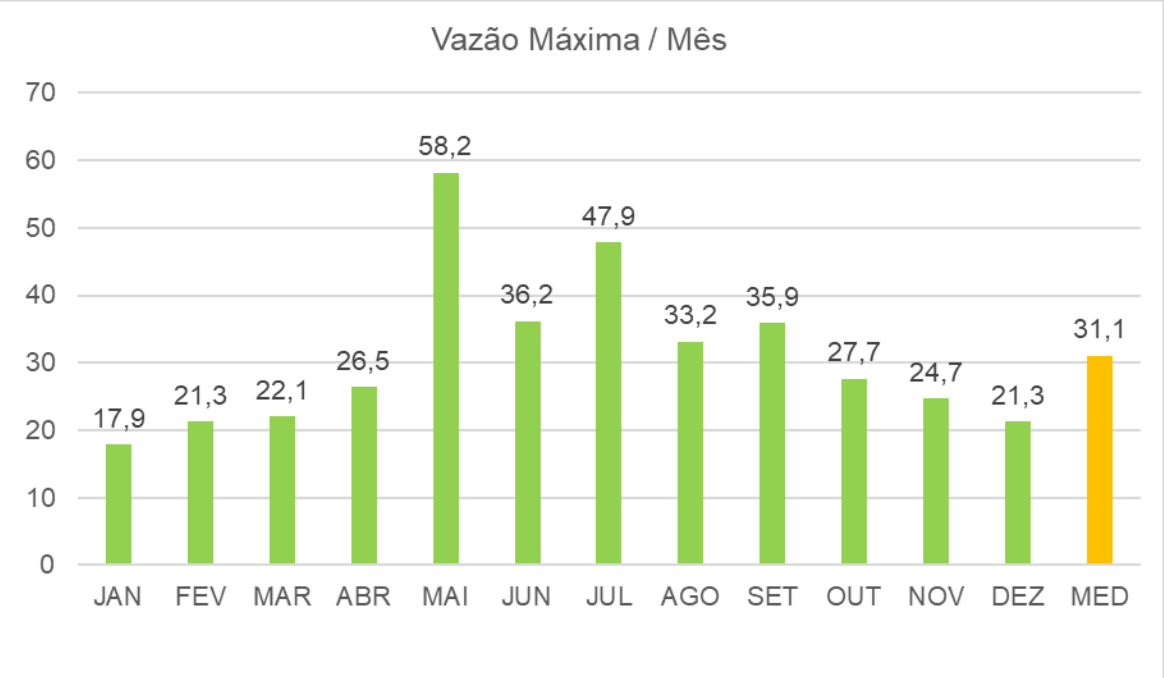


Figura 8.76: Vazões máximas mensais – CGH Gentil Amigo (m³/s).

Tabela 8.50: Vazões máximas anuais – CGH Gentil Amigo.

ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL
1946	21,33	1965	27,65	1984	20,84	2003	19,23
1947	21,83	1966	16,41	1985	6,38	2004	12,74
1948	13,64	1967	18,45	1986	7,22	2005	23,23
1949	5,88	1968	18,68	1987	16,88	2006	3,06
1950	11,11	1969	25,20	1988	16,80	2007	23,97
1951	10,19	1970	13,44	1989	34,97	2008	24,71
1952	13,44	1971	31,95	1990	22,74	2009	15,12
1953	10,01	1972	35,90	1991	10,70	2010	26,49
1954	17,08	1973	18,68	1992	56,77	2011	25,98
1955	22,59	1974	14,26	1993	27,80	2012	17,89
1956	15,32	1975	23,36	1994	10,53	2013	24,93
1957	23,88	1976	20,35	1995	15,12	2014	36,21
1958	15,97	1977	12,05	1996	16,80	2015	22,08
1959	6,07	1978	7,78	1997	16,80	2016	15,47
1960	18,22	1979	24,66	1998	23,72	2017	11,93
1961	21,58	1980	17,53	1999	15,54	2018	10,47
1962	11,48	1981	8,54	2000	18,77	2019	14,17
1963	7,63	1982	29,05	2001	9,83	2020	7,19
1964	16,19	1983	58,21	2002	8,17	**Máx:**	**58,21**

Após o cálculo das vazões máximas, foi possível calcular o desvio padrão e a assimetria para a CGH Gentil Amigo, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 8.51: Vazão Média Máxima, Desvio Padrão e Assimetria – CGH Gentil Amigo.

Descrição	un	Vazão (m³/s)
Número de dados	n	75
Soma dos dados	EX1	1.396,84
Vazão média anual	X	18,62
Desvio padrão	S	9,80
Assimetria	g	1,73

Os tempos de recorrência e as curvas de frequência das vazões extremas da CGH Gentil Amigo, estão representadas na tabela e figura a seguir:

Tabela 8.52: Tempo de recorrência – CGH Gentil Amigo.

TR (Anos)	Vazão Período Anual (m³/s)	
	Exponencial	Gumbel
2	15,62	17,02
5	24,60	25,68
10	31,39	31,41
25	40,37	38,66
50	47,16	44,04
100	53,95	49,37
500	69,72	61,70
1.000	76,51	67,00
5.000	92,28	79,31
10.000	99,07	84,60

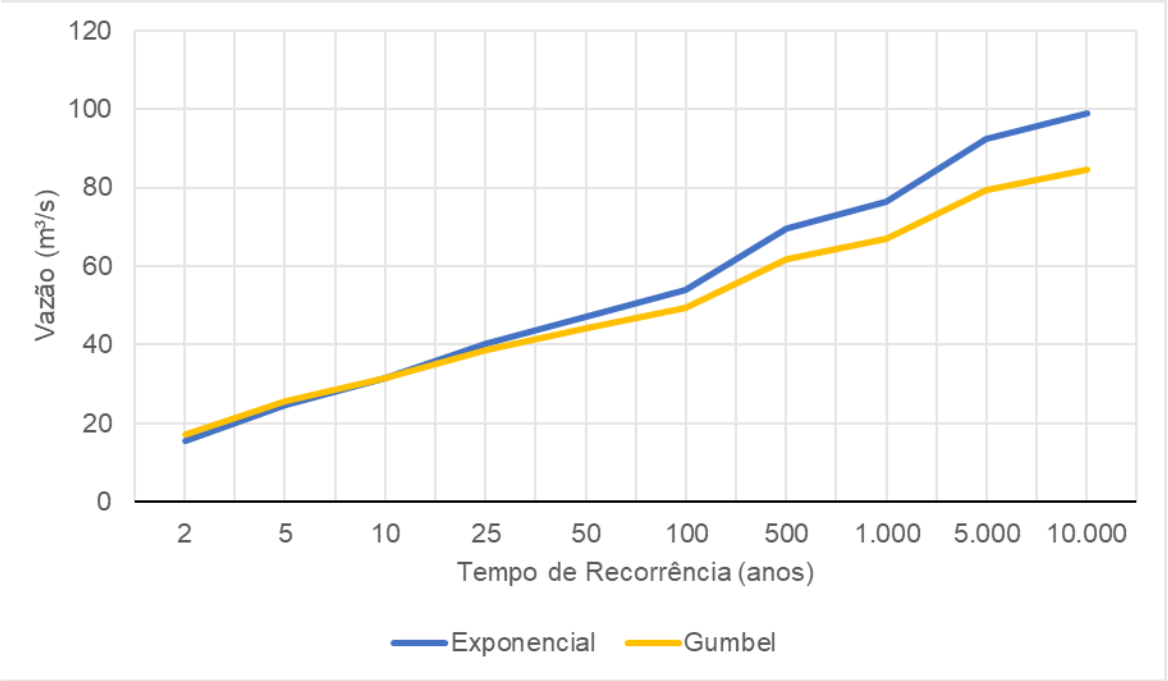


Figura 8.77: Curva de frequência de vazões máximas medias diárias para o período anual – CGH Gentil Amigo.

Para a CGH Gentil Amigo, conforme já descrito anteriormente, os estudos das vazões máximas, para assimetrias amostrais maiores que 1,5 é considerado o método exponencial como tempo de recorrência de vazão extrema. Após isso foi selecionada a TR 10.000 anos como referência de vazão máxima de projeto que foi de 99,07 m³/s e aplicado o coeficiente de majoração de Fuller.

Tabela 8.53: Coeficiente da majoração de Fuller.

	Coef. Maj. De Fuller Qmax	
Área CGH Gentil Amigo	60,00	Km²
Coeficiente de Fuller	1,779	
TR: 10.000 anos	176,25	m³/s

Conforme apresentando, a CGH Gentil Amigo conta com uma vazão máxima instantânea de projeto de 176,25 m³/s, respeitando a TR 10.000 anos para o fator de segurança das estruturas extravasores e da casa de máquinas.

8.1.2.3.3.5.6 Vazões Mínimas CGH Gentil Amigo

Para o cálculo das vazões mínimas da CGH Gentil Amigo utilizou-se os dados da estação Porto Vitória como referência e através da correlação de áreas, chegou-se nos resultados apresentados na tabela a seguir

Tabela 8.54: Vazão mínima anual – CGH Gentil Amigo.

ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL	ANO	P. ANUAL
1946	0,41	1965	0,24	1984	0,22	2003	0,27
1947	0,23	1966	0,23	1985	0,23	2004	0,22
1948	0,20	1967	0,33	1986	0,25	2005	0,29
1949	0,10	1968	0,34	1987	0,22	2006	0,22
1950	0,17	1969	0,48	1988	0,25	2007	0,24
1951	0,32	1970	0,45	1989	0,38	2008	0,27
1952	0,41	1971	0,37	1990	0,48	2009	0,48
1953	0,27	1972	0,30	1991	0,34	2010	0,43
1954	0,27	1973	0,47	1992	0,59	2011	0,48
1955	0,69	1974	0,29	1993	0,48	2012	0,33
1956	0,52	1975	0,32	1994	0,48	2013	0,43
1957	0,27	1976	0,50	1995	0,29	2014	0,65
1958	0,21	1977	0,18	1996	0,38	2015	0,52
1959	0,25	1978	0,31	1997	0,34	2016	0,69
1960	0,24	1979	0,31	1998	0,70	2017	0,38
1961	0,25	1980	0,40	1999	0,43	2018	0,33
1962	0,25	1981	0,17	2000	0,48	2019	0,33
1963	0,33	1982	0,40	2001	0,82	2020	0,29
1964	0,25	1983	0,60	2002	0,38	**Mín**	**0,82**

Na tabela a seguir estão listadas as menores vazões para cada mês, referentes a CGH Gentil Amigo.

Tabela 8.55: Vazão mínima mensal – CGH Gentil Amigo.

MÊS	Vazão Mínima (m³/s)
JAN	0,18
FEV	0,10
MAR	0,12
ABR	0,17
MAI	0,17
JUN	0,18
JUL	0,25
AGO	0,19
SET	0,17
OUT	0,23
NOV	0,27
DEZ	0,15
MÉD	**0,18**

As vazões da tabela anterior, estão representadas na figura a seguir.

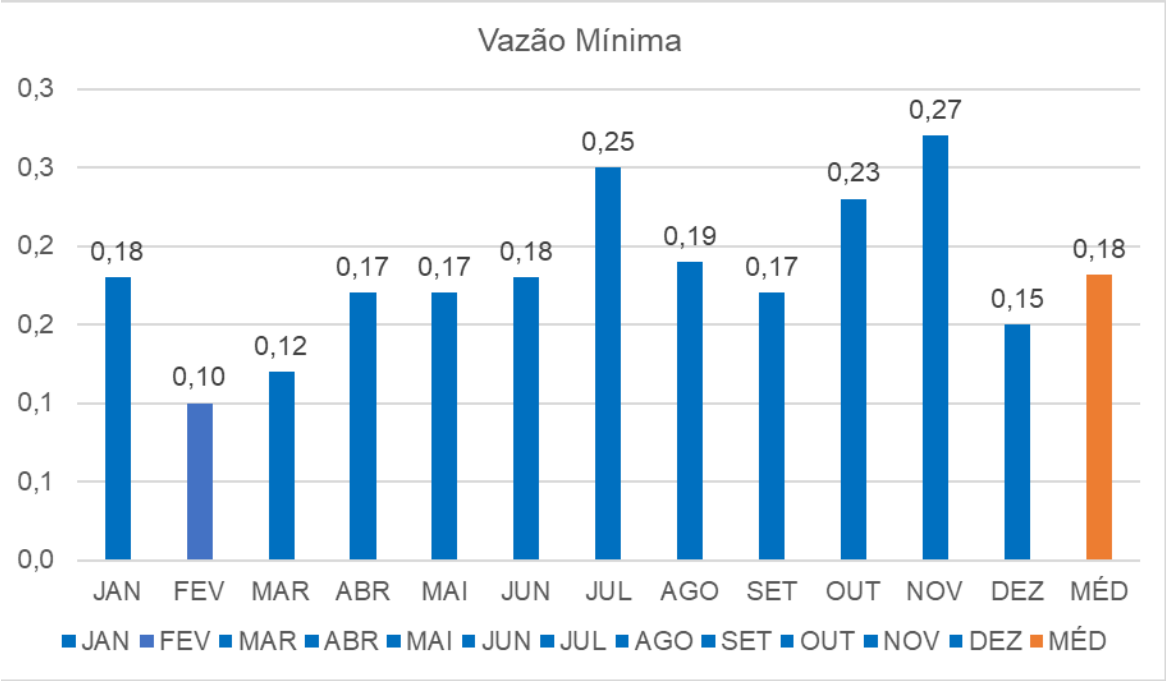


Figura 8.78: Vazão mínima mensal – CGH Gentil Amigo.

Na tabela a seguir apresenta-se as vazões mínimas que serão consideradas para o estudo energético da CGH Gentil Amigo.

Tabela 8.56: Vazões mínimas – CGH Gentil Amigo.

Vazões (m³/s)	CGH Gentil Amigo
Mínima mensal	0,19
Mínima diária	0,10
50 % Q95	0,19
Q98	0,29
Q7,10	0,21

8.1.2.3.3.5.7 Curva de Permanência CGH Gentil Amigo

A curva de permanência da CGH Gentil Amigo, foi calculada a partir das vazões diárias da Estação fluviométrica de Porto Vitória – Rio Espingarda e correlacionada ao ponto da bacia da CGH Gentil Amigo, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 8.57: Curva de permanência – CGH Gentil Amigo.

Permanência	Vazão
1%	11,98
5%	5,43
10%	3,59
15%	2,82
20%	2,31
25%	1,97

Permanência	Vazão
30%	1,71
35%	1,54
40%	1,39
45%	1,23
50%	1,10
55%	1,02
60%	0,93
65%	0,82
70%	0,76
75%	0,69
80%	0,62
85%	0,55
90%	0,48
95%	0,38
100%	0,10

Os valores da tabela anterior para acurva de permanência, estão representados na figura a seguir.



Figura 8.79: Curva de Permanência – CGH Gentil Amigo.

8.1.2.3.4 Nascentes e Cursos d'Água Intermitentes

Ocorrem várias nascentes na região da CGH Gentil Amigo, afluentes do Rio São Manuel e Rio São João. O escoamento destas nascentes ocorre preferencialmente por meio de fragmentos florestais, a Figura 8.80 apresenta as localizações de origem das nascentes e

os trajetos percorridos pelo curso d'água. Nota-se que os cursos d'água provenientes das nascentes no local são intermitentes, portanto, reduzindo sua vazão em períodos de seca.

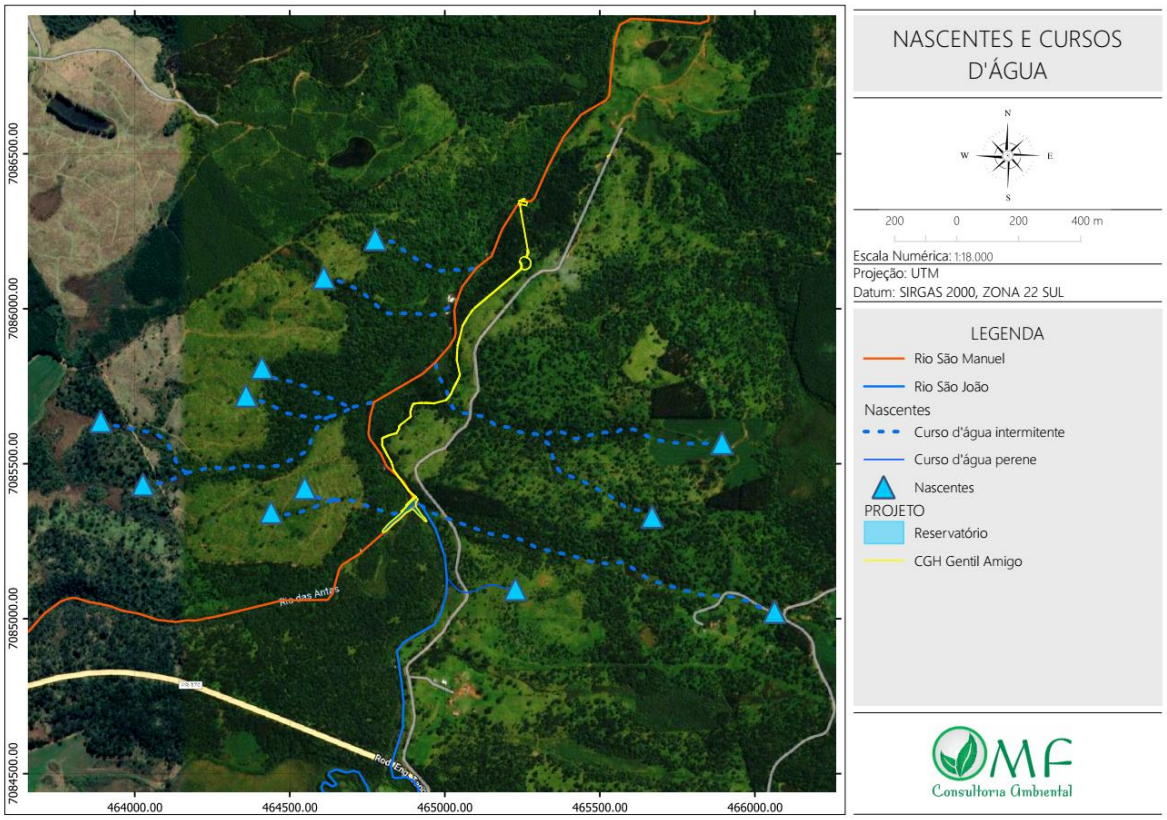


Figura 8.80: Nascentes e cursos d'água na CGH Gentil Amigo.

8.1.2.3.5 Avaliação da Quantidade

A análise das vazões máximas, mínimas e médias foram apresentadas no item 8.1.2.3.3.5.2.

8.1.2.3.6 Avaliação da Qualidade

Um diagnóstico da qualidade e quantidade das águas deve priorizar a proteção dos ecossistemas e a conformidade com as políticas nacionais que promovam o uso adequado da água conforme as vulnerabilidades das bacias hidrográficas (ANA, 2020).

As atividades antrópicas promovem impactos na qualidade da água, e devem ser monitoradas para garantir seus usos múltiplos por todos. A concessão de outorga para o uso da água pressupõe o uso privado da água para um determinado fim, entretanto, este uso é temporário e pode ser suspenso. Portanto, a avaliação da qualidade da água é uma ferramenta par condicionar ações do empreendedor quanto ao seu uso, não privando seus usos múltiplos.

Na Tabela 8.58 são apresentados os dados referentes aos valores das variáveis físicas, químicas, biológicas e microbiológicas, ou seja, os resultados de cada análise dos pontos de coleta na área de influência do empreendimento, bem como os valores limites para

estes parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para rio de água doce Classe II.

A seguir cada parâmetro é confrontado com a legislação, quando apresenta limites estabelecidos, de forma individual.

É válido salientar que os respectivos laudos laboratoriais de análise dos parâmetros físico-químicos, biológicos e microbiológicos encontram-se no **Anexo 14 – Laudos de Água**.

Tabela 8.58: Dados das coletas realizadas na CGH Gentil Amigo.

PARÂMETRO	1ª C MRes	1ª C RES	1ª C TVR	1ª C JCF	2ª C MRes	2ª C RES	2ª C TVR	2ª C JCF	CONAMA 357:2005	Unidade
Alumínio Dissolvido	0,067	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	1,805	1,345	0,408	≤ 0,1	mg Al/L
Cádmio Total	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	≤ 0,001	mg Cd/L
Chumbo Total	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,01 mg/L	mg Pb/L
Cobre Total	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	-	mg Cu/L
Coliformes Termotolerantes	$2,0x10^1$	$3,0x10^1$	< 1,0	< 1,0	$1,0x10^2$	$1,0x10^1$	$1,0x10^2$	$2,0x10^2$	≤ 1000 em 100 mL	UFC/100mL
Contagem de Zooplâncton	1750	500	500	750	< 1	< 1	< 1	< 1	-	Organismos/m3
Cromo Total	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,05	mg Cr/L
Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	≤ 5	mg/L
Determinação da Demanda Química de Oxigênio		<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	-	mg/L
Determinação de Amônia	< 0,12	0,15	0,26	0,15	< 0,12	0,13	0,13	0,17	-	mg NH3/L
Determinação de Clorofila-a	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,27	≤ 30	µg/L
Determinação de Condutividade eletrolítica	27,80	37,10	31,70	31,20	29,40	30,70	34,40	34,20	-	µS/cm
Determinação de Nitrogênio Total	0,18	0,43	0,34	0,37	0,15	0,10	0,29	0,28	*	mg/L
Determinação de Oxigênio Dissolvido	8,9	9,2	7,9	9,0	7,2	5,1	7,7	8,3	≥ 5	mg/L
Determinação de Salinidade	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	≤ 0,5	%
Determinação de Sólidos Dissolvidos Totais	12,43	16,45	14,83	14,73	15,20	15,70	17,60	17,20	≤ 500	mg/L
Determinação de Sólidos Totais Fixos	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	-	mg/L
Determinação de Sólidos Totais Voláteis	< 43	43	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	< 43	-	mg Sn/L
Determinação de Turbidez	5,9	6,8	6,4	5,5	4,7	5,4	9,4	8,1	≤ 100	NTU

PARÂMETRO	1ª C MRes	1ª C RES	1ª C TVR	1ª C JCF	2ª C MRes	2ª C RES	2ª C TVR	2ª C JCF	CONAMA 357:2005	Unidade
Fitoplâncton - Detecção e Quantificação de Organismos (com rede)	Anexo*	Anexo*	Anexo*	Anexo*	Anexo*	Anexo*	Anexo*	Anexo*	-	Organismo/ mL
Fitoplâncton - Detecção e Quantificação de Organismos (sem rede)	11	24	9	33	42	20	33	15	-	Organismo/ mL
Fósforo Total	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	0,106	0,079	0,133	0,076	**	mg P/L
Mercúrio Total	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	≤ 0,0002	mg Hg/L
Níquel Total	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	≤ 0,025	mg Ni/L
Nitrato (como N)	0,174	0,423	0,332	0,365	0,142	0,093	0,286	0,276	≤ 10,0	mg/L
Nitrito (como N)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	≤ 1,0	mg/L
Zinco Total	0,070	0,079	< 0,066	< 0,066	< 0,066	0,201	0,259	0,173	≤ 0,18	mg Zn/L
Determinação de Óleos e Graxas totais	< 7,5	9,4	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	-	mg/L
pH p/ Potenciometria	7,09	7,19	7,21	7,25	7,49	7,38	7,39	7,41	entre 6,0 e 9,0	pH a 25ºC

Legenda: * = Determinação de Nitrogênio Total por cálculo (Nitrato + Nitrito) - Oxidado - Após oxidação, não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência; ** = Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos); Anexo* = Os resultados são apresentados no Anexo 14 – Laudos de Água junto dos laudos das análises da água.

8.1.2.3.6.1 Fisico-Química

8.1.2.3.6.1.1 Ph

O pH de todos os pontos tendeu à neutralidade, estando na faixa de concentração estipulada pela resolução 357 do CONAMA (classe II), como pode ser observado na figura abaixo os resultados dos pontos amostrais por campanha.

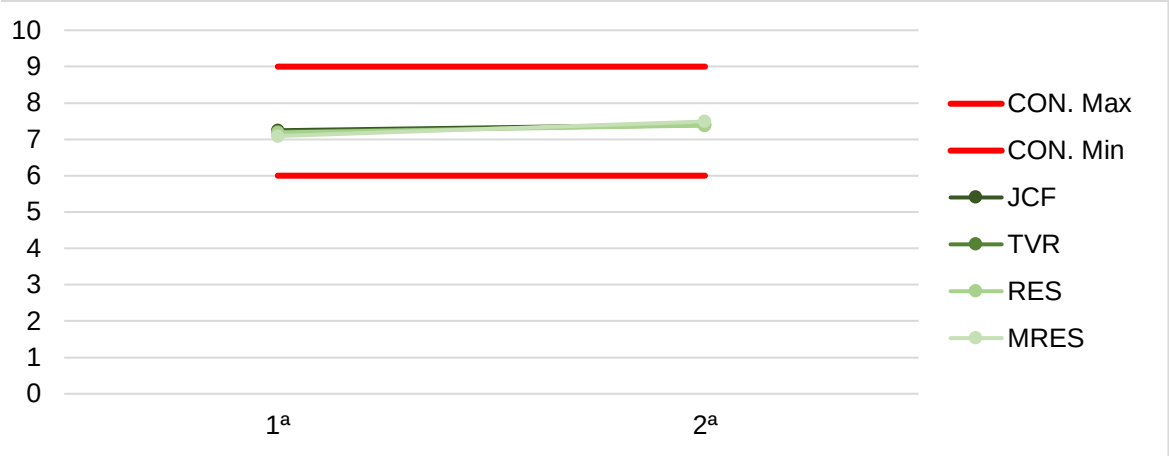


Figura 8.81: Resultados do pH nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.2 Temperatura da Água

Dado sem limites estabelecidos por legislação, representa a temperatura da água no momento da amostragem em campo. Devido a condições ambientais locais, e horário de coleta, estes dados podem sofrer variações.

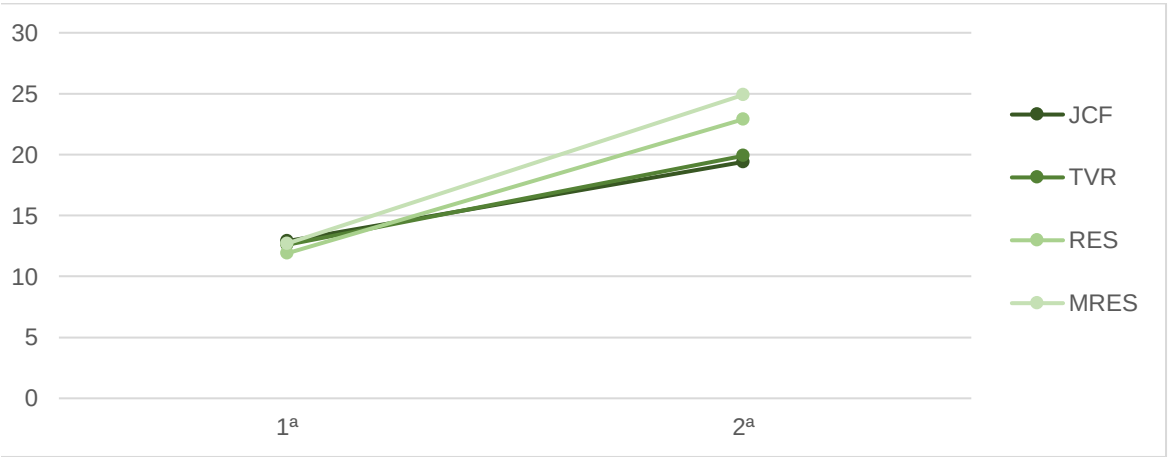


Figura 8.82: Resultados da temperatura nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.3 Turbidez

A turbidez é um parâmetro importante pois indica a presença de materiais na água além de influenciar na entrada de luz no ambiente aquático.

Como pode-se observar na figura a abaixo esse parâmetro esteve dentre os limites exigidos pela legislação CONAMA 357/2005 para classe II.

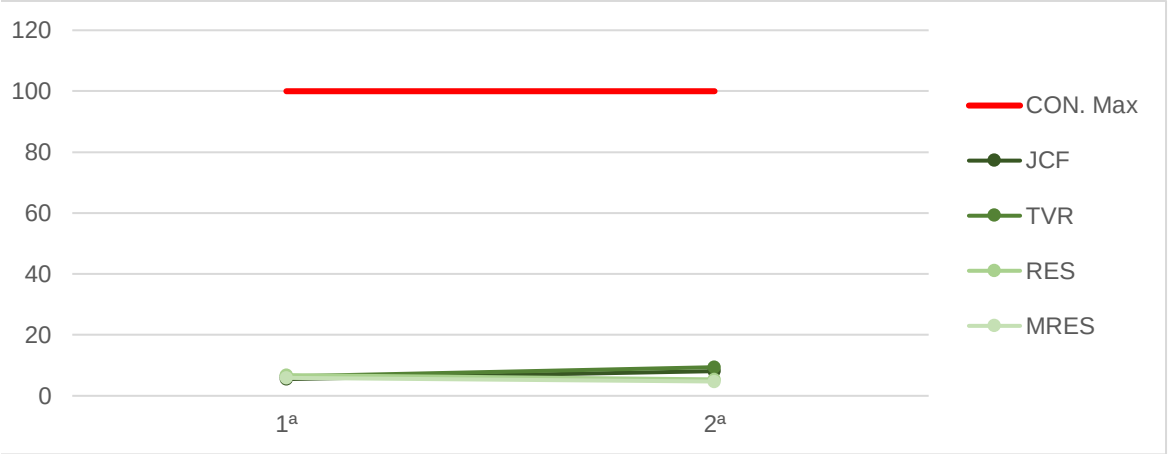


Figura 8.83: Resultados da turbidez nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é a concentração de oxigênio (O_2) contido na água, sendo essencial para todas as formas de vida aquática. A quantidade de oxigênio presente na água em condições normais, depende da temperatura, da quantidade de sais presentes e da pressão atmosférica. A solubilidade dos gases aumenta com a diminuição da temperatura e aumento da salinidade.

No estudo o oxigênio dissolvido esteve acima dos 5 mg/L em todos os pontos amostrais, como pode ser visualizado na figura abaixo, estando em conformidade com a legislação.

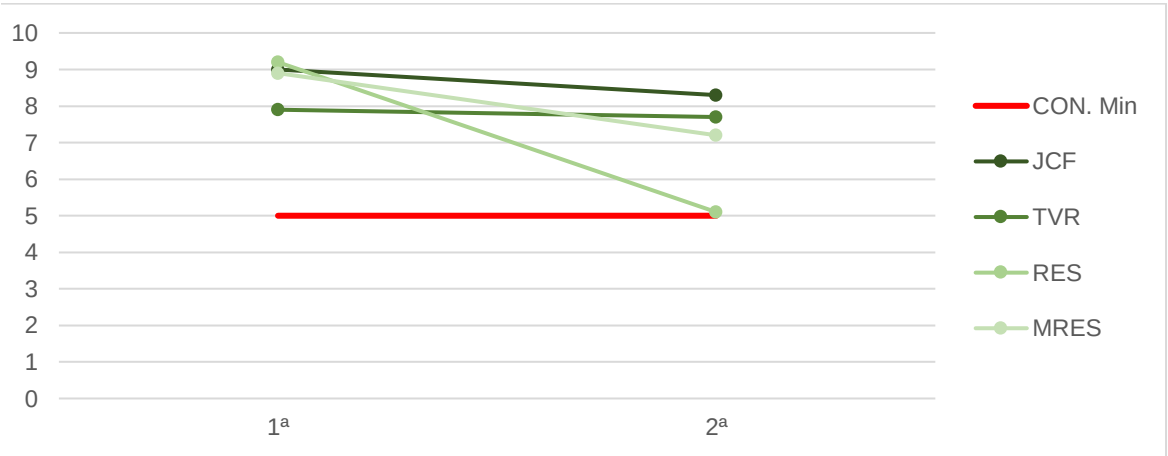


Figura 8.84: Resultado do oxigênio dissolvido nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.5 Demanda Bioquimica de Oxigênio (DBO)

A DBO determina a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana. Para Classe II, quanto a DBO a legislação do CONAMA 357/2005 (classe II) determina valores abaixo de 5mg/L, como pode-se observar abaixo todos os pontos amostrados estiveram em conformidade.

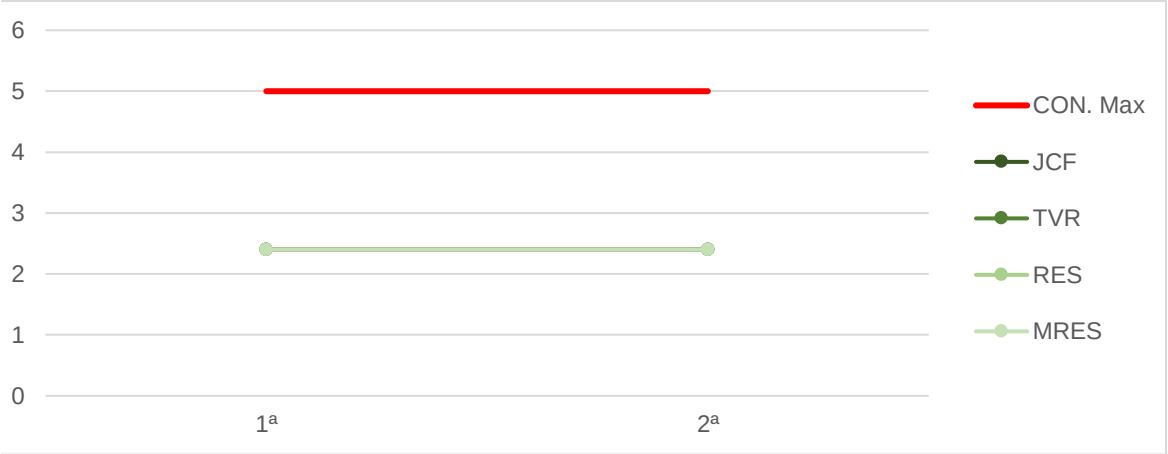


Figura 8.85: Resultado da DBO nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Quanto a DQO, não são estabelecidos limites mínimos ou máximos pela legislação, estando a DQO registrada sempre abaixo de 50 mg/L em todos os pontos e campanhas.

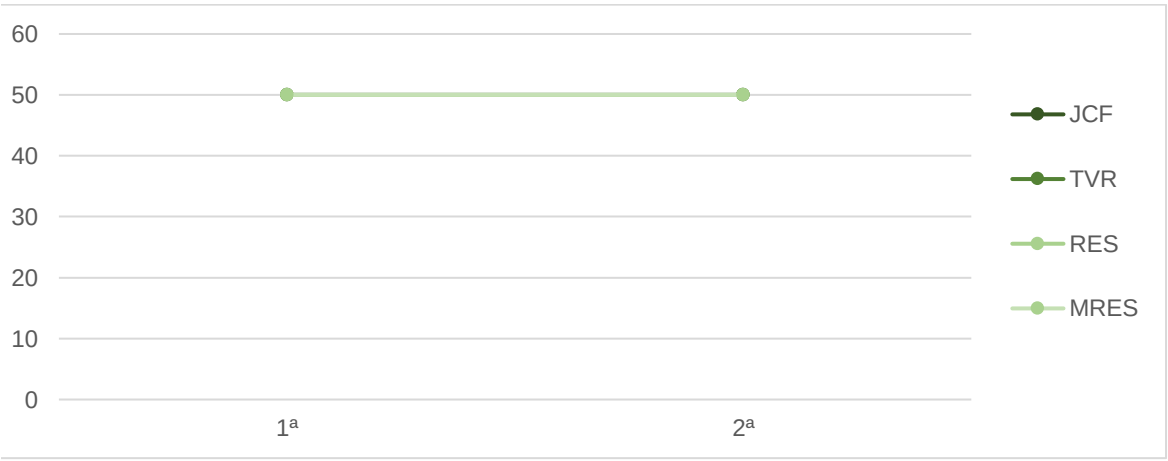


Figura 8.86: Resultado da DQO nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.7 Sólidos Totais

A análise de sólidos totais representa o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas na água, esse parâmetro avalia o peso total dos constituintes minerais.

Como sabe-se esse parâmetro não tem limite na CONAMA 357/2005 (classe II), e pode-se observar na figura abaixo que esta análise apresentou pouca variação entre pontos e entre campanhas.

Destaca-se que os sólidos totais fixos e voláteis obtiveram ou resultado ≤ 43 mg/L ou mg Sn/L.

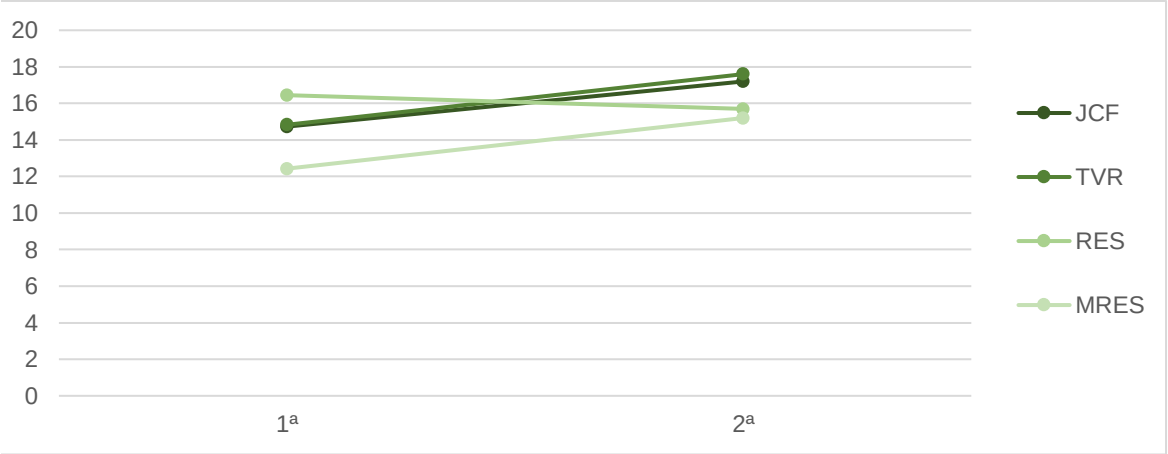


Figura 8.87: Resultados dos sólidos totais nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.8 Óleos e Graxas

Na Resolução CONAMA 357/2005, indica-se que a presença de óleos e graxas na água deve ser virtualmente ausente, ou seja, imperceptível de forma visual. Ao realizar as coletas in loco, não foi observada a presença de óleos e graxas nos locais amostrados.

Em laboratório, o Limite de Quantificação (valor mínimo que pode ser detectado na amostra) para óleos e graxas é 7,5 mg/L. Deste modo, nos resultados obtidos em laboratório e apresentados abaixo, observa-se que em quase todos os pontos esteve <7,5 mg/L. A única amostragem com valor detectável ocorreu no ponto do futuro reservatório, com resultado de 9,4mg/L.

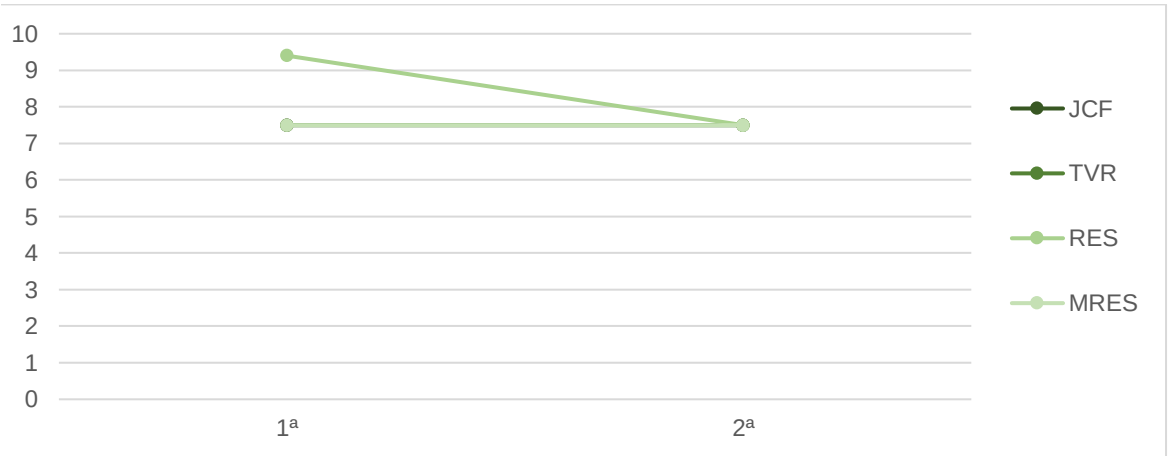


Figura 8.88: Resultados de óleos e graxas nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.9 Alumínio Dissolvido

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, e sua disponibilidade dissolvida em água é enriquecido nos sedimentos de argila e por isso relacionado a rochas ricas em argilominerais. Além das fontes naturais, o alumínio dissolvido antropogênico tem origem em utensílios domésticos, ferramentas industriais e materiais de construção.

A CONAMA 357/2005 (classe II) apresenta valor máximo de 0,1 mg Al/L. Todos os pontos da primeira campanha estiveram de acordo com a legislação, entretanto, o Reservatório, TVR e JCF estiveram acima do limite permitido pela CONAMA na 2ª campanha. Visto que a CGH Gentil Amigo se encontra em licença prévia, não há processos construtivos em execução e sua origem pode ter origem natural ou de fontes externas não conhecidas.

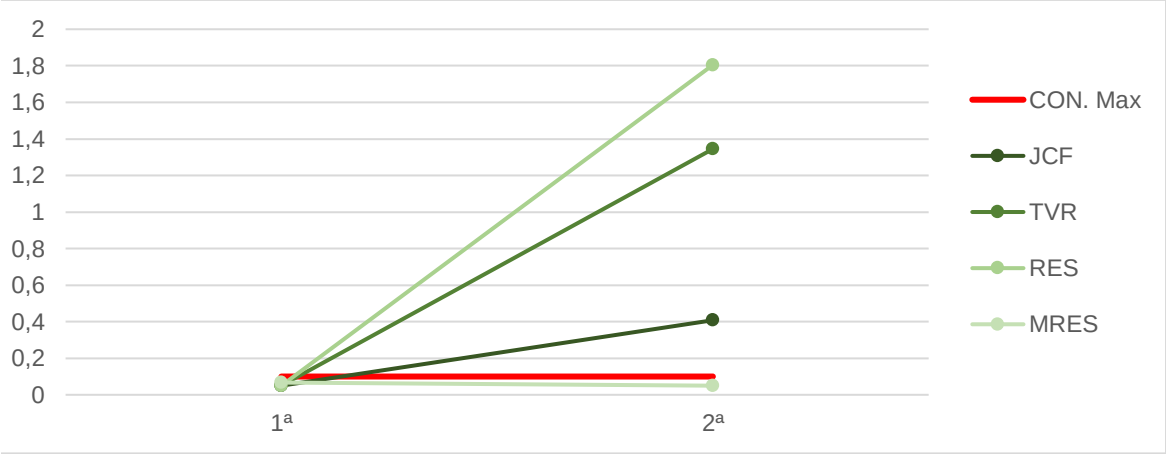


Figura 8.89: Resultados do alumínio dissolvido nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.10 Fósforo Total

O fósforo encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, e é essencial para o crescimento de algas, plantas, e organismos aquáticos. Seu excesso pode causar o crescimento de algas e consequente eutrofização, que desencadeia diversas alterações no equilíbrio químico e biológico da água.

A CONAMA 357/2005, para Classe II, sugere três limites para fósforo total: 1º até 0,03 mg P/L para ambientes lênticos, 2º até 0,050 mg P/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico e 3º 0,1 mg P/L para ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários.

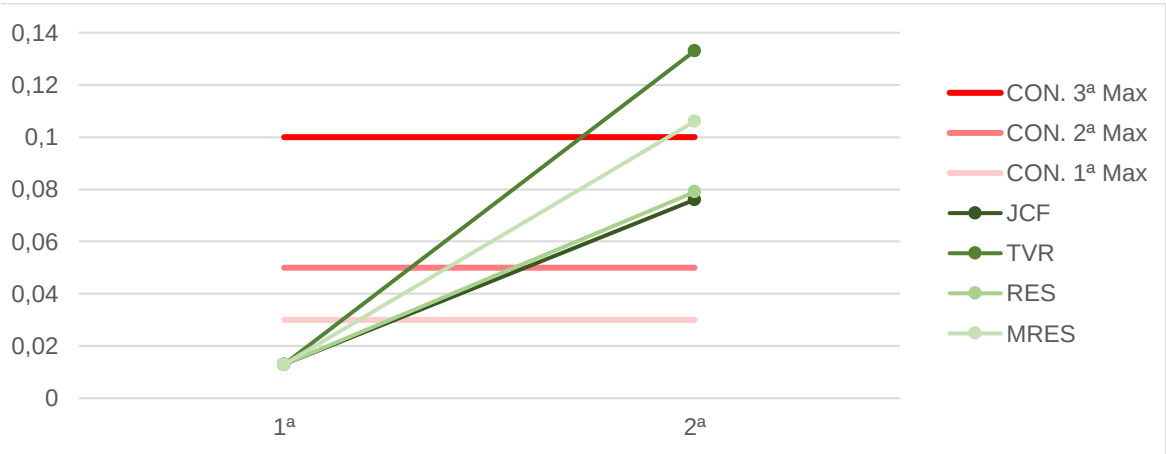


Figura 8.90: Resultado do fósforo total nos pontos amostrados.

Esse parâmetro esteve em conformidade em todos os pontos da primeira campanha, ocorrendo elevação na segunda campanha. Por já ter barramento consolidado, o ponto do

reservatório caracteriza-se como ambiente lêntico, e considerando o limite de 0,03mg/L estabelecido para este ambiente na CONAMA 357/2005, observa-se que este parâmetro esteve em desconformidade na 2ª campanha. Também, os pontos MRes e TVR estiveram acima do limite de 0,1mg/L indicado para ambientes lóticos, sendo o ponto JCF o único em conformidade na ocasião.

O fósforo detectado possivelmente possui origem em lavouras/plantações ou dejetos animais, carreados para o corpo d'água por sedimentos, ou lançados diretamente na água. No ponto MRES uma origem de atividade agropastoril é plausível, pois os pontos de amostragem encontram-se margeados por pastagens e os animais apresentam acesso facilitado ao rio e inclusive realizando travessia através dele (Figura 8.91).



Figura 8.91: Visão geral do P1-MRES com presença de animais em travessia no Rio São João.

Nos pontos TVR e JCF também há a presença de pastagens próximas, com presença de córregos afluentes que passam por estas áreas. Além disso, foi registrada a presença de descarte de resíduos sólidos domésticos na margem do trecho de vazão reduzida (em área de APP), podendo ser uma possível fonte de poluição pontual (Figura 8.92). Também, não se pode descartar contaminação provocada por erro de amostragem.



Figura 8.92: Resíduos sólidos domésticos descartados em APP na região do TVR.

Desta forma, percebe-se que no entorno do local de aproveitamento da CGH Gentil AMigo parece haver certa fonte de poluição para a qualidade da água do rio.

8.1.2.3.6.1.11 Nitrogênio Total

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. Em excesso, acentua os processos de eutrofização, e as principais fontes do aumento do nitrogênio na água são os esgotos domésticos e industriais, fertilizantes e excrementos de animais.

De acordo com a CONAMA 357/2005, para Classe II o valor de nitrogênio total após oxidação não deve ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos (1ª) e 2,18 mg/L para ambientes lóticos (2ª).

Abaixo pode-se observar que todos as coletas realizadas estiveram em conformidade com a legislação.

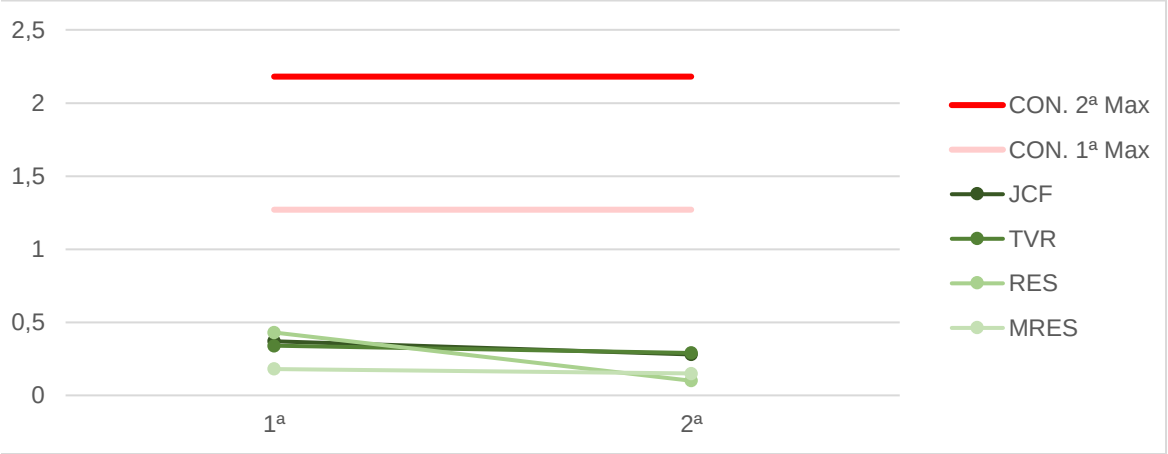


Figura 8.93: Resultados do nitrogênio total nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.12 Nitrito

O nitrito ocorre naturalmente no ambiente como espécie iônica. Pode ter origem a partir de rochas ígneas e vulcânicas, da decomposição de animais e de vegetais fazendo parte do ciclo do nitrogênio.

A CONAMA 357/2005 (para classe II) determina um limite máximo deste íon na água em 1,0 mg/L, estando os resultados dentro do estabelecido em todas as coletas.

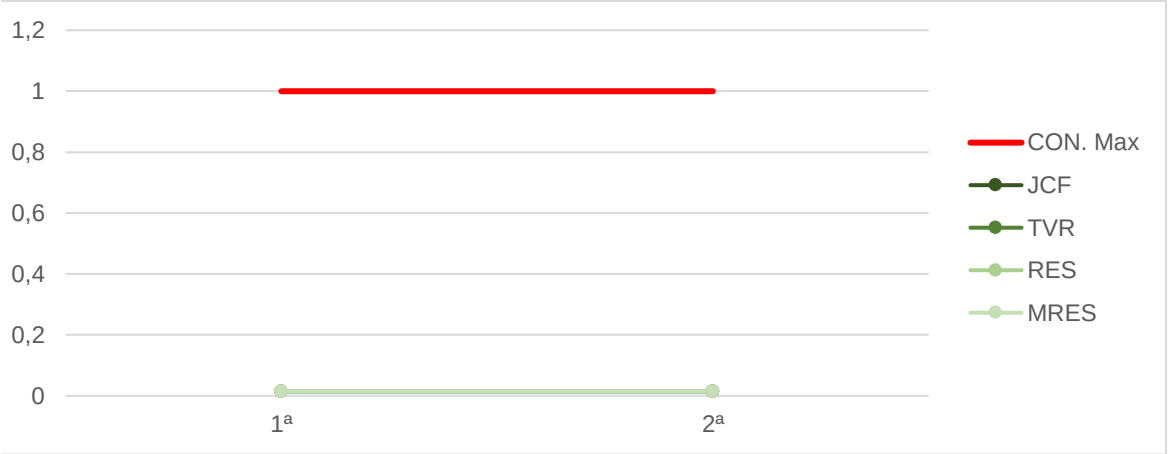


Figura 8.94: Resultado do nitrito nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.13 Nitrato

Da mesma forma que o nitrito, o nitrato também faz parte do ciclo do nitrogênio.

A CONAMA 357/2005 (classe II) determina um limite máximo deste íon na água em 10,0 mg/L. Estando este dentro do estabelecido em todas as coletas.

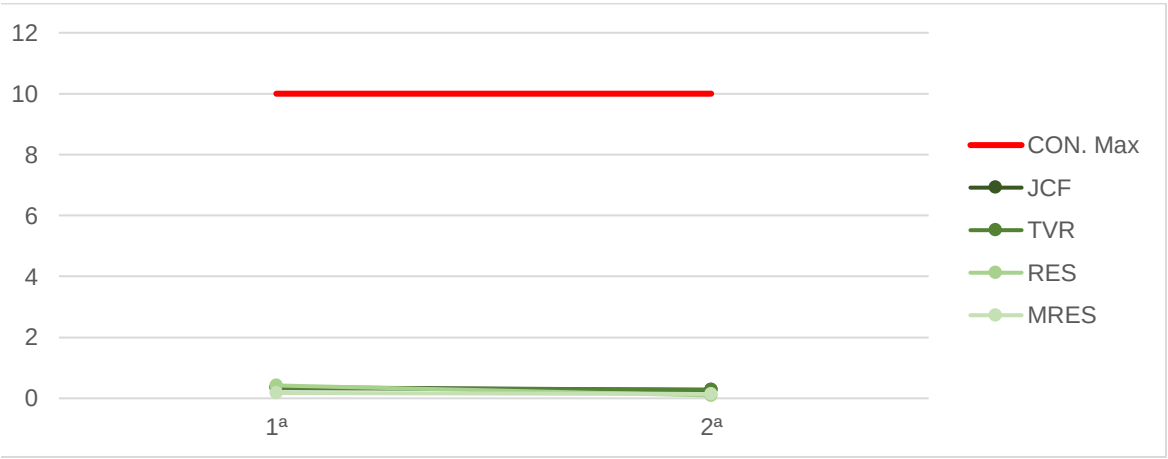


Figura 8.95: Resultado do nitrato nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.14 Amônia

A amônia é precursora do nitrito, que rapidamente é oxidado a nitrato, num processo em duas etapas, conhecido como nitrificação, ocasionando a alteração da qualidade das águas para consumo humano.

A CONAMA 357/2005 (classe II) não determina limites para a amônia, portanto demonstramos que foi observada pouca variação.

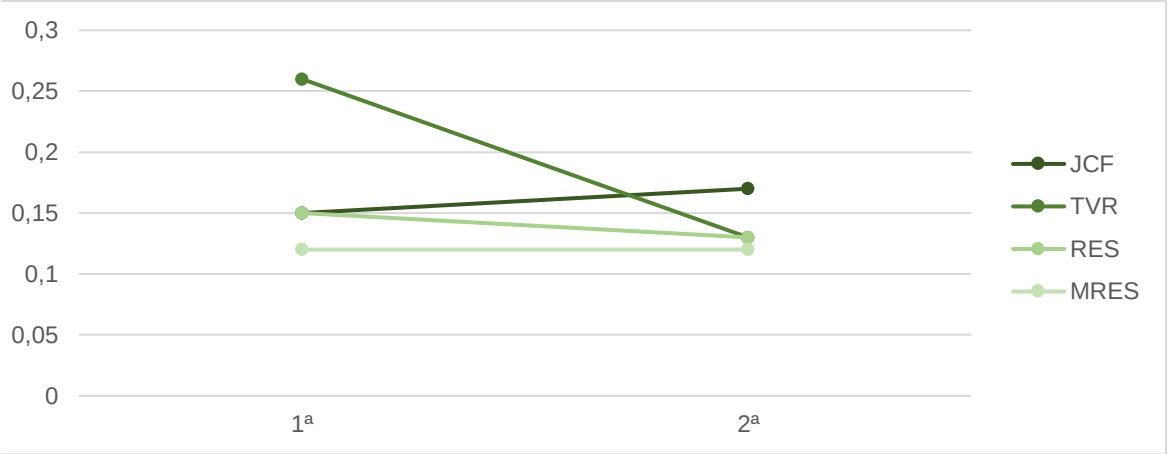


Figura 8.96: Resultado da amônia nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.15 Salinidade

São consideradas segundo a CONAMA 357/2005 águas doces aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5%.

Desta forma, todas as amostragens estiveram em conformidade.

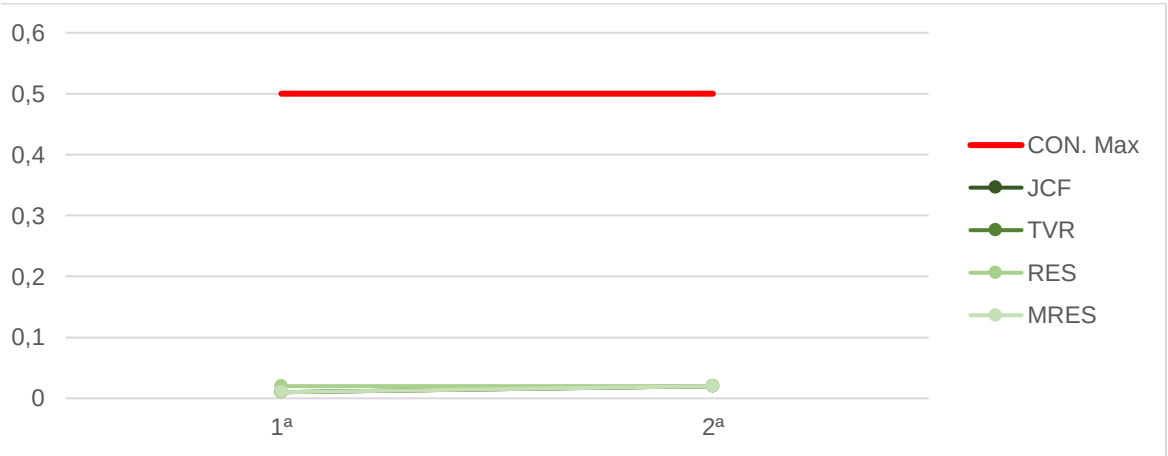


Figura 8.97: Resultado da salinidade nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.16 Condutividade Elétrica

A condutividade da água é uma medida do fluxo de elétrons facilitado pela presença de íons. Devido a proporcionalidade entre a quantidade de sais dissolvidos e a condutividade, através de sais presentes na água podemos estabelecer a uma condutividade em µS/cm.

A CONAMA 357/2005 (classe II) não apresenta valores limites para a condutividade. Desta forma, os resultados são apresentados a seguir.

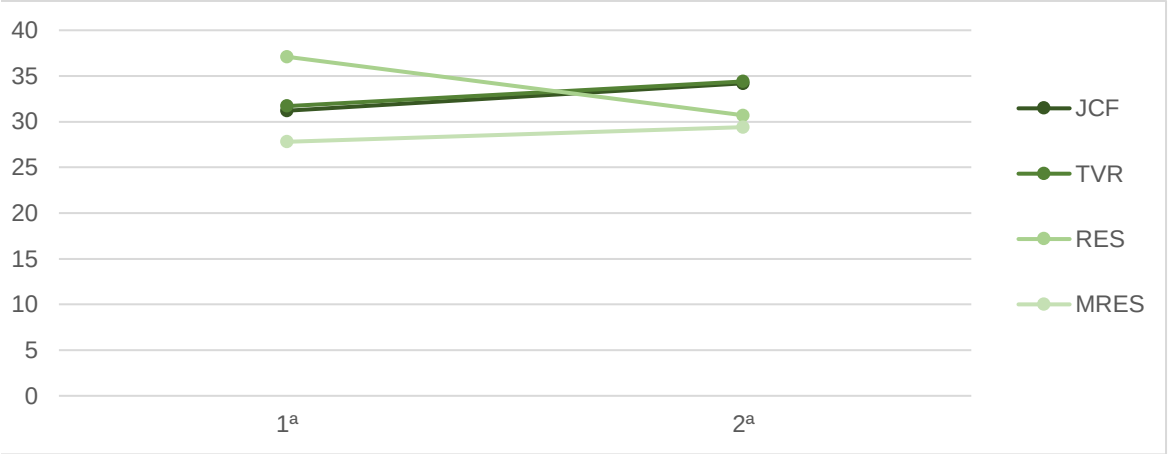


Figura 8.98: Resultado da condutividade nos pontos amostrados.

8.1.2.3.6.1.17 Metais

Os metais, encontrados sob a forma de minérios, fazem parte da crosta terrestre. Sua presença nos rios é esperada, sendo encontrados dissolvidos na água, mas principalmente acumulando-se nos sedimentos, devido ao seu peso.

Os metais analisados foram: **Cádmio**, **Chumbo**, **Cobre**, **Cromo**, **Mercúrio**, **Níquel** e **Zinco**. Todos apresentam valores máximos estabelecidos pela CONAMA 357/2005 para rios de classe II, com exceção do cobre.

Os resultados obtidos para as campanhas e pontos amostrados estão apresentados a seguir.

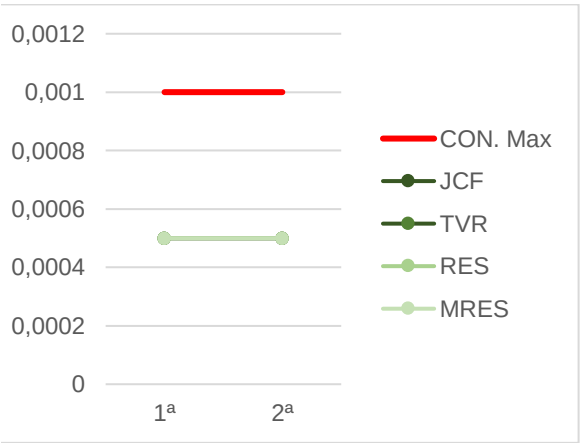


Figura 8.99: Resultado do cádmio.

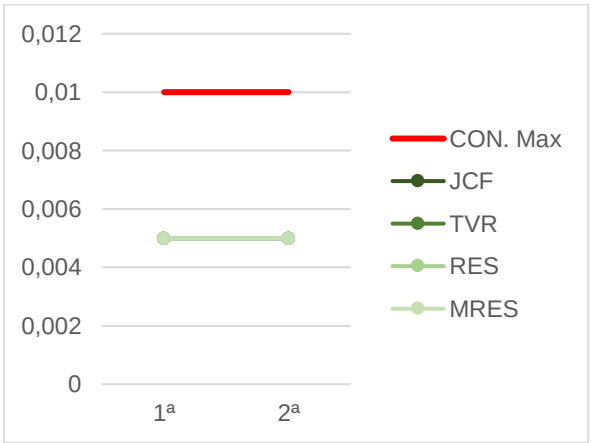


Figura 8.100: Resultado do chumbo.

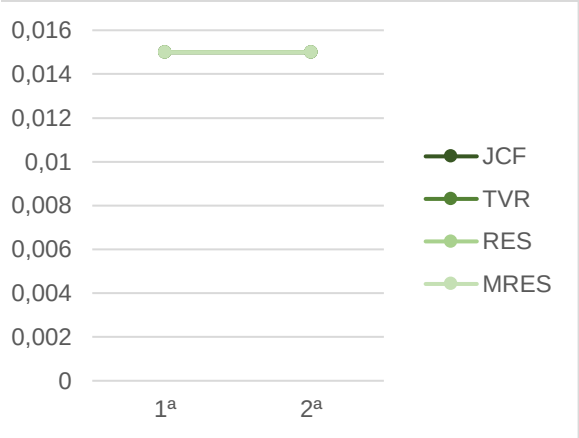


Figura 8.101: Resultado do cobre.

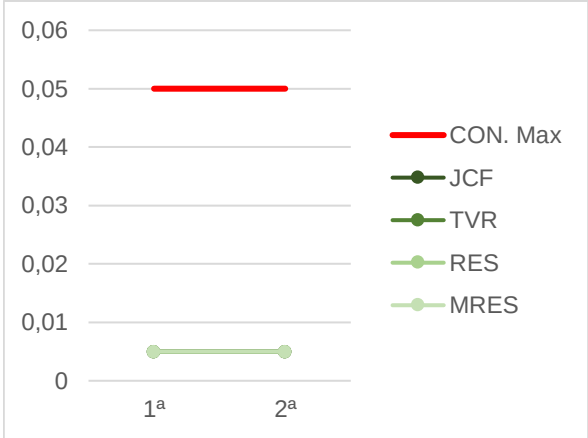


Figura 8.102: Resultado do cromo.

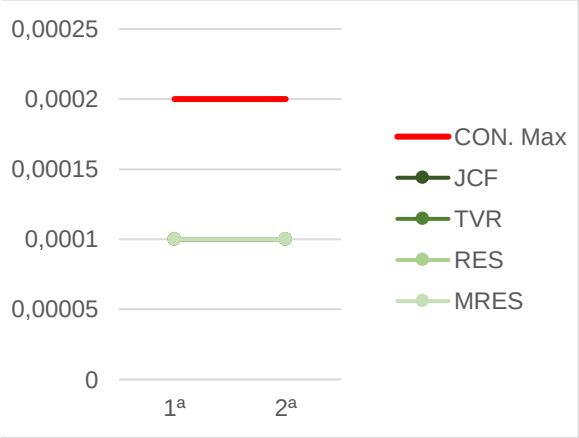


Figura 8.103: Resultado do mercúrio.

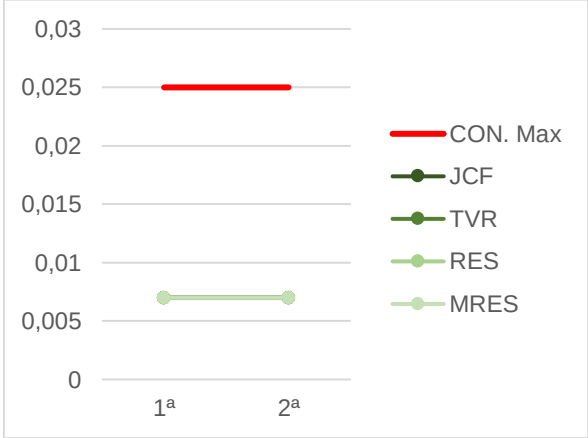


Figura 8.104: Resultado do níquel.



Figura 8.105: Resultado do zinco.

Observa-se que todos os metais analisados se apresentam em conformidade com o estabelecido pela legislação, com exceção do **zinco** nos pontos TVR e RES da segunda campanha.

Metais dissolvidos na água ocorrem naturalmente por processos geoquímicos e intemperismos, ou ainda por processos antropogênicos através de atividades como o descarte de efluentes industriais e domésticos, e a carga difusa urbana e agrícola.

Os metais possuem capacidade de bioacumulação nas cadeias tróficas, e por isso contaminações podem impactar tanto fauna silvestre como populações humanas, apresentando toxicidade.

8.1.2.3.6.2 Biológica

8.1.2.3.6.2.1 Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, também chamados de coliformes fecais, são compostos por bactérias gram-negativas em formas de bacilos, representados principalmente pela bactéria *Escherichia coli*.

Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

A CONAMA 357/2005 (classe II) estabelece um limite de 1000 UFC/100mL, e em todas as amostragens estiveram em conformidade com a legislação.

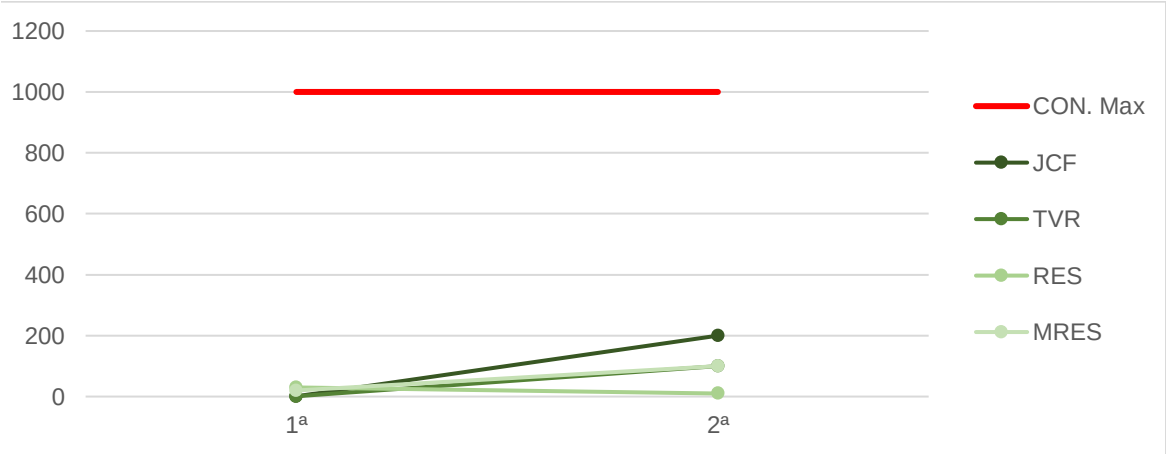


Figura 8.106: Resultados dos coliformes termotolerantes.

8.1.2.3.6.2.2 Clorofila α

A análise da clorofila α na água é diretamente relacionada com a quantidade de algas presentes nesta. Esse parâmetro esteve abaixo dos limites máximos da legislação CONAMA 357/2005 que determina 30 µg/L, para (classe II), em todos os pontos.

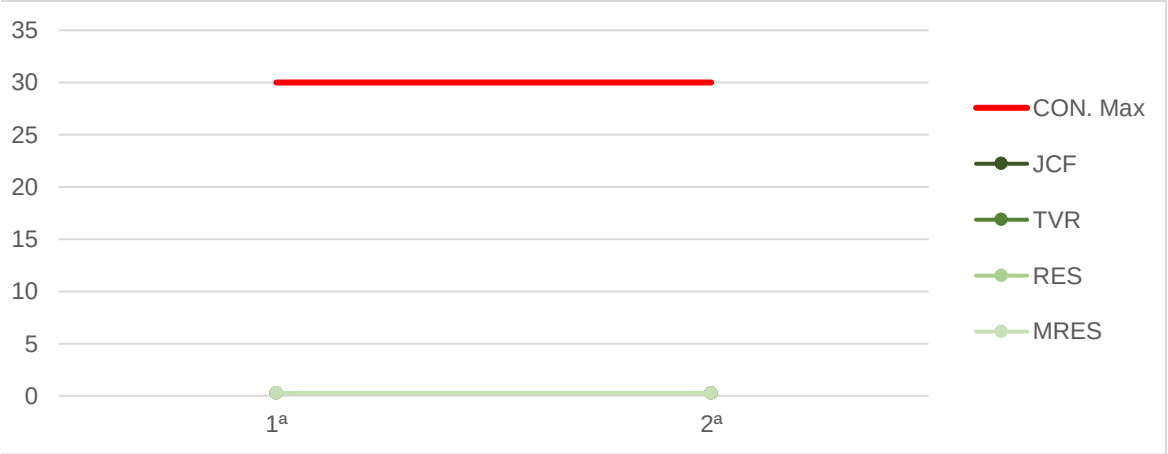


Figura 8.107: Resultados da clorofila α.

8.1.2.3.6.2.3 Fitoplâncton

Considerando os pontos amostrados, a seguir são apresentados os resultados da contagem de fitoplâncton nos pontos amostrados.

A CONAMA 357/2005 não estabelece limites de microrganismos/ml.

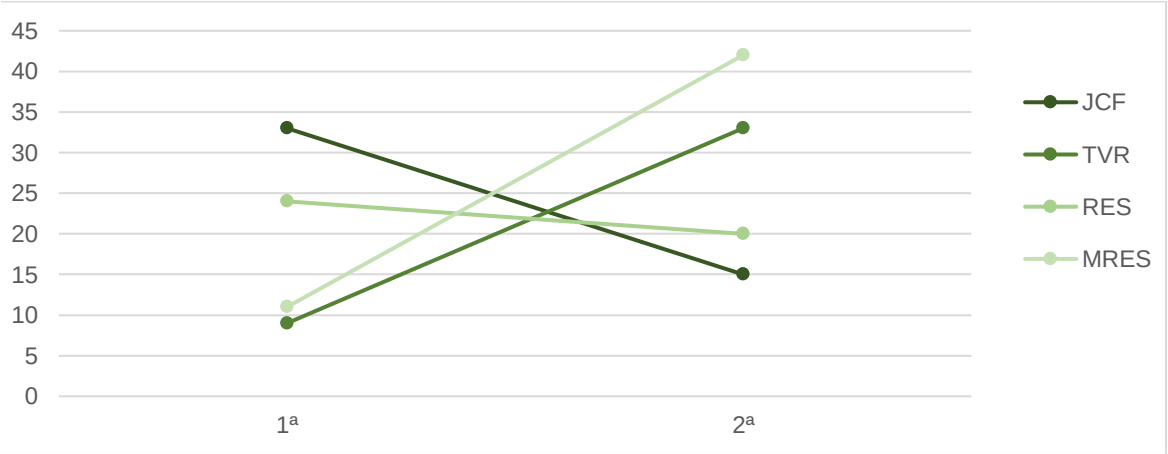


Figura 8.108: Resultado do fitoplâncton nos pontos amostrados.



Figura 8.109: *Cymbella tumida*.

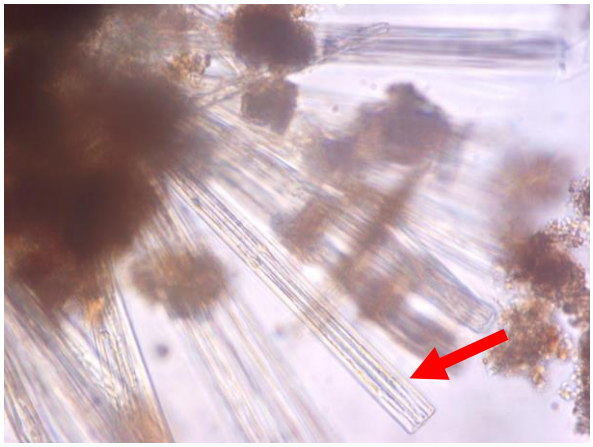


Figura 8.110: *Ulnaria ulna*.



Figura 8.111: ***Surirella tenera*****.**



Figura 8.112: ***Melosira varians*****.**

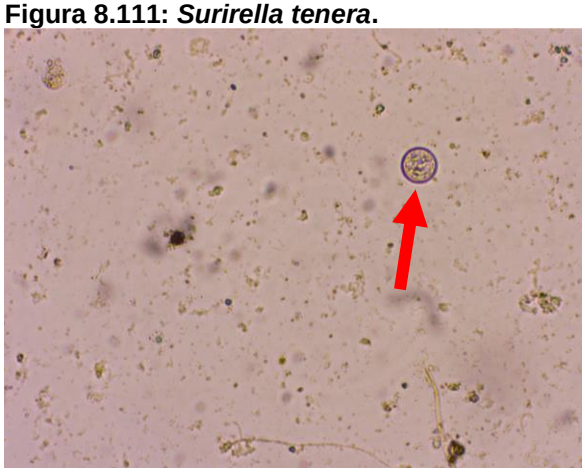


Figura 8.113: ***Cyclotella meneghiniana*****.**



Figura 8.114: ***Nitzschia palea*****.**

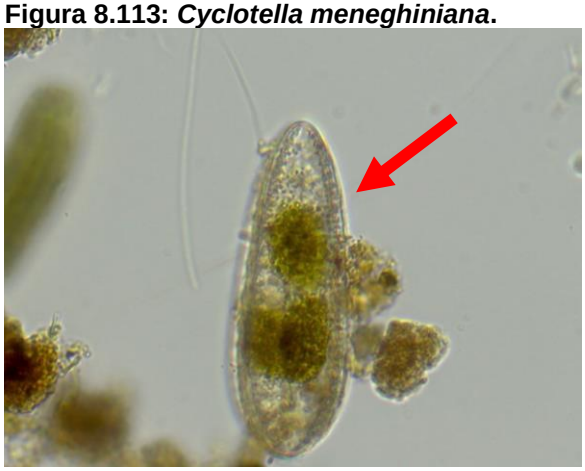


Figura 8.115: ***Surirella*** **cf.** ***linearis*****.**



Figura 8.116: ***Mougeotia*** **sp.**



Figura 8.117: *Cosmarium* sp.



Figura 8.118: *Surirella* cf. *angusta*.



Figura 8.119: *Monoraphidium irregulare*.

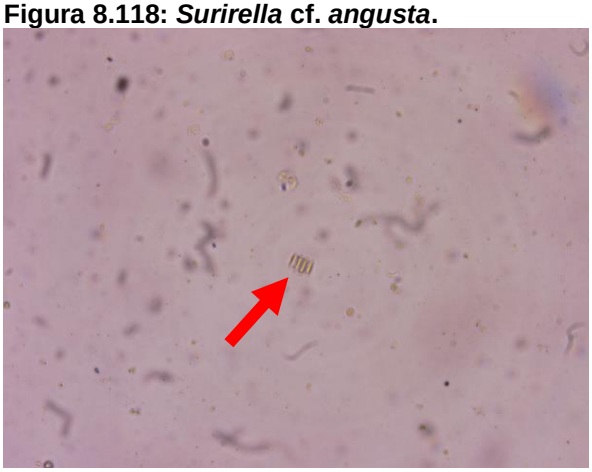


Figura 8.120: *Scenedesmus* sp.

8.1.2.3.6.2.4 Vetores de Doenças de Veiculação Hídrica

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS, as principais causas de mortes no mundo poderiam ser evitadas com melhorias no saneamento básico e higiene, além de estudos por parte de empresas de saneamento e abastecimento quanto a macrofauna aquática vetores de doenças.

Dentre as principais doenças que apresentam vetores que se relacionam a corpos hídricos são:

- **Leptospirose**, causado por bactérias do gênero *Leptospira* presentes na urina de roedores e outros animais. Sua transmissão ocorre principalmente através da água por conta de problemas relacionados ao saneamento básico como o lançamento de esgotos sem tratamento diretamente no rio e ingestão de água não tratada, mas também por eventos como enchentes.
- **Esquistossomose**, causado por vermes platelmintos do gênero *Schistosoma*. O desenvolvimento da larva cercária ocorre dentro de caracóis aquáticos do gênero *Biomphalaria*. No Brasil, existem cerca de dez espécies de caramujos do gênero *Biomphalaria*, porém apenas três delas apresentam interesse epidemiológico por liberarem cercárias em condições naturais. *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila.*

- **Dengue, chikungunya** e **zika**, causados por diferentes patógenos, mas que possuem o mesmo vetor, mosquitos do gênero *Aedes*. Em geral, as epidemias ocorrem no verão, durante ou logo após períodos chuvosos, pois estes mosquitos possuem desenvolvimento larval em ambiente aquático.

Destacamos que dentro nos programas ambientais posteriormente descritos o monitoramento de espécies de interesse médico estão contemplados, como por exemplo o monitoramento de macroinvertebrados bentônicos, monitoramento da entomofauna por métodos de captura da entomofauna alada, e monitoramento e captura de mamíferos de pequeno porte, como roedores, incluindo espécies exóticas.

8.1.2.3.6.2.5 Flora Aquática

As espécies de macrófitas com ocorrência para o município de General Carneiro/PR foram levantadas através da publicação de Cervi *et al*., (2009), e são apresentadas na Tabela 8.59.

Tabela 8.59: Macrófitas com possível ocorrência na região da CGH Gentil Amigo.

Família	Espécie	Forma de vida	Ambiente
Acanthaceae	Hygrophila costata Nees	Emergente	Represa
Acanthaceae	Hygrophila helodes Nees	Emergente	Lagoa permanente; Represa
Alismataceae	Echinodorus grandiflorus (Cham. & Schltdl.) Micheli	Anfíbia, emergente	Brejo estacional
Alstroemeriaceae	Alstroemeria isabellana Herb.	Emergente	Brejo permanente
Amaranthaceae	Alternanthera reineckii Briq.	Anfíbia	Represa
Apiaceae	Lilaeopsis minor Prez-Mor.	Submersa fixa	Represa; Rio
Araceae	Wollffiella oblonga (Phil.) Hegelm.	Flutuante livre	Lagoa permanente
Araceae	Wolffia brasiliensis Wedd.	Flutuante livre	Lagoa permanente
Araceae	Lemna minuta Kunth	Flutuante livre	Rio
Araliaceae	Hydrocotyle ranunculoides L.f.	Flutuante fixa	Brejo permanente; Rio
Araliaceae	Hydrocotyle verticillata Thumb.	Flutuante fixa	Brejo permanente; Rio
Asteraceae	Barrosoa candolleana (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	Emergente	Lagoa temporária
Asteraceae	Barrosoa betoniciiformis (DC.) R.M. King & H. Rob.	Emergente	Brejo estacional
Asteraceae	Erigeron tweediei Hook. & Arn.	Emergente	Brejo estacional
Asteraceae	Hypochoeris lutea (Vell.) Britton	Emergente	Lagoa temporária
Asteraceae	Jaegeria hirta (Lag.) Less.	Emergente	Rio
Asteraceae	Lessingianthus glabratus (Less.) H. Rob.	Emergente	Brejo estacional
Asteraceae	Senecio juergensii Mattf.	Emergente	Brejo permanente; Rio
Begoniaceae	Begonia setosa Klotzsch	Emergente	Brejo estacional
Brassicaceae	Cardamine bonariensis Pers.	Emergente	Rio
Campanulaceae	Lobelia hassleri A. Zahlbr.	Anfíbia	Brejo estacional
Campanulaceae	Lobelia hederacea (Cham.) G. Don	Anfíbia	Brejo estacional
Campanulaceae	Siphocampylus verticillatus (Cham.) G. Don	Anfíbia	Brejo estacional; Rio

Família	Espécie	Forma de vida	Ambiente
Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f.	Anfíbia	Represa
Commelinaceae	Floscopa glabrata (Kunth) Hassk.	Anfíbia	Lagoa permanente
Commelinaceae	Tradescantia fluminensis Vell.	Anfíbia	Lagoa permanente
Cyperaceae	Carex brasiliensis A. St.-Hil.	Anfíbia	Represa; Rio
Cyperaceae	Carex bonariensis Desf. ex Poir.	Anfíbia	Lagoa permanente
Cyperaceae	Carex purpureovaginata Boeck.	Anfíbia, emergente	Represa
Cyperaceae	Cyperus consanguineus Kunth	Anfíbia	Brejo permanente
Cyperaceae	Eleocharis dunensis Kük.	Emergente	Brejo permanente
Cyperaceae	Eleocharis flavescens (Poir.) Urb.	Emergente	Brejo permanente
Cyperaceae	Eleocharis maculosa (Vahl) Roem. & Schult.	Emergente	Lagoa permanente
Cyperaceae	Eleocharis montana (Vahl) Roem. & Schult.	Emergente	Represa
Cyperaceae	Eleocharis minarum Boeck	Emergente	Lagoa temporária
Cyperaceae	Eleocharis nana Kunth	Submersa fixa	Lagoa temporária
Cyperaceae	Eleocharis niederleinii Boeck	Anfíbia	Lagoa temporária
Cyperaceae	Eleocharis kleinii Barros	Anfíbia	Brejo estacional
Cyperaceae	Eleocharis obtusetrigona (Lindl. & Nees) Steud.	Emergente	Represa
Cyperaceae	Eleocharis rabenii Boeck.	Anfíbia	Brejo estacional
Cyperaceae	Eleocharis radicans (Poir) Kunth	Emergente	Brejo estacional
Cyperaceae	Eleocharis sellowiana Kunth	Anfíbia	Lagoa temporária
Cyperaceae	Eleocharis subarticulata (Nees) Boeck.	Anfíbia	Brejo estacional
Cyperaceae	Eleocharis viridans Kük. ex Osten	Emergente	Brejo estacional
Cyperaceae	Kyllinga odorata Vahl.	Anfíbia	Brejo estacional
Cyperaceae	Pycreus lanceolatus Poir. C.B. Clarke	Emergente	Lagoa permanente
Cyperaceae	Rhynchospora corymbosa (Ness.) Kunth	Emergente	Brejo permanente
Cyperaceae	Rynchospora gollnieri Boeck.	Emergente	Lagoa permanente
Eriocaulaceae	Eriocaulon ligulatum L.B. Sm.	Emergente	Brejo permanente
Eriocaulaceae	Paepalanthus caldenisis Silveira	Emergente	Rio
Eriocaulaceae	Syngonanthus caulescens (Poir.) Ruhland	Emergente	Brejo estacional
Euphorbiaceae	Croton pallidus Müll. Arg.	Emergente	Brejo permanente
Haloragaceae	Myriophillum aquaticum (Vell.) Verdc.	Subm. fixa, emergente	Represa
Hypericaceae	Hypericum brasiliense Choisy	Anfíbia	Lagoa temporária; Brejo permanente
Iridaceae	Sisyrinchium palmifolium L.	Anfíbia	Brejo permanente
Iridaceae	Sisyrinchium rombonis Fost.	Anfíbia	Lagoa temporária; Lagoa permanente
Iridaceae	Sisyrinchium restioides Spreng.	Anfíbia	Lagoa temporária
Iridaceae	Sisyrinchium vaginatum Spreng.	Emergente	Lagoa temporária
Juncaceae	Juncus effusus L.	Anfíbia	Brejo permanente; Brejo estacional
Juncaceae	Juncus microcephalus Kunth	Anfíbia	Brejo estacional; Lagoa temporária

Família	Espécie	Forma de vida	Ambiente
Lamiaceae	Hyptis lappulacea Mart. ex Benth.	Anfíbia	Rio
Lamiaceae	Hyptis uliginosa A.St.-Hil. ex Benth.	Anfíbia	Lagoa permanente
Lamiaceae	Scutellaria racemosa Pers	Anfíbia	Lagoa permanente
Lentibulariaceae	Utricularia foliosa L.	Submersa livre	Lagoa permanente; Brejo permanente
Lentibulariaceae	Utricularia gibba L.	Submersa livre	Lagoa permanente; Brejo estacional
Linderniaceae	Micranthemum umbrosum S.F. Blake	Emergente	Represa
Lythraceae	Cuphea carthagenensis (Jacq.) J.F. Macbr.	Anfíbia	Brejo estacional; Represa
Lythraceae	Cuphea glutinosa Cham. & Schltdl.	Anfíbia	Lagoa permanente; Rio
Mayacaceae	Mayaca sellowiana Kunth	Anfíbia	Lagoa permanente
Melastomataceae	Tibouchina cerastifolia (Naudin) Cogn.	Anfíbia	Lagoa permanente
Melastomataceae	Tibouchina clinopodifolia (DC.) Cogn.	Anfíbia	Lagoa permanente
Melastomataceae	Tibouchina herbacea (DC.) Cogn.	Anfíbia	Lagoa permanente
Melastomataceae	Tibouchina ursina (Cham.) Cogn.	Anfíbia	Brejo estacional
Menianthaceae	Nymphoides indica (L.) Kuntze	Anfíbia	Lagoa temporária; Lagoa permanente
Myrcinaceae	Anagallis filiformis Cham. & Schltdl.	Emergente	Lagoa permanente
Myrcinaceae	Anagallis minimus L.	Emergente	Rio
Nymphaeaceae	Nymphaea caerulea Savigny	Flutuante fixa	Lagoa permanente; Represa
Onagraceae	Ludwigia leptocarpa (Nutt.) H. Hara	Emergente	Lagoa permanente; Rio
Onagraceae	Ludwigia longifolia (DC.) H. Hara	Emergente	Lagoa permanente
Onagraceae	Ludwigia peruviana (L.) Hover	Emergente	Lagoa permanente
Onagraceae	Ludwigia sericea (Camb.) H. Hara	Emergente	Rio
Onagraceae	Ludwigia uruguayensis (Camb.) H. Hara	Emergente	Lagoa permanente
Orchidaceae	Cyclopogon apricus (Lindl.) Schltr.	Anfíbia	Brejo estacional
Orchidaceae	Habenaria macronectar (Vell.) Hoehne	Emergente	Rio
Orchidaceae	Habenaria montevidensis Spreng.	Emergente	Rio
Orchidaceae	Habenaria parviflora Lindl.	Emergente	Lagoa permanente
Orobanchaceae	Agalinis tenella Pennell	Submersa fixa	Lagoa temporária
Plantaginaceae	Gratiola peruviana L.	Anfíbia	Brejo permanente; Rio
Plantaginaceae	Callitriche stagnalis Scop.	Flutuante fixa	Lagoa temporária
Poaceae	Agrostis ramboi Parodi	Emergente	Rio
Poaceae	Andropogon lateralis Nees.	Emergente	Brejo permanente
Poaceae	Cynodon dactylon (L.) Pers.	Anfíbia	Represa
Poaceae	Luziola peruviana Juss. ex J.F. Gurel	Emergente	Lagoa permanente
Poaceae	Panicum helobium Wez ex Henrad	Emergente	Brejo permanente; Rio
Poaceae	Panicum villosum Sw.	Emergente	Rio
Poaceae	Pseudechinolaena polystachya (Kunth) Stapf	Anfíbia	Brejo estacional
Poaceae	Sacciolepis vilvoides (Trin.) Chase	Anfíbia	Brejo estacional

Família	Espécie	Forma de vida	Ambiente
Podostemaceae	Podostemum distichum (Cham.) Wedd.	Submersa fixa	Rio
Polygonaceae	Polygonum acuminatum Kunth	Anfíbia	Represa
Polygonaceae	Polygonum hydropiperoides Michx.	Emergente	Lagoa permanente
Polygonaceae	Polygonum meisnerianum Cham. & Schltdl.	Emergente	Lagoa permanente
Polygonaceae	Polygonum persicaria L.	Emergente	Lagoa permanente
Polygonaceae	Polygonum punctatum Elliot	Emergente	Lagoa permanente
Polygonaceae	Polygonum rubricaule Cham.	Emergente	Rio
Pontederiaceae	Heteranthera reniformis Ruiz & Pavon.	Emergente	Lagoa permanente; Rio
Pontederiaceae	Heteranthera zosterifolia Mart.	Submersa fixa	Lagoa permanente; Rio
Pontederiaceae	Pontederia lanceolata Nutt	Emergente	Lagoa permanente
Potamogetonaceae	Potamogeton montevidensis A. Bennett	Submersa fixa	Rio
Potamogetonaceae	Potamogeton polygonus Cham. & Schltdl.	Submersa fixa	Lagoa permanente; Represa; Rio
Ranunculaceae	Ranunculus flagelliformis Nakai	Flutuante fixa	Lagoa temporária
Rubiaceae	Galianthe cymosa (Cham.) E.L. Cabral & Bacigalupo	Anfíbia, emergente	Brejo permanente
Rubiaceae	Galianthe dichasia (Sucre & Costa) E.L. Cabral	Anfíbia, emergente	Rio
Rubiaceae	Oldenlandia thesiifolia (A.St.-Hil.) Schum.	Emergente	Lagoa permanente
Ruppiaceae	Ruppia cirrhosa (Petagna) Grande	Submersa fixa	Lagoa permanente; Represa; Rio
Urticaceae	Boehmeria cylindrica (L.) Sw.	Anfíbia	Brejo permanente
Xyridaceae	Xyris jupicai L.C. Rich.	Anfíbia	Lagoa permanente
Xyridaceae	Xyris stenophylla L.A. Nilsson	Anfibia	Brejo permanente
Salviniaceae	Salvinia auriculata Aubl.	Flutuante livre	Lagoa permanente
Sphagnaceae	Sphagnum recurvum P. Beauv.	Anfíbia	Brejo estacional
Characeae	Chara martiana A. Braun ex Wallman	Submersa fixa	Represa
Characeae	Nitella furcata C. Agardh	Submersa fixa	Represa
Characeae	Nitella translucida (Pears) C. Agardh	Submersa fixa	Represa

Fonte: Cervi *et al*. (2009).

Através das características do empreendimento e das espécies levantadas, destacamos algumas com potencial proliferativo danoso, em função de eutrofização do rio (Tabela 8.60), principalmente em função da sua flutuabilidade e capacidade de dispersão e ocupação de grandes áreas, inclusive de prejuízos tanto ás condições da qualidade da água quanto em prejuízos ao aproveitamento energético do empreendimento.

Tabela 8.60: Principais macrófitas com potência danoso registradas em General Carneiro.

Táxon	Forma de vida	Ambiente
Araceae		
Wollffiella oblonga (Phil.) Hegelm.	Flutuante livre	Lagoa permanente
Araceae		

Táxon	Forma de vida	Ambiente
Wolffia brasiliensis Wedd.	Flutuante livre	Lagoa permanente
Araceae		
Lemna minuta Kunth	Flutuante livre	Rio
Salviniaceae		
Salvinia auriculata Aubl.	Flutuante livre	Lagoa permanente

As demais macrófitas são autolimitastes, necessitando de substrato sólido para fixação e proliferação, portanto consideradas como menor capacidade danosa em áreas de reservatório ou empreendimentos hidroelétricos. Destacamos que não foram registradas espécies com forma de vida flutuante durante as campanhas realizadas, conforme nas imagens a seguir:



Figura 8.121: Visão geral do reservatório consolidado da CGH Gentil Amigo.

Metodologias para monitoramento destas na próxima fase do licenciamento serão descritas nos próximos itens.

Entretanto, foi calculado a área ocupada por macrófitas com base no projeto disponível do empreendimento e imagem de satélite (Figura 8.122), com base na área do reservatório, que possui uma área total de 2516,315 m^2.



Figura 8.122: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas.

Todos os bancos de macrófitas são compostos por espécies fixas enraizadas, como mencionado anteriormente, em que:

- A primeira área que compreende 0,47% do reservatório (11,8 m^2) localiza-se na porção final do reservatório no Rio São Manuel, em que as macrófitas deste banco são enraizadas, provavelmente espécies de capins/gravatás, indicados na Figura 8.123.



Figura 8.123: Macrófitas fixas em reservatório.

- A segunda área em tamanho, compreende 1,56% do reservatório (39,4 m^2) localiza-se próximo ao barramento e tomada d'água, na margem direita, em que as

macrófitas deste banco também são enraizadas, compostas essencialmente por espécies de capins/gramíneas (Figura 8.124).



Figura 8.124: Vista geral do segundo banco de macrófitas próxima ao barramento.

- A terceira e maior área contínua em tamanho, compreende 3,22% do reservatório (81,1 m^2) localiza-se em frente ao barramento na confluência dos rios São Manuel e São João, em que as macrófitas deste banco também são enraizadas, compostas por diversas espécies, principalmente capins/gramíneas e possivelmente por espécies do gênero *Pontederia*.



Figura 8.125: Vista geral do terceiro e maior banco de macrófitas próxima ao barramento.

As regiões que circundam o reservatório são áreas de brejo/alagadiças, o que propicia o desenvolvimento de diversas espécies de plantas consideradas macrófitas, principalmente as enraizadas.

Em monitoramentos futuros será avaliado o estado local e identificado as espécies que ocorrem exclusivamente nas margens do reservatório, para identificar possíveis espécies com potencial danoso para a geração de energia e qualidade das águas do rio.

8.1.2.3.6.3 Parâmetros Legislação

De maneira geral, a qualidade da água apresenta-se boa, com resultados analíticos dentro dos parâmetros e mostra-se em conformidade em relação a CONAMA 357/2005 para rios de classe II, com alguns parâmetros desconformes.

8.1.2.3.6.4 Ativos Defensivos Agrícolas com Uso Provável nas Imediações

Utilizando-se de dados do IBGE sobre a produção agrícola de General Carneiro no ano de 2021 (o mais recente disponível), e as informações sobre agrotóxicos fitossanitários registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) – AGROFIT, através de consulta pública, apresentamos no **Anexo 15 – Ativos de Defensivos Agrícolas** os agrotóxicos com uso provável nas imediações da CGH Gentil Amigo, contendo o nome comum, número de registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, grupo químico pertencente, a classe do defensivo, e os cultivares aplicados/permitidos.

8.1.2.3.6.5 Índice de Estado Trófico – IET

O IET fornece uma avaliação geral do grau de trofía de um corpo hídrico, ou seja, quanto maiores os resultados encontrados, pior é sua trofía. Neste índice são avaliadas duas variáveis, sendo o fósforo total e a clorofila ‘α’.

A tabela abaixo representa o resultado obtido para os distintos pontos amostrais, definindo seu estado trófico.

Tabela 8.61: Resultados do IET nos pontos amostrados.

Campanhas	MRES	RES	TVR	JCF	Média
1ª	42,39	60,31	42,39	42,39	46,87
2ª	47,84	65,78	48,43	46,98	52,26
Média geral	**49,57**				

Tabela 8.62: Classificação dos estados tróficos.

Categoria	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supertrófico	Hipertrófico
Ponderação	IET< 47	47< ET < 52	52 < ET < 59	59 < ET < 63	63 < ET < 67	ET > 67

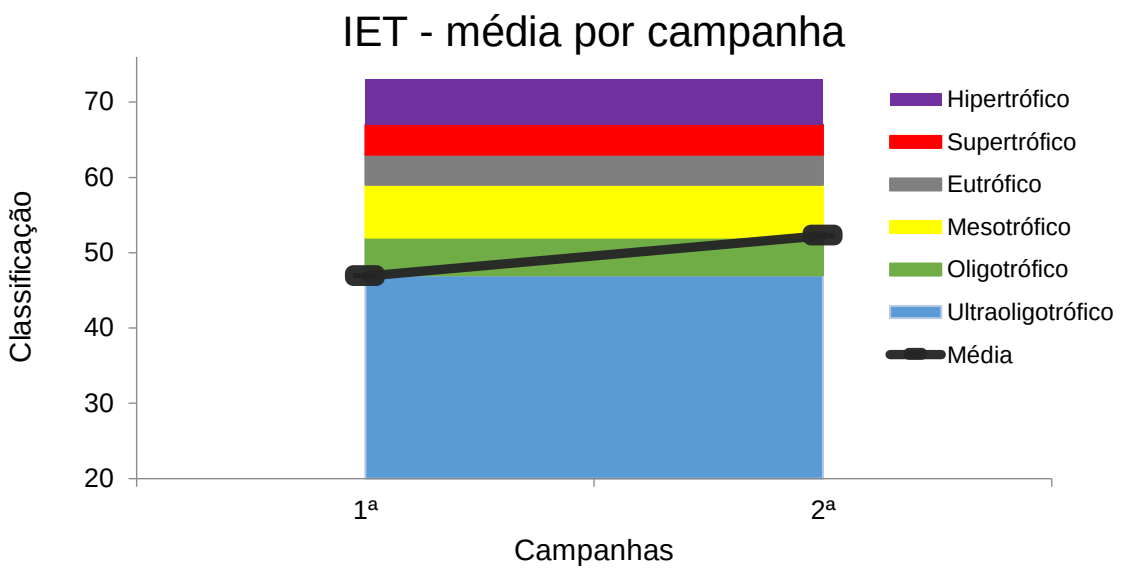


Figura 8.126: IET das duas primeiras campanhas.

Em quase todos os pontos amostrados na primeira campanha os resultados para o IET foram Ultraoligotrófico, característica de corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes, que não acarretam em prejuízos aos usos da água. A única exceção ocorreu no ponto do reservatório, que indicou ambiente Eutrófico.

Contudo, os resultados de fósforo e clorofila obtidos para este ponto foram os menores possíveis de detectar considerando o Limite de Quantificação (LQ) dos equipamentos do laboratório contratado (0,013 mg/L e 0,27 µg/L, respectivamente, como pode ser verificado nos laudos em anexo), indicando que mesmo que os valores reais sejam menores do que estes, não será possível determiná-los de forma precisa, e assim o melhor resultado possível para o IET do ponto do reservatório, considerando a obtenção dos menores valores mencionados, será sempre Eutrófico.

Porém, os laudos laboratoriais mencionam também o Valor Lido pelo equipamento, valor este que pode ter algumas variações no resultado. Ao observar o Valor Lido para o parâmetro clorofila, nas duas campanhas o resultado foi 0 µg/L. Para fósforo, na 1ª campanha não houve detecção. Deste modo, observa-se que para o ponto do reservatório a classificação do IET pode estar acima das condições reais apresentadas pelo rio.

Já na segunda campanha os resultados de MRes, TVR e JCF variaram entre Ultraoligotrófico e Oligotrófico, e no RES o resultado foi Supereutrófico. Como já mencionado anteriormente, nesta campanha foram verificados aumentos no nível de fósforo na maioria dos pontos, e devido à maior restrição de cálculo imposta para o reservatório resultou, portanto, na piora do IET neste ponto.

Por fim, destaca-se que apesar dos resultados do IET indicados, os parâmetros fósforo e clorofila estiveram abaixo dos limites estabelecidos para ambientes lênticos, estando em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

8.1.2.3.6.6 Índice da Qualidade da Água – IQA

Neste estudo o IQA foi calculado pelos parâmetros: oxigênio dissolvido, DBO, pH, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e coliformes termotolerantes.

A partir do valor do parâmetro considerado obtêm-se os valores de qi e wi no gráfico de "curva de qualidade" utilizado na estimativa do IQA pela National Sanitation Foundation – NSF – EUA (CETESB, 2005). Os pesos relativos para cada parâmetro na determinação, bem como sua curva de variação são apresentados nos itens anteriores.

A seguir são apresentados os valores de IQA para os pontos amostrados nas duas campanhas:

Tabela 8.63: Resultados do IQA nos pontos amostrados.

Campanhas	MRES	RES	TVR	JCF	Média
1ª	84,39	83,19	90,24	91,76	87,39
2ª	78,42	80,59	76,77	76,50	78,07
Média geral			**82,73**		

Tabela 8.64: Classificação da qualidade da água.

Categoria	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
Ponderação	79 a 100	51 a 79	36 a 51	19 a 36	0 a 19

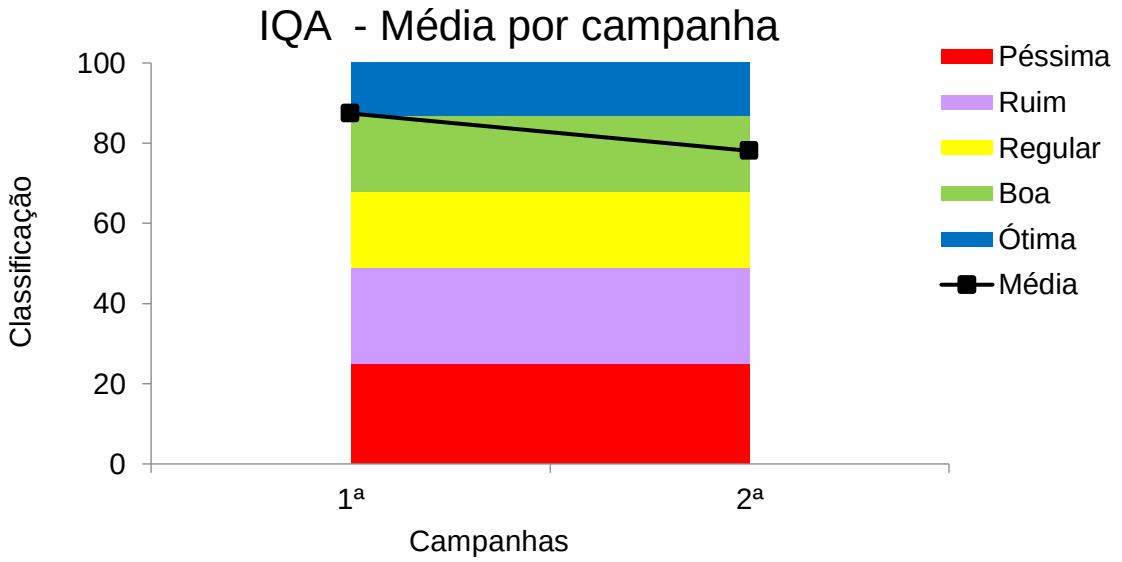


Figura 8.127: IQA das duas primeiras campanhas.

Como pode-se observar o resultado para IQA se manteve com qualidade Ótima na primeira campanha, e Boa na segunda, sendo que a diminuição do índice nesta última se deve, principalmente, aos resultados de fósforo obtidos.

8.1.2.3.6.7 Relatório Fotográfico das Coletas de Água



Figura 8.128: Coletas de dados e amostras de água.



Figura 8.129: Coletas de dados e amostragens de água.



Figura 8.130: Coletas de dados e amostragens de água.

8.1.2.3.7 Identificação de Fontes de Contaminação

A partir de pesquisa no Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos – SIGARH, não foram encontradas outorgas para uso da água com potencial de contaminação (através de outorgas para lançamento de efluentes) na cidade de General

Carneiro – PR (Figura 8.131). Dentre estas, apenas uma encontra-se vigente, mas ambas não se encontram na área de drenagem local da CGH Gentil Amigo:

Tabela 8.65: Outorgas para uso da água passiveis de contaminação.

Portaria	Condição	Uso	Finalidade	Localização
757/2014 - DPCA	Extinta	Industrial	Lançamento de efluentes	22J 454852.00 7086684.00
1364/2018 - DPCA	Vigente	Saneamento	Lançamento de efluentes	22J 469520.00 7078368.00

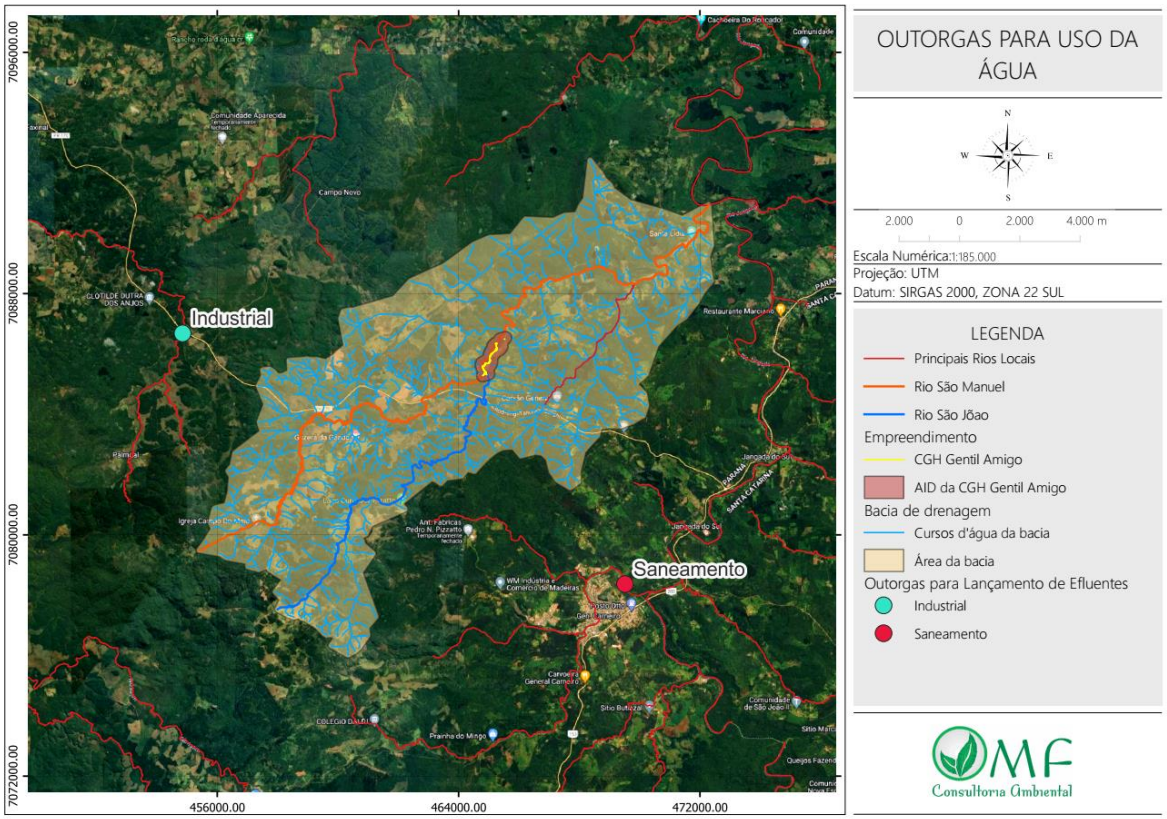


Figura 8.131: Outorgas para uso da água próximas a CGH Gentil Amigo.

8.1.2.3.8 Usos da Água

Em consulta ao bando de dados de outorgas de águas do Instituto de Água e Terra, foram levantadas quatro outorgas com situação VIGENTE no município de General Carneiro e uma outorga EM TRAMITAÇÃO (Tabela 8.66 e Figura 8.132).

Destaca-se que todas as outorgas para uso da água, atuais e futuros, são consuntivos.

Tabela 8.66: Outorgas para uso da água superficial em General Carneiro – PR.

Protocolo/Portaria	Situação	Uso	Finalidade	Localização
119086558 / 267/2018	Vigente	Saneamento	Abastecimento público	22J 466067.17 7077001.65
161347655	Vigente	Agropecuária	Processo industrial	22J 469203.00 7076396.97

Protocolo/Portaria	Situação	Uso	Finalidade	Localização
160244933	Vigente	Agropecuária	Dessedentação de animais	22J 460706.82 7078241.90
131902638	Em Tramitação	Outros	Processo industrial	22J 445840.85 7076656.05
54723210 / 476/2003-DRH	Vigente	Indústria	Reservatório	22J 460476.12 7080665.18

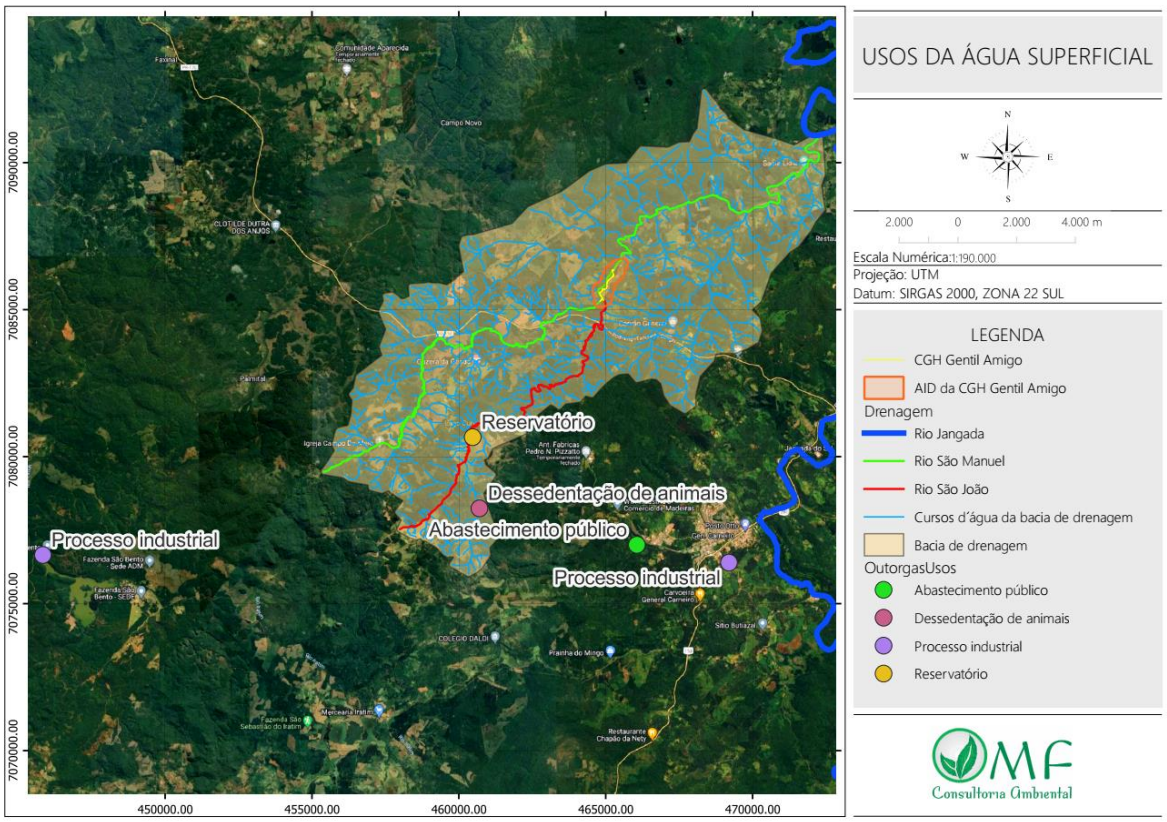


Figura 8.132: Distribuição das outorgas do uso da água em General Carneiro – PR.

8.1.2.3.9 Áreas de Mananciais

Como descrito no item anterior e identificado na Figura 8.132, apenas um ponto para abastecimento público próximo a CGH Gentil Amigo, mas este não compreende a área de drenagem onde está inserido o empreendimento.

8.1.2.3.10 Sedimentos

Segundo o Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidroelétricos elaborado pela ANA – Agência Nacional de Águas, a sedimentometria é o transporte de sedimentos pela calha fluvial do rio, isso consequentemente gera um assoreamento e pode resultar na redução da vida útil do reservatório, interferindo na

operação do aproveitamento hidroelétrico. Além da capacidade de armazenamento, outros problemas decorrentes do assoreamento no reservatório podem ocorrer, entre eles:

- A redução da geração de energia;
- Dificuldades de operação da tomada d'agua válvulas de descarga e de comportas;
- Danos às turbinas por abrasão, gerando indisponibilidade forçada das máquinas;
- Deposição de sedimentos na área do delta do reservatório, reduzindo o volume útil e criando dificuldades na navegação, no deslocamento da área do remanso para montante e enchentes mais frequentes.

A construção de um barramento sempre altera o equilíbrio hidráulicosedimentológico de um curso d'água, devido à desaceleração da corrente líquida ocasionada pela presença do reservatório, dando início a um processo de assoreamento. Desta forma, os aspectos sedimentológicos se revestem de grande importância, uma vez que este processo se inicia nas suas bordas reduzindo o já pequeno volume d'água existente (ELETROBRÁS, 2007).

Portanto o estudo da sedimentometria serve para calcularmos a vida útil do reservatório e das estruturas do aproveitamento no geral. Para a ELETROBRÁS é de extrema importância a consideração da descarga solida do leito nos pequenos reservatórios, uma vez que a maior parte da descarga em suspensão sai pelas estruturas extravasoras e pelo circuito de geração, permanecendo no lago sedimentos de maior granulometria. Os principais fatores que afetam a produção de sedimentos na área de drenagem são:

- Precipitação – quantidade, intensidade e frequência;
- Tipo de solo e formação geológica;
- Cobertura do solo (vegetação, rochas aparentes e outros);
- Uso do solo (práticas de cultivo, pastagens, exploração de florestas, atividades de construção e medidas de conservação);
- Topografia (geomorfologia);
- Natureza da rede de drenagem – densidade, declividade, forma, tamanho e conformação dos canais;
- Escoamento superficial;
- Características dos sedimentos (granulométricas, mineralógicas, etc.);
- Hidráulica dos canais.

Os estudos sedimentologicos para a CGH Gentil Amigo foram feitos com base no que se pede nas Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, elaborado pela ELETROBRÁS. Foram utilizados os dados das medições de descargas sólidas em suspensão realizadas na estação Jangada do Sul (Rio Jangada), uma vez que não foram localizadas medições de sedimentos no Rio São Manuel e a estação Porto Vitória não possui uma base grande de registros.

Estas medições de sedimentação para a estação Jangada do Sul, foram obtidas diretamente do sistema HIDRO-WEB (sistema de informações hidrológicas da ANA).

Na Tabela 8.67 apresentam-se as variáveis obtidas e também as respectivas descargas sólidas em suspensão, as quais foram calculadas pela seguinte fórmula:

$$Q_{ss} = 0{,}0864 \times C \times Q$$

Onde:

- Qss = descarga sólida em suspensão (t/dia);
- C = concentração de sedimentos em suspensão (mg/l);
- Q = descarga líquida (m³/s).

Tabela 8.67: Medições de descargas sólidas em suspensão no Rio Jangada na Estação Jangada do Sul, adaptadas para a CGH Gentil Amigo.

Posto de dados Jangada do Sul (A.D 1055,00 m²)					CGH Gentil Amigo (A.D.60,00 m²)	
DATA	Cota (cm)	Concentração (mg/l)	Vazão (m³/s)	QSS	Vazão (m³/s)	QSS
30/01/1982	50	8,96	4,56	3,53	0,26	0,20
18/02/1982	92	43,96	38,20	145,09	2,17	8,25
26/05/1982	94	20,27	36,60	64,10	2,08	3,65
11/10/1982	130	80,98	94,50	661,19	5,37	37,60
21/11/1983	88	57,67	34,00	169,41	1,93	9,63
24/04/1984	100	70,60	44,50	271,44	2,53	15,44
18/06/1984	137	26,82	110,00	254,90	6,26	14,50
08/09/1984	76	39,06	20,20	68,17	1,15	3,88
24/11/1984	90	5,92	35,10	17,95	2,00	1,02
09/03/1985	72	94,89	17,10	140,19	0,97	7,97
21/04/1985	74	18,12	18,40	28,81	1,05	1,64
02/07/1985	62	34,87	10,30	31,03	0,59	1,76
27/09/1985	52	14,60	4,71	5,94	0,27	0,34
30/10/1985	72	45,95	15,20	60,35	0,86	3,43
04/03/1986	68	19,05	14,40	23,70	0,82	1,35
02/05/1986	61	16,41	7,86	11,14	0,45	0,63
17/06/1986	68	12,59	10,00	10,88	0,57	0,62
03/09/1986	50	17,56	4,68	7,10	0,27	0,40
31/10/1986	62	22,60	11,80	23,04	0,67	1,31
21/02/1987	111	54,75	63,90	302,27	3,63	17,19
30/04/1987	50	21,97	5,70	10,82	0,32	0,62
26/08/1987	64	11,85	13,40	13,72	0,76	0,78
28/02/1988	68	46,60	13,10	52,74	0,75	3,00
28/04/1988	94	9,80	37,10	31,41	2,11	1,79
05/09/1988	56	16,67	6,26	9,02	0,36	0,51
04/04/1989	74	13,60	17,60	20,68	1,00	1,18
27/05/1989	65	23,80	11,30	23,24	0,64	1,32
24/07/1989	54	21,60	5,40	10,08	0,31	0,57
28/09/1989	90	10,40	32,40	29,11	1,84	1,66
27/08/1990	143	26,20	115,30	261,00	6,56	14,84
06/11/1990	95	23,40	38,20	77,23	2,17	4,39

Posto de dados Jangada do Sul (A.D 1055,00 m²)					CGH Gentil Amigo (A.D.60,00 m²)	
03/12/1990	88	40,20	30,40	105,59	1,73	6,00
23/07/1991	93	28,68	40,53	100,43	2,31	5,71
15/04/1992	76	15,20	19,57	25,70	1,11	1,46
20/05/1992	70	22,20	15,12	28,99	0,86	1,65
23/06/1993	77	9,99	22,68	19,57	1,29	1,11
12/08/1993	67	27,92	14,56	35,12	0,83	2,00
14/09/1993	55	7,75	6,91	4,62	0,39	0,26
19/11/1993	68	20,41	14,29	25,21	0,81	1,43
17/04/1994	52	28,67	5,83	14,44	0,33	0,82
05/05/1994	63	24,27	11,89	24,94	0,68	1,42
31/05/1994	80	15,90	27,15	37,30	1,54	2,12
28/07/1994	107	73,89	61,13	390,23	3,48	22,19
01/09/1994	59	28,04	9,35	22,66	0,53	1,29
06/04/1995	61	26,49	9,92	22,70	0,56	1,29
10/05/1995	54	19,22	7,08	11,75	0,40	0,67
27/07/1995	56	21,53	8,17	15,20	0,46	0,86
24/10/1995	71	9,69	18,61	15,58	1,06	0,89
27/04/1996	65	26,44	13,88	31,72	0,79	1,80
29/05/1996	54	13,79	7,02	8,37	0,40	0,48
18/08/1996	88	34,56	35,59	106,28	2,02	6,04
14/03/1997	93	31,46	41,29	112,23	2,35	6,38
23/05/1997	86	18,78	30,99	50,28	1,76	2,86
30/06/1997	100	26,99	52,51	122,45	2,99	6,96
24/07/1997	103	29,44	52,93	134,63	3,01	7,66
23/09/1997	66	15,48	13,22	17,69	0,75	1,01
16/11/1997	121	24,17	82,11	171,47	4,67	9,75
13/03/1998	111	65,44	56,67	320,40	3,22	18,22
20/04/1998	108	17,40	52,41	78,79	2,98	4,48
25/06/1998	73	26,63	17,57	40,42	1,00	2,30
27/08/1998	114	19,17	58,34	96,62	3,32	5,50
19/10/1998	109	20,68	53,46	95,51	3,04	5,43
01/12/1998	67	17,34	13,85	20,75	0,79	1,18
04/05/1999	55	23,51	7,90	16,05	0,45	0,91
01/07/1999	72	30,90	26,18	69,89	1,49	3,97
25/08/1999	49	38,74	5,67	18,98	0,32	1,08
26/10/1999	89	24,62	38,86	82,65	2,21	4,70
10/03/2000	78	24,28	22,67	47,55	1,29	2,70
27/04/2000	57	34,17	7,69	22,71	0,44	1,29
13/07/2000	95	18,64	60,32	97,14	3,43	5,52
16/08/2000	84	78,29	29,64	200,49	1,69	11,40
24/10/2000	102	33,60	54,47	158,13	3,10	8,99
06/06/2001	77	27,44	29,91	70,91	1,70	4,03
11/09/2001	71	42,34	22,40	81,93	1,27	4,66
14/08/2002	65	34,03	12,23	35,97	0,70	2,05

Posto de dados Jangada do Sul (A.D 1055,00 m²)					CGH Gentil Amigo (A.D.60,00 m²)	
23/10/2002	93	26,87	47,50	110,25	2,70	6,27
01/07/2003	58	14,04	8,57	10,40	0,49	0,59
21/10/2003	56	33,80	8,23	24,02	0,47	1,37
02/12/2003	64	17,60	12,14	18,46	0,69	1,05
24/10/2005	90	31,60	37,48	102,32	2,13	5,82
08/02/2006	64	19,40	12,80	21,46	0,73	1,22
26/04/2006	53	15,00	4,78	6,19	0,27	0,35
27/07/2006	48	18,20	0,75	1,18	0,04	0,07
16/10/2006	101	12,20	50,86	53,61	2,89	3,05
24/03/2007	70	29,80	12,88	33,17	0,73	1,89
30/05/2007	102	14,20	44,96	55,16	2,56	3,14
22/11/2007	92	24,40	34,84	73,44	1,98	4,18
10/03/2008	62	15,00	11,29	14,63	0,64	0,83
08/05/2008	84	38,60	28,19	94,01	1,60	5,35
17/07/2008	58	10,60	11,06	10,13	0,63	0,58
23/08/2010	73	24,60	19,43	41,30	1,10	2,35
24/11/2010	64	18,20	10,93	17,19	0,62	0,98
08/07/2011	104	18,20	55,65	87,51	3,17	4,98
21/09/2011	96	32,00	46,30	128,00	2,63	7,28
23/11/2011	78	16,40	18,75	26,57	1,07	1,51
11/02/2012	66	16,00	23,50	32,49	1,34	1,85
24/07/2012	65	22,40	9,42	18,23	0,54	1,04
27/09/2012	52	17,20	5,27	7,82	0,30	0,44
22/11/2012	54	19,20	6,08	10,08	0,35	0,57
24/02/2013	74	18,80	17,82	28,95	1,01	1,65
24/03/2013	89	7,60	29,37	19,28	1,67	1,10
15/05/2013	77	22,80	16,39	32,29	0,93	1,84
04/07/2013	106	22,80	54,26	106,89	3,09	6,08
27/07/2013	87	18,40	27,87	44,30	1,58	2,52
01/10/2013	113	18,80	60,51	98,29	3,44	5,59
04/12/2013	66	23,00	11,41	22,67	0,65	1,29
19/02/2014	60	15,20	7,77	10,21	0,44	0,58
Máxima	**143,00**	**94,89**	**115,30**	**661,19**	**6,56**	**37,60**
Mínima	**48,00**	**5,92**	**0,75**	**1,18**	**0,04**	**0,07**
Média	**77,85**	**26,19**	**26,75**	**69,25**	**1,52**	**3,94**

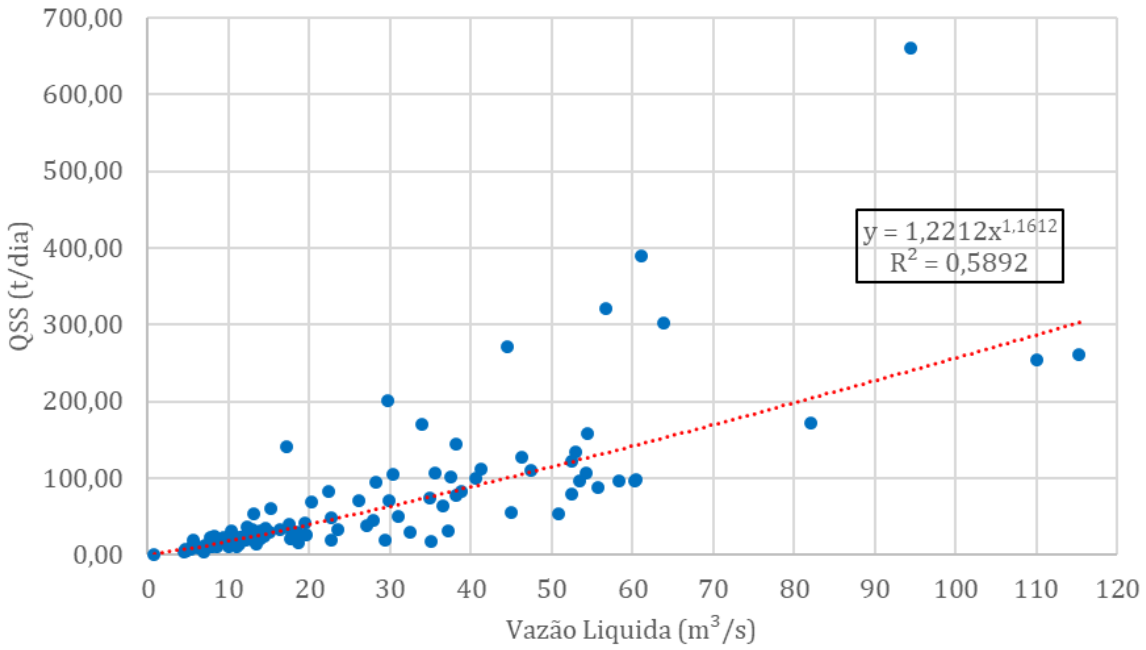


Figura 8.133: Curva chave de sedimentos em suspensão do Posto Jangada do Sul.

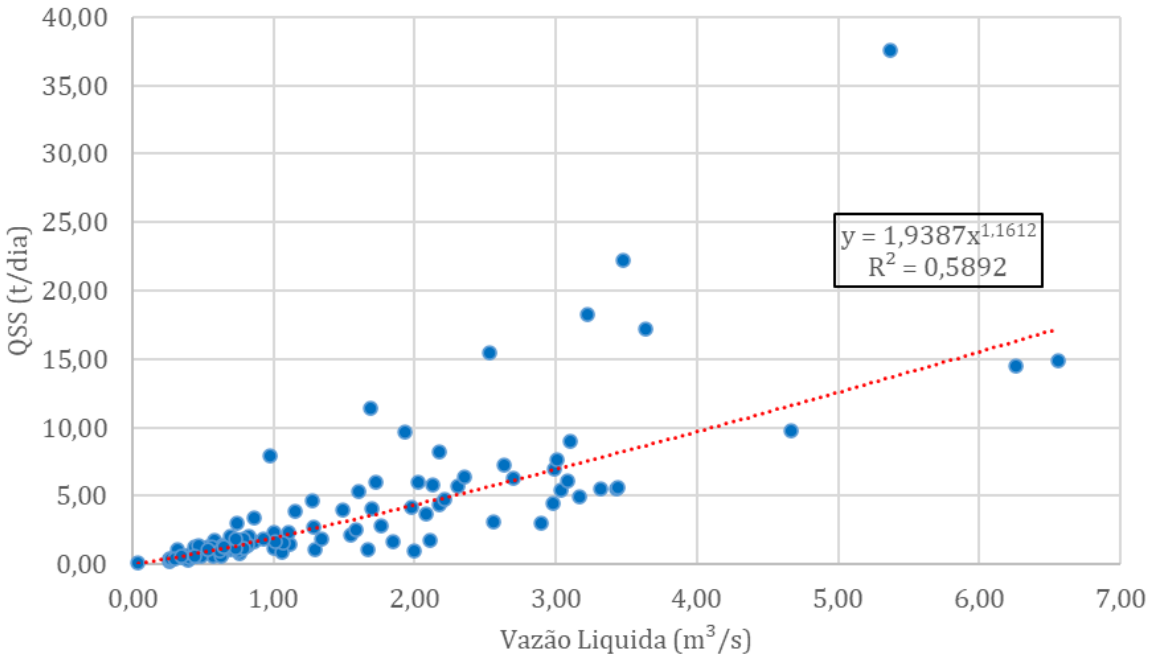


Figura 8.134: Curva chave de sedimentos em suspensão para a CGH Gentil Amigo.

Segundo a ELETROBRAS (2000), se houver uma inexistência de dados, a descarga solida no fundo poderá ser estimada entre 10% a 20% da descarga sólida total.

Como a CGH Gentil Amigo não dispõem de medições de descarga de fundo adotou-se o valor de 10% da descarga sólida total. A expressão algébrica a seguir demonstra o critério utilizado para a determinação da Q_{sf} (descarga sólida de fundo).

$$Q_{sf} = 10\% \times Q_{st}$$

$$Q_{st} = Q_{sf} + Q_{ss}$$

Assim temos que:

$$Q_{sf} = 0{,}10 \times (Q_{st} + Q_{ss})$$

Efetuando o produto obtêm-se a expressão a seguir para o cálculo da descarga sólida de fundo $Q_{sf} = (0{,}10\ x\ Q_{ss})/0{,}90$.

Na Tabela 8.82 está apresentada a descarga sólida de fundo (Qsf), a descarga sólida total (Qst), a descarga sólida total em t/km2/dia e a descarga sólida total acumulada em um ano em toneladas por quilômetro quadrado no reservatório da CGH.

Tabela 8.68: Descargas sólidas na CGH Gentil Amigo.

Aproveitamento	QSS (ton/dia)	Qsf (t/dia) =(0,10*QSS)/0,90	QST (ton/dia)	Qst (t/Km²/dia)	Qst (t/Km²/ano)
CGH Gentil Amigo	3,94	0,44	4,38	0,07	26,62

Como se pode perceber na Tabela 8.68, foi encontrado um valor de 26,62 t/km²/ano para a descarga sólida total da CGH Gentil Amigo. Analisou-se também o Mapa de Produção de Sedimentos, disponibilizado pela ANEEL (http://sigel.aneel.gov.br). Podemos ver a distribuição de sedimentos na região sul do país, dando ênfase para o local do estudo, na tabela abaixo.

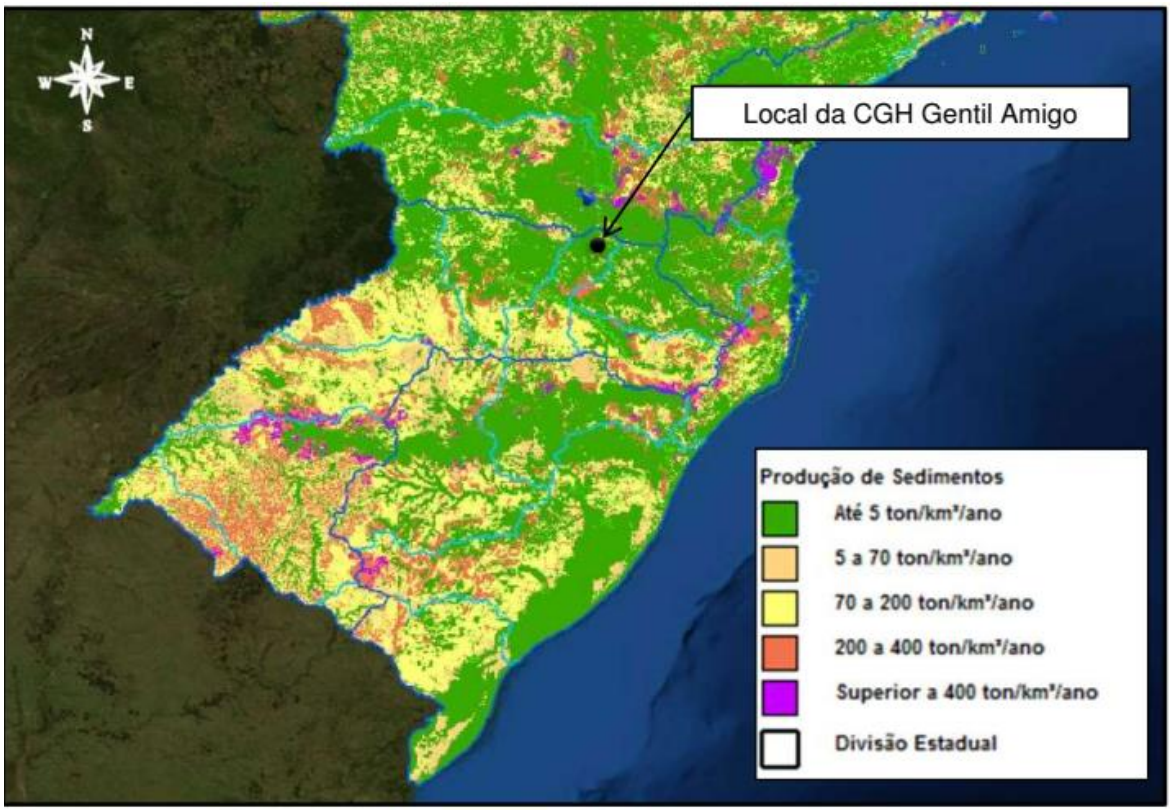


Figura 8.135: Mapa de Produção de Sedimentos com destaque para a área de estudo.
Fonte: http://sigel.aneel.gov.br/.

Conforme a figura acima, a CGH Gentil Amigo localiza-se em uma área em que a produção de sedimentos é de até 5 ton/km²/ano, valor inferior ao encontrado através dos cálculos realizados. No entanto, sabe-se que os resultados obtidos através das medições da estação Jangada do Sul são mais precisos e desta forma foram considerados estes dados.

A partir da determinação das descargas sólidas totais no local do aproveitamento pôde-se efetuar o cálculo da vida útil do reservatório criado pelo barramento da CGH Gentil Amigo.

Um reservatório constitui um bom meio de retenção de sedimentos em virtude da modificação do regime de escoamento. A redução da velocidade pode ocasionar a deposição de material em suspensão e do material arrastado no fundo do rio. É de fundamental importância na consideração da vida útil do reservatório o cálculo desse volume de material que é depositado no fundo do rio.

A eficiência de retenção é um importante indicador do volume de sedimentos que fica retido no reservatório, em virtude da modificação do comportamento do fluxo de água.

No presente estudo foi utilizada a metodologia de Brune e de Churchill. Para médios e grandes reservatórios (volumes superiores a 10x106 hm³) utiliza-se a curva de Brune e para os pequenos reservatórios (volumes inferiores a 10x106 hm³), caso do reservatório da CGH Gentil Amigo, utiliza-se a curva de Churchill (CARVALHO *et al*., 2000). Na curva de Churchill o eixo das ordenadas representa a porcentagem do sedimento afluente do reservatório, ou seja, a fração que passa para jusante da barragem. Na curva de Churchill apresentada por Morris e Fran (1997), Strand (1974) ou Vanoni (1977) apud (CARVALHO *et al*., 2000) o eixo das abscissas corresponde ao índice de sedimentação do reservatório, que é igual ao período de retenção, dividido pela velocidade média no reservatório.

A seguir são apresentadas as principais características do reservatório.de água.

Tabela 8.69: Dados do Reservatório da CGH Gentil Amigo.

Aproveitamento	Volume – VR (m³)	Comprimento do Reservatório – Lr (m)	Vazão Média de Longo Termo – QMLT (m³/s)
CGH Gentil Amigo	4800,00	140,00	1,82

Nos pequenos reservatórios o material predominante que fica depositado é a areia, então o peso específico aparente (g) dos sedimentos (areias) depositados nos reservatórios (Guia de Assoreamento de Reservatórios; item 9, pgs. 47 a 50) é o seguinte valor:

$$g = 1{,}5\ t/m^3$$

O volume do reservatório corresponde à capacidade no nível médio de operação. Os pequenos reservatórios geralmente operam a fio d'água, sendo esse o volume correspondente a ser utilizado. O Índice de Sedimentação (IS) pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$IS = \frac{VR^2}{Q^2 \times LR}$$

Onde:

- VR = Volume total do Reservatório (m³);
- Q = Vazão média afluente (m³/s);

- LR = Extensão do Reservatório (m).

Tabela 8.70: Índice de Sedimentação do reservatório da CGH.

Aproveitamento	IS = (VR)²/(Q².LR)
CGH Gentil Amigo	4,97E+04

Com o valor do índice de sedimentação do reservatório da CGH Gentil Amigo obteve-se na curva de Churchill os percentuais dos sedimentos efluentes. Para o aproveitamento identificou-se 78% de sedimentos efluentes, conforme Figura 8.136.

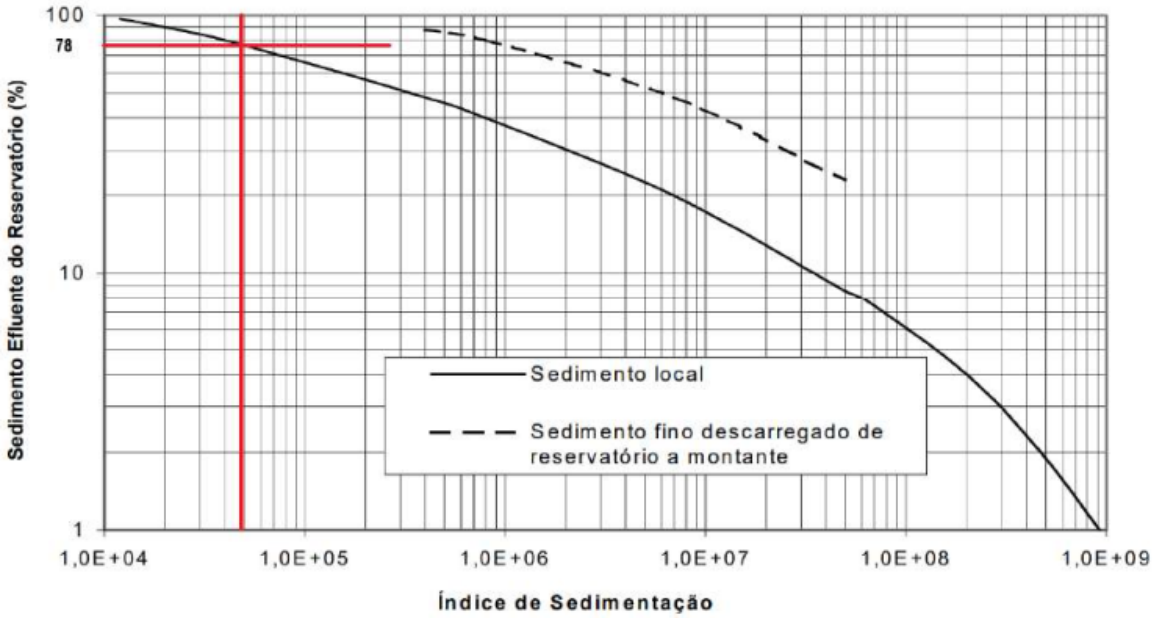


Figura 8.136: Curva de eficiência de retenção de sedimentos segundo Churchill.
Fonte: Vanoni, 1977.

A Eficiência de Retenção (ER) dos sedimentos é, portanto, o complemento para 100% dos sedimentos efluentes dos reservatórios, ou seja, o percentual de sedimentos retidos no reservatório da CGH é de ER = 22,00%, conforme Tabela 8.71.

Tabela 8.71: Porcentagem de efluentes retidos.

Aproveitamento	% de Sedimentos Efluentes	ER (%)
CGH Gentil Amigo	78,00	22,00

Baseado nos resultados acima foi possível determinar a quantidade de sedimentos retida anualmente no reservatório do aproveitamento, resultando em 351,40 ton/ano.

Tabela 8.72: Sedimentos retidos anualmente no reservatório da CGH Gentil Amigo.

Aproveitamento	ER	QST (ton/dia)	Q Retido (ton/ano)
CGH Gentil Amigo	0,22	4,38	351,40

Dividindo-se o peso do sedimento retido anualmente no reservatório pelo peso específico aparente (g =1,50 t/m³) desse sedimento, tem-se o volume anual (S) de sedimento retido no reservatório, conforme tabela a seguir.

Tabela 8.73: Volume anual retido (m³/ano) para a CGH Gentil Amigo.

Aproveitamento	Peso Específico Aparente – g (t/m³)	Q Retido (ton/ano)	Volume Anual Retido – S (m³/ano)
CGH Gentil Amigo	1,5	351,40	234,26

Dividindo-se o volume do reservatório pelo volume do sedimento retido anualmente, tem-se o tempo que levará para o reservatório ser totalmente assoreado, ou seja, a sua Vida Útil.

Tabela 8.74: Vida útil do reservatório da CGH Gentil Amigo.

Aproveitamento	VR (m³)	S (m³/ano)	T assoreamento (anos)
CGH Gentil Amigo	4.800,00	234,26	20,5

Como visto na Tabela 8.74, a CGH Gentil Amigo terá uma vida útil de para o reservatório de 20,50 anos. Este tempo de assoreamento considera o comprometimento total do volume do reservatório. Sabe-se, entretanto que o assoreamento passa a comprometer o funcionamento do aproveitamento antes do assoreamento completo. Outro ponto relevante é que quando o reservatório for pequeno, como é o caso do existente, em momento de cheia a velocidade do fluxo aumento, o que arrasta os detritos leves retardando o assoreamento.

O reservatório existente é da década de 70, tendo pelo menos 50 anos e ainda não está assoreado.

De qualquer forma, deverá ser realizado acompanhamento periódico do reservatório, e programas as manutenções quando estas forem necessárias.

8.1.2.3.11 Áreas Úmidas ou Alagáveis

Na área do empreendimento ocorrem algumas áreas com risco de alagamento, inclusive dentro da bacia de drenagem dos Rios São Manuel e São João (Figura 8.137), conforme dados geoespaciais produzidos pela antiga SUDERHSA, disponibilizados pela Instituto de Água e Terra do Estado do Paraná.

Por se tratar de um empreendimento com barramento já consolidado, o risco de alagamento de áreas úmidas não se aplica, apesar de que ocorram áreas do tipo no local. Da mesma forma, é valido citar que o local do empreendimento não se encontra próximo dos sítios RAMSAR brasileiros.

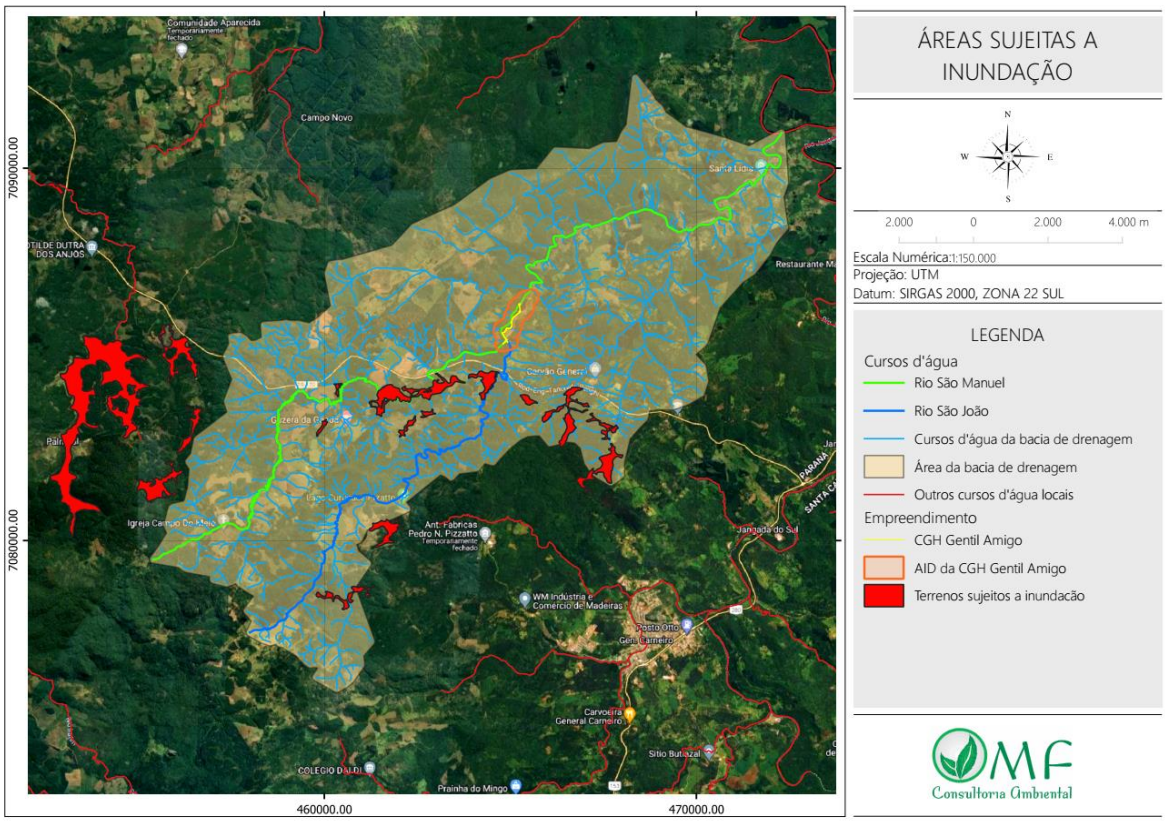


Figura 8.137: Áreas sujeitas a alagamento na região do empreendimento.

8.1.2.4 Águas Subterrâneas

8.1.2.4.1 Aquífero Guarani

Utilizando a descrição da MMA (2015), o Aquífero Guarani é caracterizado como um aquífero sedimentar representado pelos arenitos avermelhados, finos a médios, quartzosos, normalmente bimodais da Formação Botucatu, um conjunto de estratos eólicos que se encontram abaixo dos basaltos da Formação Serra Geral. Os depocentros da Formação Serra Geral, a ativação de sistemas de falhas, os soerguimentos nas bordas e a ativação dos arcos de Rio Grande e Ponta Grossa são as condicionantes estruturais destacáveis deste Sistema (ARAÚJO *et al*., 1995). O mecanismo de recarga do aquífero é muito incerto tendo em vista a alta declividade desfavorável das áreas aflorantes (HINDI, 2007). Na área de influência da CGH Gentil Amigo, o Aquífero Guarani se apresenta em zona confinada, tendo em vista sua localização no interior da bacia.

No que se refere a produtividade, o Aquífero Guarani no local em que será implantado o empreendimento possui Classe 1, ou seja, produtividade muito alta, fornecimento de água de importância regional, abastecimento de grandes cidades e grandes irrigações se destacando nacionalmente (DINIZ *et al*., 2014). Sua capacidade específica é igual ou acima de $4\,(\mathrm{m^3 h^{-1}})\ \mathrm{m^{-1}}$, a transmissividade igual ou acima de $10^{-2}\mathrm{m^2 s^{-1}}$, condutividade hidráulica igual ou acima de $10^{-4}\mathrm{m s^{-1}}$ e vazão igual ou superior a 100 $\mathrm{m^3 h^{-1}}$ (DINIZ *et al*., 2014). O MMA (2015) ainda aponta outras características do aquífero, como o seu Nível Estático (NE) que é observado em um intervalo de 0,5 a 234,7m, com

mediana de 41,6m. Outra informação apontada é a vazão mediana dos poços que captam água do aquífero Guarani sendo igual a $40 \mathrm{m}^3 \mathrm{h}^{-1}$.

Caracterizando este aquífero de forma hidroquímica, a zona confinada quando comparada com a zona aflorante do Aquífero Guarani apresenta as concentrações mais elevadas destes parâmetros, como alcalinidade total, alcalinidade à fenolftaleína, dureza, STD bicarbonato, cloreto, fluoreto, sulfato, sódio, temperatura, pH e condutividade elétrica, tendo na Figura 8.138 os valores da área confinada compilados.

Parâmetros	Unidade	Guarani zona confinada		
		máximo	mediana	mínimo
Temperatura	°C	65,00	29,00	17,40
Condutividade específica	µScm a 25°C	5.100,00	259,00	20,50
pH		10,13	8,21	4,80
Alcalinidade total	mgL-1	291,06	109,21	10,00
Alcalinidade à fenolftaleína	mgL-1	207,05	80,88	8,30
Dureza total	mgL-1 de $CaCO_3$	12.020,29	60,07	1,85
Sólidos totais dissolvidos	mgL-1	2.522,00	173,00	34,00
Sílica dissolvida	mgL-1	70,90	30,10	13,40
Bicarbonato	mgL-1	302,89	98,64	6,33
Carbonato	mgL-1	79,31	0,00	0,00
Cloreto	mgL-1	612,00	2,90	0,05
Fluoreto	mgL-1	13,80	0,40	0,01
Fosfato	mgL-1	3,15	0,09	0,01
Sulfato	mgL-1	2.225,00	7,24	0,50
Nitrato	mgL-1	35,80	0,21	0,00
Nitrito	mgL-1	0,54	0,01	0,00
Cálcio	mgL-1	113,00	6,30	0,52
Magnésio	mgL-1	12,60	0,63	0,02
Sódio	mgL-1	1.347,00	43,33	0,60
Potássio	mgL-1	9,06	1,20	0,06
Ferro total	mgL-1	1,96	0,01	0,01

Figura 8.138: Valor dos parâmetros hidroquímicos da zona confinada do Aquífero Guarani.
Fonte: MMA (2015).

Em relação à potabilidade da área confinada deste aquífero, Hindi (2007) aponta para um aumento das concentrações de sódio, cloreto, fluoreto, sulfato, bicarbonato, carbonato, sólidos totais dissolvidos e pH, se tornando impróprias para consumo humano sem devido tratamento. Entretanto, estes locais que apresentam parâmetros acima da máxima permitida, possuem temperaturas elevadas favorecendo outras formas de uso para água subterrânea (águas termais).

Por fim, vale ressaltar que a porção confinada do Aquífero Guarani apresenta uma característica importante no que se refere à sua vulnerabilidade para contaminação, por existir um predomínio de poços onde o nível estático está acima do teto do aquífero, a zona confinada deste aquífero se torna pouco vulnerável à contaminação (MMA, 2015).

8.1.2.4.2 Aquífero Serra Geral

Considerado o mais importante e estratégico aquífero do Paraná para o abastecimento público, o Aquífero Serra Geral é um aquífero fraturado representado por basaltos, dacitos, riolitos, depósitos hidrovulcanoclásticos e camadas de arenitos itertrapes, as quais confinam o aquífero Guarani (MMA, 2015). Neste caso, a proximidade dos lineamentos (estruturas geológicas rúpteis subverticais), azimutes com maior tensão tectônica e avaliação de superfície potenciométrica são condicionantes geológicos que potencializam o acúmulo e circulação das águas nos aquíferos fraturados (MMA, 2015). Vale ressaltar que toda área de afloramento da unidade pode ser considerada área de recarga do aquífero (MMA, 2015). Sendo assim, a CGH Gentil Amigo está localizada na faixa aflorante do Aquífero Serra Geral.

Em relação à produtividade deste aquífero, mais pontualmente falando do local de implantação do empreendimento, foi classificado com Classe 5, ou seja, muito baixa, porém localmente baixa, com fornecimentos contínuos dificilmente garantidos, e capacidade específica variando de 0,04 a $0{,}4\ (\mathrm{m^3 h^{-1}})\ \mathrm{m^{-1}}$, a transmissividade entre 10^{-6} e $10^{-5}\mathrm{m^2 s^{-1}}$, condutividade hidráulica entre 10^{-8} e $10^{-7}\mathrm{ms^{-1}}$ e vazão entre 1 e $10\mathrm{m^3 h^{-1}}$ (DINIZ *et al*., 2014). Outra característica também apontada pelo MMA (2015) é o Nível Estático (NE) o qual foi observado entre 0,28 e 195,8m, com mediana de 16m. Para a vazão mediana dos poços que captam água do Aquífero Serra Geral, MMA (2015) indica o valor de $9\mathrm{m^3 h^{-1}}$.

Para os parâmetros hidroquímicos do aquífero, foram utilizados 343 laudos físico-químicos obtidos em Athayde (2013) que podem ser observadas na Figura 8.139.

Parâmetro	Máximo	Mínimo	Média	Mediana
Alcalinidade total *	182,0	10,0	77,4	73,0
Dureza total *	189,0	2,2	57,2	54,5
Total de sólidos dissolvidos *	1076,0	33,0	152,0	143,0
Sílica dissolvida *	81,9	0,1	44,2	44,8
Bicarbonato *	222,9	4,5	87,2	83,7
Carbonato *	135,2	0,0	5,8	0,0
Cloreto *	74,6	0,03	3,6	1,7
Fluoreto *	3,5	0,01	0,2	0,1
Fosfato *	8,9	0,02	0,2	0,2
Sulfato *	580,0	0,01	4,3	0,5
Nitrato *	42,43	0,01	5,4	2,3
Nitrito *	0,5	0,0	0,01	0,01
Cálcio *	56,0	0,7	16,2	15,2
Magnésio *	13,9	0,02	3,8	3,3
Sódio *	320,0	0,9	17,9	8,5
Potássio *	20,0	0,1	0,8	0,6
Ferro *	0,9	0,01	0,2	0,01
pH	10,2	5,4	7,5	7,2
Condutividade elétrica (µS/cm)	1.257,0	33,8	180,1	162,1

*Valores em mgL^{-1}

Figura 8.139: Valor dos parâmetros hidroquímicos do Aquífero Serra Geral.
Fonte: MMA (2015).

Desta forma, se tratando da potabilidade das águas, predominam poços que registram o pH como único parâmetro que restringe o consumo "*in natura*", entretanto o tratamento simples possibilita a aptidão para o abastecimento público (MMA, 2015).

Por fim, de forma geral a vulnerabilidade do Aquífero Serra Geral é classificada principalmente como alta e secundariamente com média vulnerabilidade à contaminação (MMA, 2015).

8.1.2.4.3 Uso da Água Subterrânea

O levantamento do uso da água subterrânea no município de General Carneiro, foi feito através do compilado de dados da base de outorga do Instituto Água e Terra (IAT) no Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (SIGARH), o qual aponta apenas nove outorgas com o tipo de interferência “captação subterrânea” no município.

De forma geral, a finalidade apontada pelos documentos é de maioria para consumo humano e limpeza, em sua maioria para residência, entretanto com alguns registros voltados para a indústria. Apenas uma outorga informa a finalidade para criação de animais.

Em relação as vazões registradas, o valor máximo é de 15,00 m³/dia com finalidade sanitária para indústria e o mínimo 0,9m³/dia para uso sanitário de residência.

8.1.2.5 Análises Hidrologia

8.1.2.5.1 Análise da Interferência do Empreendimento na Capacidade de Autodepuração do Rio

Rodrigue (2005) relata que a capacidade de autodepuração de um curso hídrico está relacionada a capacidade de decomposição da matéria orgânica presentes no ambiente aquático. Levando em consideração o contexto atual, a autodepuração pode ser observada como um processo de sucessão ecológica, onde verifica-se o reestabelecimento natural da comunidade em uma sequência sistemática de populações até atingir o equilíbrio da comunidade (SARDINHA *et al*., 2008).

Esse processo é divido quatro zonas, a de degradação, decomposição ativa, recuperação e zona de águas limpas (BRAGA *et al*., 2005).

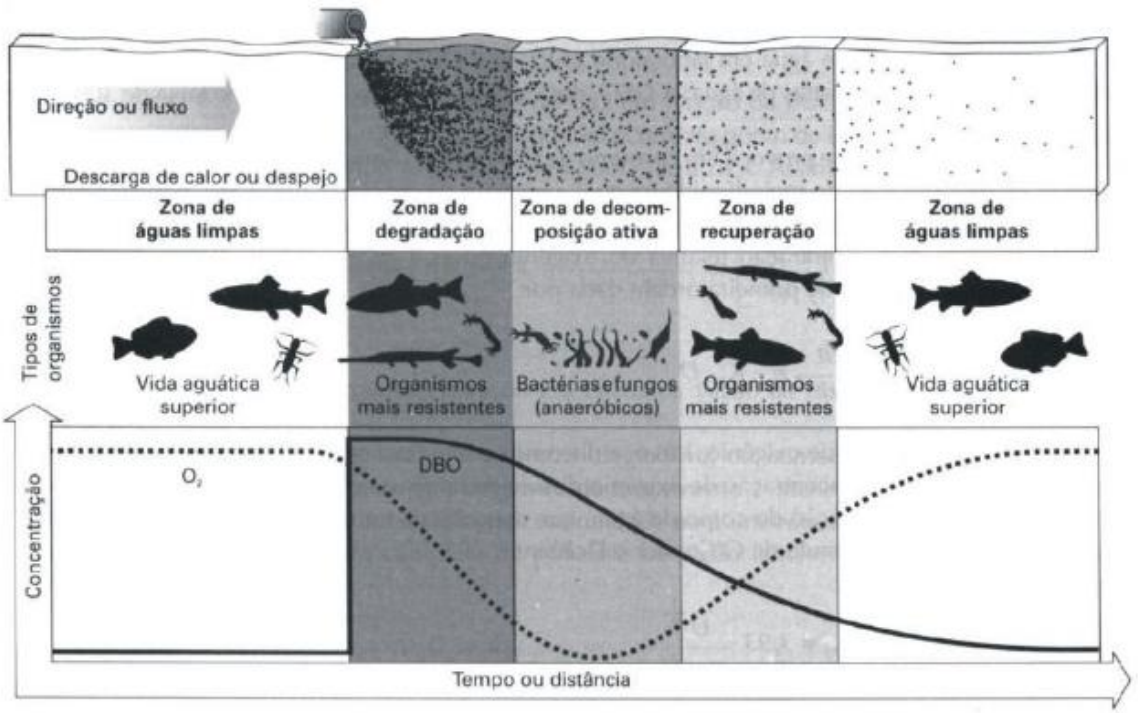


Figura 8.140: Zonas de autodepuração.
Fonte: Braga *et al*. (2005).

Visto que o processo de autodepuração de um curso hídrico está diretamente relacionado a comunidades de organismos presentes no meio, pode-se afirmar que a capacidade de autodepuração de cursos hídricos está relacionada diretamente com a produção de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio. Visando suprir as necessidades fisiológicas dos organismos decompositores.

Apesar da região de estudo encontrar-se em uma região de clima subtropical, Esteves (2011) relata que em regiões tropicais em reservatórios novos a taxa de oxigênio dissolvido nessas áreas afetadas são fatores críticos para a qualidade da água, principalmente pelo fato da alta taxa de decomposição de matéria orgânica excedente na região afetada, provenientes de processos de supressão de vegetação ou terraplanagem, resultando em baixa produção de oxigênio.

Em casos onde se faz uso do represamento do rio, a instalação do empreendimento pode reduzir nos primeiros anos capacidade de autodepuração do curso hídrico afetado, que poderá reter maior taxa de nutrientes e a diminuição do volume hídrico na região do trecho de vazão reduzida.

No entanto, a CGH Gentil Amigo conta com reservatório já consolidado, portanto os principais impactos não deverão ocorrer.

Ainda, vale salientar que ocorrerá redirecionamento da vazão do rio, portanto é esperado algum impacto no trecho de vazão reduzida e jusante da casa de força.

8.1.2.5.2 Análise de Possibilidade da Ocorrência de Eutrofização em Função da Carga Poluidora Identificada

Considerando os valores apresentados do Índice de Estado Trófico da área amostral, as possibilidades para os pontos MRES, TVR e JCF são baixas. No ponto do reservatório foram visualizadas alterações, especialmente na 2ª campanha, indicando que atualmente existem fontes de contaminação de fósforo no local. Contudo, considerando que o barramento já possui reservatório consolidado, e que não foram observados bancos de macrófitas flutuantes nas visitas in loco, como indicado no item 8.1.2.3.6.2.5 Flora Aquática, considera-se que a possibilidade de eutrofização neste ponto é baixa. De todo modo, o crescimento dos bancos de macrófitas deve ser monitorado.

Tabela 8.75: Resultados do IET.

Campanhas	MRES	RES	TVR	JCF	Média
1ª	42,39	60,31	42,39	42,39	46,87
2ª	47,84	65,78	48,43	46,98	52,26
Média geral	49,57				

Tabela 8.76: Classificação dos estados tróficos.

Categoria	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supertrófico	Hipertrófico
Ponderação	IET< 47	47< ET < 52	52 < ET < 59	59 < ET < 63	63 < ET < 67	ET > 67

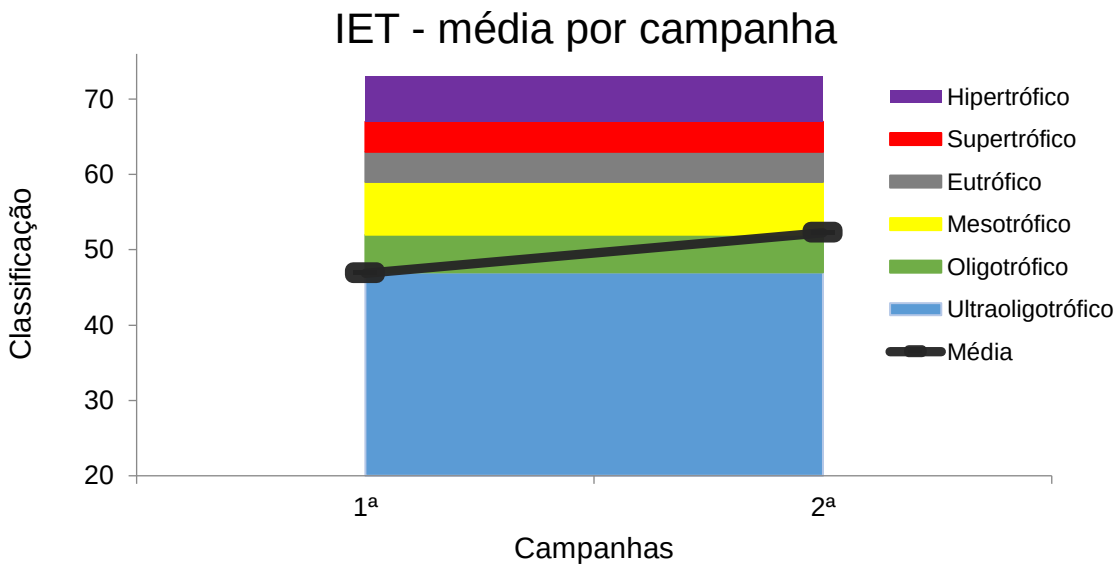


Figura 8.141: IET das duas primeiras campanhas.

No entanto deve-se levar em consideração os panoramas elencados referentes a capacidade de autodepuração do curso hídrico afetado.

8.1.2.5.3 Análise de Correlação entre o Empreendimento e os Usos da Água Atuais e Futuros.

Em análise dos dados retratados nos capítulos anteriores referentes a fontes de contaminação e usos de água na área de drenagem do empreendimento, foi levantado o total de duas outorgas de água, entretanto, nenhuma delas categorizada como “lançamento de efluentes” presentes a montante do empreendimento.

Tabela 8.77: Outorgas para uso da água superficial em General Carneiro – PR.

Protocolo/Portaria	Situação	USO	FINALIDADE	LOCALIZAÇÃO
119086558 / 267/2018	Vigente	Saneamento	Abastecimento público	22J 466067.17 7077001.65
161347655	Vigente	Agropecuária	Processo industrial	22J 469203.00 7076396.97
160244933	**Vigente**	**Agropecuária**	**Dessedentação de animais**	**22J 460706.82 7078241.90**
131902638	Em Tramitação	Outros	Processo industrial	22J 445840.85 7076656.05
54723210 / 476/2003-DRH	**Vigente**	**Indústria**	**Reservatório**	**22J 460476.12 7080665.18**

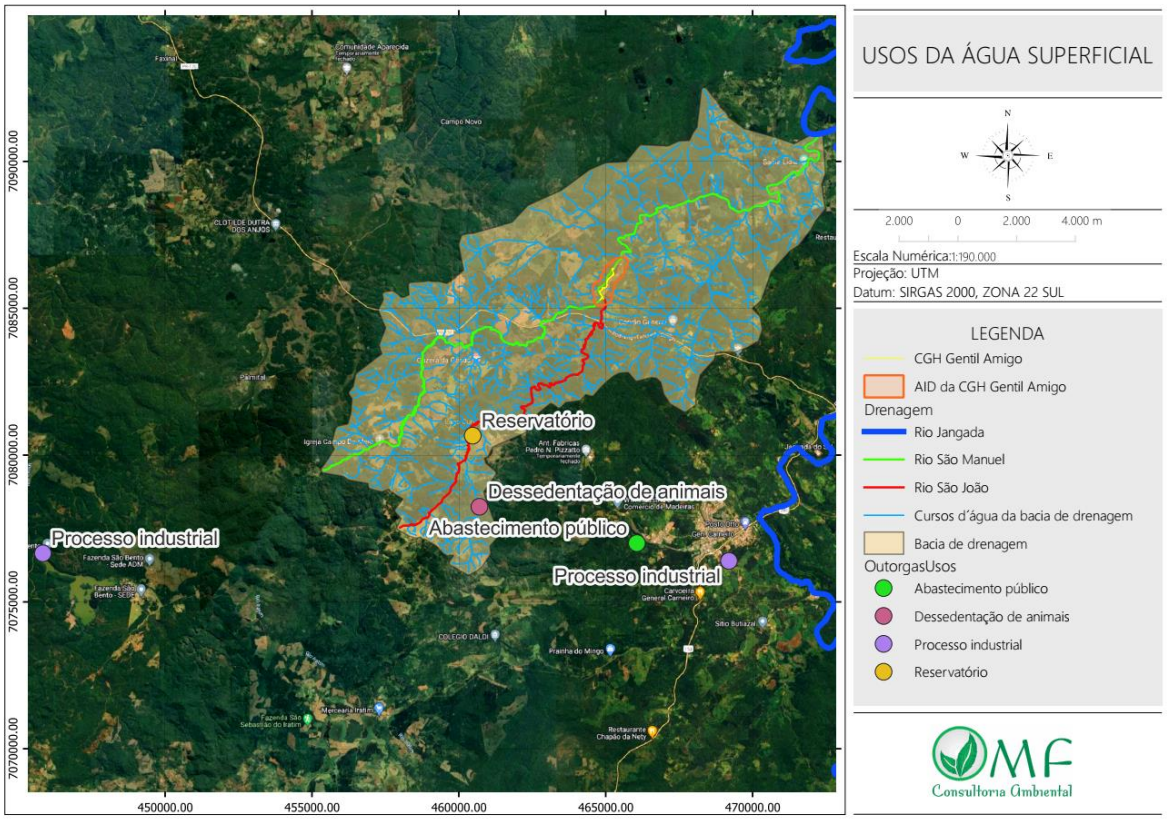


Figura 8.142: Distribuição das outorgas do uso da água em General Carneiro – PR.

Dentre as outorgas dentro dá área de drenagem, os usos para reservatório e dessedentação animal não caracterizam como fontes de contaminação.

Levando em consideração o apresentado, os usos de água elencados na região possuem baixa correlação com o empreendimento, com exceção dos empreendimentos a montante do empreendimento, como a outorga para reservatório com finalidade industrial, podendo afetar a qualidade da água do aproveitamento hidrelétrico.

8.1.2.5.4 Analise das Alterações da Qualidade da Água em Função da Degradação da Matéria Orgânica Presente na Área a Ser Alagada

Visto que a CGH Gentil Amigo apresenta reservatório consolidado, estas alterações não se aplicam.

8.1.2.5.5 Proliferação de Macrófitas em Função da Criação de Ambiente Favorável e da Qualidade da Água

Visto que a CGH Gentil Amigo apresenta reservatório consolidado, não a criação de novos ambientes favoráveis. Além disso, não foram identificadas macrófitas com forma de vida flutuantes com potencial danoso no local.

Processo erosivos ou de depósitos de sedimentos na área de influência do empreendimento podem vir a contribuir para o crescimento principalmente de macrófitas fixas, e que devem ser monitorados com o decorrer da instalação do empreendimento.

Apesar da área de drenagem estar inserida em uma região estritamente agrícola, o manejo empregado na agricultura moderna, reduziu muito as perdas de solo em função das práticas conservacionistas empregadas nas lavouras atualmente.

8.1.2.6 Considerações Finais

Após uma análise detalhada das características hidrológicas da região, incluindo a disponibilidade de água, a sazonalidade das chuvas e o fluxo do rio, podemos concluir que a implantação da usina é uma medida promissora para a geração de energia limpa e renovável.

O estudo hídrico revelou que o Rio São Manuel possui um potencial hídrico significativo, adequado para a instalação de uma Central Geradora Hidrelétrica (CGH) de pequeno porte, como a CGH Gentil Amigo. Além disso, foram identificadas medidas mitigatórias e de monitoramento ambiental que devem ser implementadas durante todas as fases do projeto, visando preservar a integridade do ecossistema aquático local e minimizar possíveis impactos negativos sobre a biodiversidade e as comunidades ribeirinhas.

Portanto, com base nos resultados do estudo hídrico e nas medidas propostas para mitigação de impactos, concluímos que a implantação da CGH Gentil Amigo no Rio São Manuel é uma alternativa viável e sustentável para a geração de energia elétrica na região de General Carneiro. Este empreendimento tem o potencial não apenas de contribuir para o suprimento de energia limpa, mas também de impulsionar o desenvolvimento econômico e social local, gerando empregos diretos e indiretos durante a sua construção e operação, desde que seja realizado com o devido cuidado ambiental e respeito às normativas vigentes.

8.1.3 Prognóstico Ambiental

O Prognóstico Ambiental é compreendido como as ações que deverão ser tomadas a partir da identificação dos impactos ambientais identificados para o empreendimento em questão.

Neste capítulo, serão listados e avaliados todos os impactos identificados em campo, além dos eventos que estão citados no Termo de Referência. Além disso, Medidas mitigadoras serão apresentadas juntamente aos impactos para prevenir ou diminuir os efeitos negativos provenientes destes eventos.

Para o Meio Físico, foram avaliados 23 impactos ambientais, que são discorridos a seguir.

8.1.3.1 Meio Físico

A avaliação dos impactos ambientais que competem ao meio físico, bem como as medidas mitigadoras para cada impacto levantado para a CGH Gentil Amigo, foram interpretados de maneira singular para o empreendimento, levando em considerações as observações feitas em campo.

A CGH Gentil Amigo possui uma característica que auxilia na diminuição dos impactos ambientais gerado pelo empreendimento ao Meio Físico. Conforme pode ser visto na Figura 8.143 e Figura 8.144, a existência de um reservatório usado para uma antiga usina no local (Figura 8.145 e Figura 8.146).

A existência deste barramento/reservatório, poderá ser acompanhado na descrição dos impactos abaixo, como um fator que auxilia a diminuição de alguns impactos que a CGH Gentil Amigo deve gerar na região de instalação.



Figura 8.143: Reservatório existente que será utilizado pela CGH Gentil Amigo (464912E / 7085394N).



Figura 8.144: Barramento existente que será utilizado pela CGH Gentil Amigo (464912E / 7085394N).



Figura 8.145: Antiga usina próxima a CGH Gentil Amigo (465218E / 7086311N).



Figura 8.146: Estruturas da antiga usina próxima a CGH Gentil Amigo (465218E / 7086311N).

8.1.3.2 Prognóstico – Geologia/Geomorfologia

8.1.3.2.1 Descaracterização das Condições Geológicas

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

A instalação e operação de um empreendimento hidrelétrico deve alterar alguns fatores do meio físico, devido processo de movimentação de parcelas de solo, inserção de pesos próximos a taludes, novos cortes e abertura de taludes podem causar algum tipo de instabilidade nos locais, resultando algum movimento de massa. Bem como a formação de um reservatório, o qual a partir do enfraquecimento das margens do curso d'água retira os sedimentos na nova área de nível do rio.

Outro impacto que pode ser gerado pela formação do reservatório, seria o aparecimento de sismos induzidos, causados pelo alívio de esforços que ocorrem na percolação da água em planos de descontinuidade do substrato rochoso. Entretanto, ressalta-se que este impacto só seria possível em condições extremas de empreendimentos de grande porte, sendo improvável a ocorrência na CGH Gentil Amigo, tendo em vista dois fatores: o pequeno porte do reservatório do empreendimento e o principal, o reservatório já existe e será apenas reutilizado.

Além disso, conforme visto no tópico 8.1.1.4.3.1 a área da CGH Gentil Amigo não possui potencial para movimento de massa. Com a análise em campo, não foram encontradas feições indicativas para tal evento, apenas alguns blocos e materiais rolados conforme visto na Figura 8.13 e Figura 8.11.

Tabela 8.78: Descaracterização das Condições Geológicas.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível

Atributo	Qualificação
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

8.1.3.2.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a descaracterização das condições geológicas, serão contemplados os seguintes programas ambientais e medidas mitigadoras:

- Programa de monitoramento e qualidade das encostas;
- Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos;
- Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras.

8.1.3.2.2 Mudança da Paisagem e Alteração das Características Dinâmicas do Relevo

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

A instalação das estruturas e o barramento para formação do reservatório para a geração de energia por um empreendimento hidrelétrico, resultarão na alteração de maneira permanente, da morfologia dos terrenos das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento devido aos novos elementos adicionados.

Por exemplo, o barramento e a implantação das estruturas de arranjo e de apoio onde uma CGH está projetada, contará com a movimentação de parcelas do solo, extraídas por meio de cortes e abertura de taludes ou adicionados na forma de aterros, modificando as características originais do terreno. Se tratando da formação do reservatório, apesar deste elemento possuir dimensões menores nos casos de CGHs, áreas próximas podem sofrer alagamento e até mesmo ficarem imersas.

Além disso, outras alterações como a modificação no âmbito visual de percepção da paisagem, decorrente, primeiramente, pela implantação do canteiro de obras, vias de acesso e das construções civis e, posteriormente, com a formação do reservatório. Este último inclusive acarretando em alteração do regime hídrico, anteriormente lótico, posteriormente lêntico nas áreas diretamente afetadas.

Apesar destes impactos ocorrerem nos empreendimentos hidrelétricos, destaca-se que a CGH Gentil Amigo não apresentará alterações na área de implantação do reservatório, tendo em vista a existência no local, o qual será reaproveitado pela CGH. Portanto, especificamente neste empreendimento, as alterações das características dinâmicas do relevo devem ser vistas principalmente na presença das estruturas de arranjo e de apoio.

Tabela 8.79: Alteração das Características Dinâmicas do Relevo.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Alta

8.1.3.2.2.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a mudança da paisagem, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos;
- Programa de recuperação de áreas degradadas.

8.1.3.2.3 Instabilização de Taludes

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

A instabilização de taludes relacionado com empreendimentos hidrelétricos, deve ocorrer primeiramente na fase de instalação e posteriormente na fase de operação.

O período de obras, terá a presença da movimentação dos maquinários, veículos pesados e equipamentos que irão movimentar grandes quantidades de solo, com a retirada e realocamento em outras áreas, fatores que devem causar por si só algum tipo de instabilização de taludes na área de influência do local. Entretanto, conforme visto no **Anexo 9 – Suscetibilidade a Movimento de Massa**, a área da CGH Gentil Amigo, não possui alto grau de vulnerabilidade para movimento de massa. Destaca-se apenas alguns blocos rolados próximos ao reservatório e alguns materiais rolados vistos em um corte de estrada no decorrer do acesso do empreendimento, conforme visto anteriormente na Figura 8.13 e Figura 8.11.

Na fase de operação, os taludes existentes próximos ao reservatório também podem sofrer instabilização, tendo em vista a retirada do solo pelo novo nível do rio, podendo desencadear problemas como o assoreamento dos rios, tendo em vista a alta quantidade de solo depositado diretamente no curso d'água em questão.

Entretanto, no caso da CGH Gentil Amigo, o reservatório já existe e será apenas reaproveitado no empreendimento, portanto não deve alterar na estabilidade dos taludes próximos ao reservatório.

Tabela 8.80: Instabilização de Taludes.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

8.1.3.2.3.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a instabilização de taludes, serão contemplados os seguintes programas ambientais e medida mitigadora:

- Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos;
- Programa de monitoramento e qualidades das encostas;
- Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras.

8.1.3.2.4 Instabilização da Margem do Rio ou Reservatório

Fase: Operação **Local**: ADA/AID

De forma geral, um empreendimento hidrelétrico a partir do início da fase de operação, com consequente formação do reservatório, causará movimentações no ambiente que não estava acostumado a sofrer.

A formação do reservatório com consequente aumento e diminuição do nível do rio deve causar o enfraquecimento das margens do curso d'água/reservatório, tendo em vista retirada de material que a água deve executar na margem.

Entretanto, o reservatório da CGH Gentil Amigo já existe e será reaproveitado pelo empreendimento, ou seja, não deve haver alteração na estabilidade da margem do rio ou do reservatório, causando uma instabilidade neste local.

Tabela 8.81: Instabilização da margem do rio ou reservatório.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

8.1.3.2.4.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a instabilização da margem do rio ou reservatório, apesar da baixa probabilidade de ocorrência, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos;
- Programa de monitoramento e qualidade das encostas.

8.1.3.2.5 Desenvolvimento de Processos Erosivos

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

A existência de um empreendimento hidrelétrico e todo o seu processo de instalação e operação, irá movimentar terra, alterar a cobertura vegetal e outras atividades que podem potencializar os processos erosivos.

A fase de instalação do empreendimento, terá o assentamento de um canteiro de obras que deve ser o principal foco dos processos erosivos nesta fase. A remoção da cobertura vegetal para a sua instalação, causará na exposição de um solo que já possui certa predisposição para estes eventos erosivos.

Conforme visto no **Anexo 12 – Pedologia**, as áreas de cambissolo que hoje são ocupadas por pastagem, ou seja, não possuem uma cobertura vegetal densa, estão classificadas como áreas de média e alta suscetibilidade à erosão. Portanto, a partir do momento em que houver a exposição do solo esta classe será elevada com maior potencial.

De forma concomitante, o processo de assoreamento ocorre conforme os sedimentos erodidos tanto no momento de existência deste canteiro de obras, quanto na fase de operação com a formação do reservatório, alcançam o corpo hídrico, aumentando a carga sedimentar. Além disso, a formação do reservatório deve alterar o ambiente para lêntico, ocasionando na deposição dos sedimentos junto ao reservatório, alterando o balanço sedimentológico do curso d'água.

No caso da CGH Gentil Amigo, os impactos que poderiam estar relacionados com a formação do reservatório não devem ser aplicados, tendo em vista a existência deste que será reaproveitado pelo empreendimento em questão.

Tabela 8.82: Desenvolvimento de processos erosivos.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média

Atributo	Qualificação
Probabilidade de ocorrência	Alta

8.1.3.2.5.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo o desenvolvimento de processos erosivos, serão contemplados da seguinte forma:

- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos.

8.1.3.2.6 Comprometimento de Jazidas Minerais

Fase: Não se aplica **Local**: Não se aplica

O comprometimento de jazidas minerais pelo empreendimento, deve ocorrer principalmente em ocasiões de muita proximidade da obra com locais de mineração, gerando extremo transtorno para localidades próximas. Além disso, pode ocorrer o alagamento das áreas de jazida, bem como consequente assoreamento do lago, tendo em vista a exposição do solo/sedimentos que a jazida resulta.

Entretanto, conforme visto no item 8.1.1.4.4 sobre Recursos Minerais, a AII da CGH Gentil Amigo abrange um processo minerário que está localizado 2,95km de distância da ADA, além disso não possui atividade de lavra, atualmente se encontra em autorização de pesquisa. Sendo assim, não deve ocorrer interferência nenhuma no comprometimento das jazidas minerais.

Tabela 8.83: Comprometimento de jazidas minerais.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativo
Forma	-
Temporalidade	-
Duração	-
Reversibilidade	-
Magnitude	-
Importância	-
Probabilidade de ocorrência	Não se aplica

8.1.3.2.6.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo o comprometimento de jazidas minerais foi contemplada a seguinte medida mitigadora:

- O Diagnóstico do Meio Físico da CGH Gentil Amigo trouxe as informações existentes sobre os processos minerários, em especial aqueles próximos ao empreendimento, demonstrando inexistência do comprometimento entre si.

8.1.3.2.7 Comprometimento de Cavidades Naturais

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID/AII

As cavidades naturais são elementos extremamente sensíveis no que tange a conservação e proteção ambiental, sendo inclusive previstas na Constituição, com bens da união e preserváveis perante a legislação, portanto, é de grande importância a avaliação do impacto que uma hidrelétrica deve gerar neste elemento.

O comprometimento que um empreendimento como uma Central Geradora Hidrelétrica pode causar em cavidades naturais, pode ser exemplificado em dois momentos: primeiramente na fase de instalação, a partir do momento da ação dos maquinários em escavação, pode ser identificado uma nova cavidade a qual não possui registro e nem identificada em campo. Posteriormente em fase de operação, a formação do reservatório pode causar a submersão de cavernas.

Neste caso em específico, destaca-se que a CGH Gentil Amigo utilizará um reservatório já existente, portanto não haverá aumento do nível deste. Vale ressaltar que eventos desta magnitude ocorrem apenas em empreendimentos de grande escala. Outro fator que auxilia na inexistência deste impacto é a litologia da área, rochas como o basalto (dominante no empreendimento), possui baixo potencial para a ocorrência de cavernas. Sendo assim, o comprometimento de cavidades naturais não deve ser impactado por qualquer fase participante do licenciamento da CGH Gentil Amigo.

Tabela 8.84: Comprometimento de cavidades naturais.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Baixa

8.1.3.2.7.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo o comprometimento de cavidades naturais, serão contemplados:

- O Diagnóstico do Meio Físico da CGH Gentil Amigo trouxe as informações existentes sobre a ocorrência e potencial espeleológico da região, além do caminhamento feito pelos técnicos na área (Figura 8.32) conforme visto no tópico

8.1.1.4.5 sobre Espeleologia, demonstrando o baixo potencial de formação de cavidades, como visto no **Anexo 11 – Espeleologia**, podendo afirmar o improvável comprometimento (devido inexistência) de cavidades naturais neste caso.

8.1.3.2.8 Propagação de Vibrações

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Tendo em vista as obras que irão ocorrer na fase de instalação da CGH Gentil Amigo, destaca-se aqui a propagação de vibrações que os maquinários, veículos e atividades semelhantes geram, causando transtorno para civis e para a fauna que vive nas proximidades do empreendimento.

Além disso, de forma mais sutil e praticamente imperceptível, a fase de operação também pode causar a propagação de vibrações pontualmente nas proximidades das turbinas geradoras de energia, entretanto neste caso não deve gerar incômodo para os moradores próximos, no máximo, para a fauna que transita pelo local.

Ressalta-se aqui que a delimitação da AID conforme o tópico 8.1.1.3.2, leva em consideração principalmente este impacto para sua definição, demonstrando assim, um cuidado do estudo em relação ao tema.

Tabela 8.85: Propagação de vibrações.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Pequena
Probabilidade de ocorrência	Alta

8.1.3.2.8.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a propagação de vibrações, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Utilização de EPIs para funcionários envolvidos na obra;
- Programa de monitoramento de ruídos.

8.1.3.3 Prognóstico – Solo

8.1.3.3.1 Alteração da Fertilidade do Solo (NPK, Matéria Orgânica, pH, micronutrientes)

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

Na fase de instalação, o assentamento do canteiro de obras no local causará uma exposição do solo em questão, facilitando a infiltração de resíduos sólidos e efluentes que possam eventualmente vazar dos maquinários, veículos que estarão trabalhando no local ou até mesmo de sanitários que devem ser instalados para uso de operários. Neste cenário, estes materiais provenientes de vazamentos, podem alterar o teor de matéria orgânica e pH no local.

Se tratando da fertilidade existente no local, a classificação da pedologia na ADA e principalmente na AID da CGH Gentil Amigo, se caracterizam por possuir baixa fertilidade, sendo notado inclusive na baixa presença de campos de agricultura no local.

Portanto, em eventual alteração da fertilidade do solo (a qual não é alta) próximo ao empreendimento, será de forma pontual nos locais de instalação do canteiro de obras e movimentação de operários, maquinários e veículos envolvidos nas obras.

Tabela 8.86: Alteração da fertilidade do solo (NPK, matéria orgânica, pH, micronutrientes).

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Média

8.1.3.3.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a alteração da fertilidade do solo, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Revisão frequente de veículos e maquinários;
- Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários.

8.1.3.3.2 Contaminação por Resíduos e Efluentes/Contaminação do Solo (Substância Poluente Inorgânica e Orgânica)

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

A contaminação por resíduos e efluentes, bem como a contaminação do solo por substâncias poluentes tanto inorgânica como orgânica, devem ocorrer na fase de instalação do empreendimento.

O período de presença do canteiro de obras deve ser com o maior potencial aos impactos relacionados ao solo, tendo em vista a exposição sem cobertura vegetal deste, somado

aos possíveis vazamentos de combustíveis ou semelhantes, proveniente de veículos e maquinários relacionados a obra.

Além disso, durante a circulação dos operários, o descarte incorreto de determinados resíduos pode potencializar algum tipo de contaminação no solo ou nos corpos hídricos. De forma mais grave, durante a permanência destes trabalhadores, o ambiente também fica exposto à vazamentos de descargas de esgotos sanitários. Sendo assim, é necessário um bom planejamento para evitar o impacto ambiental, além da saúde dos trabalhadores que ficam em risco, pois o acúmulo do dejeto orgânico e resíduo sanitário pode causar desenvolvimento de focos de vetores de doenças.

A CGH Gentil Amigo por ter característica de pequeno porte, deve contar com um número reduzido de operários, portanto este impacto seria sentido de forma pontual nos locais de instalação do canteiro de obras e movimentação de operários, maquinários e veículos envolvidos nas obras.

Tabela 8.87: Contaminação por resíduos e efluentes e contaminação do solo.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Média

8.1.3.3.2.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a contaminação por resíduos e efluentes, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de educação ambiental para os trabalhadores;
- Programa de gestão de resíduos;
- Revisão frequente de veículos e maquinários;
- Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos;
- Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários.

8.1.3.3.3 Impermeabilização

Fase: Não se aplica **Local**: Não se aplica

O processo de impermeabilização de um ambiente está relacionado diretamente com a perda ou retirada da capacidade do solo de absorver água. Ou seja, encontra-se principalmente em obras que envolvem asfaltamento e pavimentação, que não serão contidas no empreendimento estudado.

No caso da CGH Gentil Amigo pode ser considerado que as estruturas de arranjo como a casa de força devem causar impermeabilização nos seus locais de instalação, entretanto analisando todo o contexto, é possível desconsiderar este impacto ou considera-lo como desprezível.

Tabela 8.88: Impermeabilização.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativo
Forma	-
Temporalidade	-
Duração	-
Reversibilidade	-
Magnitude	-
Importância	-
Probabilidade de ocorrência	Não se aplica

8.1.3.3.4 Aumento da Temperatura do Solo

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Conforme citado anteriormente, a fase de instalação tendo em vista a presença do canteiro de obras, potencializa os impactos relacionados com o solo próximo da ADA e AID, como o aumento da temperatura inicialmente na fase de instalação, tendo em vista a supressão vegetal, expondo assim, o solo à incidência direta de raio solar, prejudicando o desenvolvimento de plantas.

Além disso, na fase de operação, o aumento da temperatura do solo também pode estar atrelado as estruturas de arranjo, tendo em vista o aquecimento conforme alta incidência dos raios solares, irradiando para as áreas mais próximas da estrutura. Entretanto, tendo em vista o porte destes elementos, este aumento deve ser sentido de forma pontual e praticamente desprezível.

Tabela 8.89: Aumento da temperatura do solo.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Pequena
Probabilidade de ocorrência	Alta

8.1.3.3.4.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo o aumento da temperatura do solo, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de recuperação de áreas degradadas.

8.1.3.3.5 Acidificação do Solo (pH)

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Bem como citado anteriormente, o impacto de acidificação, assim como todos aqueles que envolvem o solo, estão relacionados principalmente a mudança de uso do solo durante as obras da fase de instalação, com a ocupação do canteiro de obras e movimentação constante da atividade antrópica.

A acidificação do solo está relacionada com a dissociação do CO^2, ou seja, a decomposição da matéria orgânica no solo, por exemplo, em cenários de derramamento acidental de resíduos ou efluentes de natureza orgânica, o resultado seria a alteração do pH do solo. Outro somatório de fatores seria a ação da água da chuva em local de inexistência de uma cobertura vegetal, em especial na área de instalação do canteiro de obras, resultando em processos de erosão, um potencializador da acidificação do solo.

Na CGH Gentil Amigo, os solos predominantes na ADA e AID, em especial o Nitossolo possui carácter ácido, portanto o impacto da acidificação aumentaria mais ainda o fator da acidez nos solos naturalmente ácidos.

Sendo assim, em eventual acidificação do solo próximo ao empreendimento (a qual já é naturalmente ácida), ocorrerá de forma pontual em locais de instalação do canteiro de obras e movimentação de operários, maquinários e veículos envolvidos nas obras.

Tabela 8.90: Acidificação do solo (pH).

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Pequena
Probabilidade de ocorrência	Média

8.1.3.3.5.1 Medidas de Gestão do Impacto

Para gestão do impacto ambiental compreendendo a acidificação do solo, serão contemplados os seguintes programas ambientais:

- Programa de recuperação de áreas degradadas;

- Revisão frequente de veículos e maquinários;
- Programa de educação ambiental para os trabalhadores;
- Programa de gestão de resíduos;
- Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos;
- Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários.

8.1.3.4 Prognóstico – Ar

8.1.3.4.1 Poluição Atmosférica por Fontes Móveis

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

Inicialmente, o primeiro impacto que deve ser gerado pela CGH Gentil Amigo na fase de implantação, onde destaca-se a movimentação de veículos e máquinas de construção civil, gerando assim, partículas de poeiras e emissão de gases devido queima de combustível, afetando moradores e trabalhadores.

Este impacto deve ser de baixa magnitude tendo em vista que não deve atingir níveis que provoquem grandes alterações, sendo de forma pontual com a passagem destes veículos e no momento de utilização dos maquinários. A qualidade do ar deve ser retomada assim que ocorrer o fim da instalação, consequentemente o fim da movimentação frequente destes veículos e operação das máquinas de construção civil.

Tabela 8.91: Alterações na qualidade do ar

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa

8.1.3.4.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Fornecimento de EPIs aos trabalhadores;
- Revisão frequente dos veículos e maquinários.

8.1.3.4.2 Poluição Sonora

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Este impacto pode acontecer tanto na fase de implantação, de forma conjunta à alteração na qualidade do ar, tendo em vista a poluição sonora proveniente da movimentação de veículos e máquinas de construção civil, o qual deve ser sanado com o fim das obras.

Entretanto, a poluição sonora pode ocorrer com a operação da casa de força da CGH Gentil Amigo, com baixa intensidade, gerando interferência de forma bem local.

Tabela 8.92: Poluição sonora.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Pequena
Probabilidade de ocorrência	Certa

8.1.3.4.2.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Fornecimento de EPIs aos trabalhadores;
- Revisão frequente dos veículos, maquinários e posteriormente das estruturas geradoras de ruídos.

8.1.3.5 Prognóstico – Água

8.1.3.5.1 Alteração na Qualidade da Água Superficial

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID/AII

A qualidade da água pode sofrer impacto inicialmente na fase de instalação, como apontado anteriormente, a partir do momento de início das obras. Com maquinários e veículos serão geradas partículas que poderão ser transportadas para o curso d'água aumentando sua turbidez e sólidos dissolvidos. Neste caso, o impacto deve ser de baixa magnitude e rapidamente reversível com o fim das obras.

Se tratando de um empreendimento com reservatório formado, não são previstos impactos sobre o enchimento deste. Ainda assim, o transporte de minerais para o solo pode ocorrer em decorrências de erosão causando alterações nos teores destes minerais e em piores hipóteses resultando na eutrofização.

De modo geral, os impactos aqui mencionados não devem ser de grande magnitude, tendo em vista que o reservatório formado não possui grandes dimensões.

Tabela 8.93: Alteração da qualidade das águas.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa

Atributo	Qualificação
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Alta
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

8.1.3.5.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Programa de monitoramento da qualidade da água do reservatório;
- Programa de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos;
- Programa de monitoramento da estabilidade encostas e taludes.

8.1.3.5.2 Alteração na Quantidade da Água Superficial

Fase: Operação **Local**: ADA

A CGH Gentil Amigo foi projeta com o formato de usina a fio d'água, pois sua barragem existente a mais de 50 anos, fez com que seu reservatório se tornasse parte do caminho natural do rio. Porém com a implantação da CGH Gentil Amigo, parte do rio ficara com um trecho de vazão reduzida, sendo necessário preservar a vazão sanitária ou vazão remanescente do rio neste trecho de vazão reduzida.

O grande impacto está relacionado ao trecho de vazão reduzida, onde a alteração de vazão durante a maioria do tempo poderá afetar a biodiversidade, esse contará com uma extensão de aproximadamente 1.295,00 m, que permanecerá com uma vazão remanescente calculada para este trecho seguindo as exigências da ANEEL, de 0,205 m³/s.

Tabela 8.94 Alteração no regime hídrico.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

8.1.3.5.2.1.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Programa de monitoramento da qualidade da água;
- Subprograma de monitoramento da biota aquática;
- Liberação da vazão sanitária de 0,205 m³/s;
- Execução do monitoramento hidrossedimentológico.

8.1.3.5.3 Alteração na Quantidade da Água Subterrânea

Fase: Não se aplica **Local**: Não se aplica

No caso da CGH Gentil Amigo pode ser considerado que as estruturas de arranjo como a casa de força devem causar impermeabilização nos seus locais de instalação, entretanto analisando todo o contexto, é possível desconsiderar este impacto ou considera-lo como desprezível. O porte do presente empreendimento não afetará a dinâmica de das águas subterrâneas da região.

8.1.3.5.4 Alteração nos Usos da Água

Fase: Operação **Local**: ADA

A existência de um barramento no local do empreendimento já produziu um pequeno reservatório, e seus usos já são condicionados a este, portanto não sendo previstos alterações no que se refere o reservatório.

Já após o início de operação do empreendimento, o trecho de vazão reduzida contará com menor quantidade de água disponível. Entretanto, não foram identificados usos da água nesta região.

Dessa maneira, as alterações ocorrerão com reflexos no meio físico, a modificação incidirá no âmbito visual de percepção da paisagem, decorrente da formação do trecho de vazão reduzida. Para verificar o as consequências do presente impacto, serão realizados monitoramentos alongo prazo da biota que se relaciona com o local e se provocará alterações na qualidade da água.

Tabela 8.95; Alterações nos usos da água.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa

8.1.3.5.4.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Programa de monitoramento da qualidade da água;
- Programa de monitoramento de fauna.

8.1.3.5.5 Aumento do Assoreamento de Corpos Hídricos

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA

Em decorrência do represamento, podem ocorrer alterações na dinâmica do corpo hídrico, tais como: tempo de residência, vazão, padrão de circulação, profundidade, nível de água, entre outras. Estas modificações influenciam diretamente na qualidade da água, sendo que, em comparação aos rios, os reservatórios apresentam um aumento na transparência da água e na concentração de nutrientes, em função das transformações hidrológicas.

Em geral, observa-se um aumento da produção primária, proliferação de macrófitas e modificações na composição da fauna, desde zooplâncton até ictiofauna. O barramento acumula sedimentos e nutrientes no reservatório e o trecho a jusante fica empobrecido em relação a sedimentos, matéria orgânica e nutrientes (BAXTER, 1977).

O regime de temperatura também é modificado na transição de ambiente lótico para lêntico. De acordo com Baxter (1977), a estratificação térmica e a depleção de oxigênio dissolvido raramente ocorrem em rios, devido a constante turbulência do fluxo, mas este curso é interrompido pela formação dos reservatórios. Deste modo, é esperado após o fechamento dos reservatórios da CGH Colussi, uma redução de temperatura, além da resistência à circulação e mistura das camadas, principalmente quando as turbinas estiverem paradas. O processo de estratificação irá depender da profundidade e da temperatura da água.

A abundância inicial de nutrientes ao longo do trecho, principalmente o fósforo e o nitrogênio, pode ocasionar um aumento significativo na população de algas e microrganismos decompositores na água, o que acarretará numa pequena redução dos índices de oxigênio dissolvido (OD). Este processo é denominado eutrofização e ocorre de forma natural, sendo intensificado pelo despejo de efluentes oriundos de residências, potreiros e demais atividades rurais e agrícolas, nos corpos hídricos.

Tabela 8.96: Aumento do assoreamento.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Longo prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa

8.1.3.5.5.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Monitorar a qualidade da água;
- Programa de monitoramento hidrossedimentológico;
- Programa de resgate e monitoramento da fauna aquática.

8.1.3.5.6 Aumento da Eutrofização e Floração

Fase: Operação **Local**: ADA

O aumento de concentração de nutrientes (nitrogênio e fósforo) aliando a diminuição da velocidade de escoamento formando remansos e meandros oportuniza a explosão populacional de macrófitas aquáticas, cujo incremento de biomassa pode interferir com o aporte de luz e energia no sistema hídrico, reduzindo também os níveis de oxigênio dissolvido e agravando ainda mais a sua capacidade de regeneração.

Tabela 8.97: Aumento da Eutrofização e Floração.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Longo prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Média

8.1.3.5.6.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Implementar o subprograma de acompanhamento e controle de macrófitas aquáticas, sendo que o monitoramento deve ser feito desde o início das obras, afim de se obter uma análise mais precisa das futuras medidas de controle.

8.1.3.5.7 Poluição por Efluentes Líquidos ou Resíduos Sólidos

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID/AII

A fase de implantação do empreendimento deve gerar aglomerações de trabalhadores e consequentemente geração de resíduos sólidos de construção, lixos orgânicos/inorgânicos, eventuais vazamentos de combustíveis podem contribuir, mesmo que de forma mínima, para a poluição das águas e dos solos.

Da mesma forma, após o início da operação é previsível que a geração de resíduos líquidos e sólidos seja diminuída, mas não cessada, portanto deve-se dar continuidade aos programas propostos.

Tabela 8.98: Poluição por efluentes líquidos e resíduos sólidos.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de Ocorrência	Média
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

8.1.3.5.7.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Revisão frequente de veículos e maquinários focando na possibilidade de vazamento de combustível;
- Instalação de lixeiras para descarte de resíduos sólidos;
- Execução do programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- Educação ambiental com os trabalhadores da obra.

8.1.3.5.8 Represamento de Resíduos Sólidos Sobrenadantes

Fase: Operação **Local**: ADA

A fase de operação do empreendimento deve gerar o represamento de material sobrenadante, tanto vegetal como antropogênico. Estes deverão ser represados nas grades da tomada d'água e pelas diversas outras grades com a função de barrar estes materiais e impedir sua passagem através das turbinas.

Essencialmente, o acúmulo destes materiais acarreta prejuízos ao processo de geração de energia, com potencial de causar danos às estruturas das turbinas.

Tabela 8.99: Represamento de resíduos sólidos sobrenadantes.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande

Atributo	Qualificação
Probabilidade de ocorrência	Certa

8.1.3.5.8.1 Medidas de Gestão do Impacto

- Programa ambiental para construção;
- Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos, para destinação correta dos materiais (coleta seletiva e reciclagem).

8.1.4 Matriz de Impactos Ambientais – Meio Físico

Matriz de Impactos Ambientais

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
Físico	Geologia/Geomorfologia	Descaracterização das Condições Geológicas	X	X	Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA/AID	B	M	B	8	Moderada	Programa de monitoramento e qualidade das encostas Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras
		Mudança da Paisagem e Alteração das Características Dinâmicas do Relevo	X	X	Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA/AID	M	G	A	24	Muito forte	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de recuperação de áreas degradadas
		Instabilização de Taludes	X	X	Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA/AID	M	M	B	16	Forte	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de monitoramento e qualidades das encostas Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras
		Instabilização da Margem do Rio ou Reservatório		X	Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA/AID	B	M	B	8	Moderada	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de monitoramento e qualidade das encostas
		Desenvolvimento de Processos Erosivos	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	A	4	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos
		Comprometimento de Cavidades Naturais	X	X	Neg	Ind	CP	Perm	IRR	ADA/AID/AII	B	G	B	12	Moderada	Não se aplica pela inexistência de cavidades no local
		Propagação de Vibrações	X	X	Neg	Dir	CP	Temp	REV	ADA/AID	M	P	A	2	Fraca	Utilização de EPIs para funcionários envolvidos na obra Programa de monitoramento de ruídos
	Solo	Alteração da Fertilidade do Solo (NPK, Matéria Orgânica, pH, micronutrientes)	X		Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	B	M	M	2	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Revisão frequente de veículos e maquinários Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários
		Contaminação por Resíduos e Efluentes/Contaminação do Solo (Substância Poluente Inorgânica e Orgânica)	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	G	M	6	Moderada	Programa de educação ambiental para os trabalhadores Programa de gestão de resíduos Revisão frequente de veículos e maquinários Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários
		Aumento da Temperatura do Solo	X	X	Neg	Ind	CP	Temp	REV	ADA/AID	B	P	A	1	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas
		Acidificação do Solo (pH)	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	B	P	M	1	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Revisão frequente de veículos e maquinários Programa de educação ambiental para os trabalhadores Programa de gestão de resíduos Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários
	Ar	Poluição Atmosférica por Fontes Móveis	X		Neg	Ind	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	M	C	2	Fraca	Fornecimento de EPIs aos trabalhadores Revisão frequente dos veículos e maquinários
		Poluição Sonora	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	P	C	1	Fraca	Fornecimento de EPIs aos trabalhadores Revisão frequente dos veículos, maquinários e posteriormente das estruturas geradoras de ruídos
	Água		X	X	Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID/AII	M	G	A	6	Moderada	Programa de monitoramento da qualidade da água do reservatório

Matriz de Impactos Ambientais

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
		Alteração na Qualidade da Água Superficial														Programa de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos Programa de monitoramento da estabilidade encostas e taludes
		Alteração na Quantidade da Água Superficial		X	Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de monitoramento da qualidade da água Subprograma de monitoramento da biota aquática Liberação da vazão sanitária de 0,205 m³/s Execução do monitoramento hidrossedimentológico
		Alteração nos Usos da Água		X	Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de monitoramento da qualidade da água Programa de monitoramento de fauna
		Aumento do Assoreamento de Corpos Hídricos	X	X	Neg	Ind	LP	Temp	REV	ADA	A	G	C	9	Moderada	Monitorar a qualidade da água; Programa de monitoramento hidrossedimentológico; Programa de resgate e monitoramento da fauna aquática.
		Aumento da Eutrofização e Floração		X	Neg	Ind	LP	Temp	REV	ADA	M	M	M	4	Fraca	Subprograma de acompanhamento e controle de macrófitas aquáticas
		Poluição por Efluentes Líquidos ou Resíduos Sólidos	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID/AII	M	G	M	6	Moderada	Revisão frequente de veículos e maquinários Instalação de lixeiras para descarte de resíduos sólidos Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos Educação ambiental com os trabalhadores da obra
		Represamento de Resíduos Sólidos Sobrenadantes		X	Neg	Ind	CP	Perm	REV	ADA	M	G	C	12	Moderada	Programa ambiental para construção Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos

Legenda

Critérios	Natureza		Forma		Temporalidade				Duração		Reversibilidade		Abrangência			Magnitude			Importância			Probabilidade			
Abreviação	Neg	Pos	Dir	Ind	IM	CP	MP	LP	Temp	Perm	REV	IRR	ADA	AID	AII	B	M	A	P	M	G	B	M	A	C
Significado	Negativa	Positiva	Direta	Indireta	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Área Diretamente Afetada	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta	Baixa	Média	Alta	Pequena	Média	Grande	Baixa	Média	Alta	Certa

8.1.5 Medidas Mitigadoras

8.1.5.1 Programa de Gestão Ambiental

8.1.5.1.1 Apresentação

A gestão dos empreendimentos pode ser abrangida por um conjunto de ações estruturadas, na forma de medidas e procedimentos adequados, que visam a eliminação, minimização e controle dos impactos ambientais provocados pela implantação e operação dos empreendimentos.

A execução dessas ações visa à manutenção e à melhoria da qualidade ambiental e da vida nos locais das pessoas diretamente afetadas, além de melhorias nas condições dos trabalhadores.

Sendo necessária a articulação entre vários agentes para permitir a plena implantação e controle das condições ambientais, junto às ações de logística e implantação dos demais programas ambientais previstos.

Nesse caso o empreendedor contará com um apoio técnico dos consultores ambientais com experiência na gestão ambiental e acompanhamento de instalação de empreendedores. Além disso, também deverá ter a integração dos órgãos públicos e da sociedade civil organizada.

Qualquer que seja o empreendimento a ser instalado, deve-se possibilitar que o ambiente local esteja amparado por um programa que possibilite conciliar a implantação de forma mais sustentável possível, conciliando fatores não só ambientais, como também sociais e econômicos.

8.1.5.1.2 Justificativa

Deste modo, o Programa de Gestão Ambiental é relevante nesse contexto devendo ser implantado, de modo que, estruturalmente, permita a coordenação das ações e da documentação, além da gestão da informação, para permitir uma boa integração da obra com as comunidades e uma eficiente fiscalização.

8.1.5.1.3 Objetivos

8.1.5.1.3.1 Objetivos Gerais

Entre os objetivos desse programa se considera dotar o empreendimento de mecanismos eficientes que garantam a execução de todas as ações planejadas para controlar, minimizar, monitorar e compensar os impactos socioambientais gerados, de forma a manter um elevado padrão de qualidade ambiental na implantação e operação.

8.1.5.1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir diretrizes gerais, para estabelecer a base ambiental para as obras e os serviços relativos aos grupos de Programas de Supervisão e Controle de Obras e Programas de Apoio às Obras;
- Definir, conjuntamente com as diversas áreas dos empreendimentos, os procedimentos e mecanismos para a coordenação e a articulação adequadas das ações a cargo de cada um dos agentes intervenientes, nas diversas fases dos empreendimentos;
- Criar procedimentos e instrumentos técnico-gerenciais para garantir a implantação das ações propostas, no detalhamento dos programas ambientais, durante as obras.

8.1.5.1.3.3 Metodologias

8.1.5.1.3.3.1 Público Alvo

Esse Programa deverá abranger o contingente de trabalhadores envolvidos com a construção e a montagem dos empreendimentos, as populações afetadas diretamente pelas obras, os órgãos públicos envolvidos com a implantação dos empreendimentos, além dos gestores ambientais responsáveis pela consultoria ambiental.

8.1.5.1.3.3.2 Procedimentos Metodológicos

O PGA proposto tem como características contemplar aspectos sociais, ambientais e econômicos de forma integrada, visando possibilitar a instalação dos empreendimentos da melhor forma possível equivalendo esses três aspectos.

A implantação do programa deverá ser baseada em três pilares fundamentais, sendo eles:

- Base organizacional: depende de grande parte do empreendedor, que deve juntamente com as empresas subcontratadas estabelecer rotinas administrativas e operacionais, além de fornecer uma estrutura funcional, com responsabilidade e autoridade, planejamento e recursos;
- Base técnica: vem ao encontro dos aspectos ambientais, associados às atividades desenvolvidas nas instalações dos empreendimentos e na operação;
- Base jurídica: é de grande importância, tendo como atuantes o empreendedor, os consultores e as empresas subcontratadas nessa área. Deve-se ter o conhecimento dos requisitos legais e outros aplicáveis à organização.

O programa busca definir uma estrutura organizacional que será responsável pela aplicação dos métodos e atividades de gerenciamento ambiental às variadas atividades que estarão relacionadas com agentes diferentes.

Cada agente deverá executar atividades inerentes ao desenvolvimento e bom funcionamento do programa ambiental.

Cabe ao empreendedor definir um formato estruturado para a organização do sistema de educação ambiental, o desenvolvimento das atividades de acompanhamento e validação técnica, bem como o controle dos prazos, em relação ao andamento das obras dos planos e programas ambientais.

Também cabe ao empreendedor a montagem e a manutenção do sistema de informações permanentemente, visando o compartilhamento das informações por meio de relatórios gerenciais sobre a evolução dos serviços.

Acompanhar as programações executivas das obras exigindo, quando for o caso, a complementação de recursos para o cumprimento adequado dessas programações ou fornecendo apoio técnico, quando necessário, por meio do grupo de especialistas ambientais.

No controle ambiental da execução das atividades e obras, com a execução do PAC.

Controle geral de medidas de educação ambiental, relatório e empreiteiras no acompanhamento de auditorias e controle da qualidade ambiental.

8.1.5.1.3.4 Resultados Esperados

- Definir as diretrizes ambientais para as obras e os serviços relativos aos Programas;
- Atender a todas as ações e procedimentos e mecanismos para a gestão das ações ambientais durante as obras;
- Obtenção de níveis a zero de acidentes de trabalho causados por desatenção, descuido e falta de informação dos trabalhadores das obras;
- Obtenção de níveis próximos ou zero de não conformidades e danos ao meio ambiente causados por descuidos e desatenção dos técnicos e trabalhadores das obras.

8.1.5.1.3.5 Indicadores de Sucesso

Esse programa é bastante abrangente devendo-se a utilização de indicadores ambientais que possam representar as modificações ou não com as conformidades que poderão surgir durante a fase de instalação dos empreendimentos.

Dessa forma foram delimitadas maneiras de identificar informações que possam ser representativas, tais como:

- Número de reclamações das populações locais;
- Número de acidentes de trabalho;
- Número de não conformidades e danos ao meio ambiente;
- Número de infrações do código de conduta.

8.1.5.1.3.6 Recursos Materiais e Humanos

Para o desenvolvimento desse programa será necessária uma estrutura de gerenciamento, composta por técnicos qualificados, com experiência em questões ambientais e acompanhamento de empreendimentos dessa natureza, além de infraestrutura adequada em termos de locais de trabalho e meios para desenvolvimento das atividades de campo, como transporte, câmeras fotográficas, GPS etc.

8.1.5.1.3.7 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Não foram observados requisitos legais inteiramente pertinentes a esse programa. Sua aplicação é a ação própria do empreendedor, justamente por ser uma forma conhecida e adequada de gerenciar as ações de instalação junto à qualidade ambiental.

8.1.5.1.3.8 Inter-Relação com Outros Planos e Programas

Esse programa tem uma inter-relação direta com a implantação do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental e o PAC.

Ressalta-se que, as questões de conservação e preservação ambiental no dia a dia da obra estão diretamente relacionadas à implantação do PAC, considerando que nesse plano a abordagem dos aspectos ambientais será feita de forma direta. Os cuidados e as ações ambientais previstos para cada aspecto de construção e montagem serão incorporados aos procedimentos técnicos das obras.

8.1.5.1.3.9 Etapa dos Empreendimentos

Esse programa se inicia na etapa de planejamento sendo mais efetivo na etapa de implantação dos empreendimentos, podendo permanecer até o início da operação, considerando as atividades iniciais de pré-obra, as atividades da obra e o início da operação.

8.1.5.1.3.10 Cronograma de Execução

O cronograma pode ser localizado no **Anexo 2 – Cronograma de instalação** deste relatório.

8.1.5.1.3.11 Responsáveis pela Implantação do Programa

A responsabilidade pela implantação desse programa será do empreendedor e da empresa que realizará a gestão e a supervisão das obras, juntamente com a empresa de consultoria que deverá orientar ações de gerenciamento em conjunto com a empresa responsável pela gestão.

8.1.5.1.3.12 Sistema de Registros

O acompanhamento desse programa ambiental deverá ocorrer de forma organizada, com procedimentos de registros, além da documentação das ações ambientais e de controle que deverão ocorrer no canteiro de obras durante a instalação dos empreendimentos.

Dessa forma, como registros deverão ocorrer sistematicamente à documentação dos procedimentos por meio de planilhas de controle e gerenciamentos das atividades.

Além disso, caso ocorra uma não conformidade com o sistema de gestão, também deverão ser registradas para assegurar que medidas sejam adotadas para seu cumprimento.

8.1.5.2 Programa de Gestão de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos

8.1.5.2.1 Apresentação

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos visa gerir de forma sustentável e eficiente os resíduos passiveis de geração na instalação e operação do presente empreendimento. Realizando a destinação ambientalmente correta dos resíduos que serão gerados pelo empreendimento.

8.1.5.2.2 Justificativa

A etapa com maior geração de resíduos sólidos em um empreendimento de geração de energia deste porte, dá-se durante a implantação da obra, onde observa-se a geração de resíduos orgânicos (solo, vegetais, galharias, restos de comida, etc.), resíduos inorgânicos recicláveis ou não, e inclusive resíduos perigosos ou com potencial de patogenicidade. Além da grande heterogeneidade dos resíduos produzidos, o volume gerado também pode apresentar proporções consideráveis, consistindo em um passivo ambiental a ser devidamente manejado, atendendo plenamente as determinações da legislação vigente.

Por sua vez, na fase de operação, os resíduos gerados são principalmente compostos por material de uso em escritório, resíduos orgânicos (cascas de frutas, sobras de comida, etc.), resíduos de asseio dos funcionários (papel toalha, papel higiênico, etc.), e resíduos provenientes de atividades de manutenção dos equipamentos mecânicos e eletrônicos do empreendimento (componentes mecânicos dos equipamentos de hidrogeração, painéis, óleo lubrificante e derivados, etc.).

Tanto na fase de implantação do empreendimento, como em sua fase operacional, a gestão dos resíduos deve ser realizada de forma ambientalmente correta, prevendo a segregação, identificação, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final de acordo com o que preconiza a legislação vigente.

Os efluentes gerados na fase de operação deverão ser tratados por meio de sistemas de tratamento adequados, os quais deverão ser monitorados para verificar e comprovar sua eficiência e conformidade com os padrões determinados pela legislação.

8.1.5.2.3 Objetivos

8.1.5.2.3.1 Objetivos Gerais

Gerir de forma sustentável e eficiente os resíduos passiveis de geração na instalação e operação do presente empreendimento, realizando a destinação ambientalmente correta dos resíduos que serão gerados pelo empreendimento.

8.1.5.2.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as instalações e/ou equipamentos onde há geração de resíduos;
- Identificar os tipos de resíduos gerados em cada atividade;
- Classificar os resíduos;
- Instalar a central de resíduos, de acordo com procedimentos descritos no PAC e neste programa;
- Definir a segregação e armazenamento dos resíduos, por tipo;
- Definir o transporte adequado de cada tipo de resíduo, por meio de empresa especializada e devidamente licenciada para tal.

8.1.5.2.4 Metodologias

8.1.5.2.4.1 Público Alvo

De uma forma mais direta, o público alvo do Programa são as equipes técnicas das entidades federais, estaduais e municipais relacionadas com o meio ambiente e a gestão ambiental, bem como todos os envolvidos na construção e instalação do empreendimento.

8.1.5.2.4.2 Etapas do Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Com o intuito de evitar ou minimizar tais problemas, o gerenciamento de resíduos sólidos deve priorizar a não geração desses resíduos e proibir a disposição final em locais inadequados. Para tanto, o manuseio e o destino dos resíduos devem ser determinados, seguindo-se a classificação e as diretrizes previstas na legislação.

Uma grande quantidade de resíduos é gerada durante a implantação de empreendimentos do porte da CGH Gentil Amigo, podendo originar impactos como a degradação de Áreas de Proteção Permanente, formação de sítios para proliferação de vetores de doenças, poluição de recursos hídricos, obstrução de vias públicas, entre outros.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 10.004/2004, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados. E, de acordo com esta Norma, os resíduos são classificados em:

- Resíduos Classe I – Perigosos: apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, patogenicidade, toxicidade e reatividade;
- Resíduos Classe II – Não perigosos: aqueles que não possuem as características citadas para os resíduos perigosos, como resíduos alimentícios, sucata de metais ferrosos e não ferrosos, papel e papelão, madeira, entre outros;
- Resíduos Classe II A – Não inertes: apresentam características de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Resíduos Classe II B: Inertes: aqueles que apresentam características de insolubilidade e não degradabilidade.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002, alterada e complementada pela Resolução nº 469/2015, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02, definem-se como resíduos sólidos de construção civil no presente contexto aqueles provenientes da construção, demolição, reformas, reparos e da preparação e escavação do solo.

Segundo o Art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2022, classifica os resíduos da

construção civil em Classe A, B, C e D.

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
    - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
    - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.



Figura 8.147: Classificação dos Resíduos Sólidos – Construção Civil.

Considerando todos os resíduos gerados no empreendimento, deve-se realizar o manejo adequado por meio de ações voltadas ao gerenciamento, englobando a caracterização, segregação, acondicionamento, identificação, transporte e disposição final.

O projeto de gerenciamento destas classes de resíduos deverá ser elaborado e aprovado pelo órgão estadual competente, considerando-se, além das definições acima, o disposto na legislação vigente e nas normas da ABNT. Entre estes documentos encontram-se:

- PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat;
- Lei Federal nº 9.605 – Lei de Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998;
- Legislações municipais relacionadas;
- NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos – Classificação;
- NBR 9190:1985 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Classificação;
- NBR 9191:1993 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Especificação;
- NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparação de concreto sem função estrutural – Requisitos.

O projeto de gerenciamento de resíduos sólidos deve caracterizar os resíduos e indicar os procedimentos de triagem, acondicionamento, transporte e destinação. Isto está intimamente relacionado ao não desperdício de materiais e mão de obra na execução do

empreendimento, implicando inclusive em redução de custos. Além disso, permitirá que o canteiro de obras permaneça mais organizado e limpo.

Apresenta-se a seguir a metodologia básica utilizada para este gerenciamento:

8.1.5.2.4.2.1 Conscientização dos Trabalhadores

A conscientização dos trabalhadores, quanto aos problemas oriundos da geração e destinação inadequada dos resíduos será realizada principalmente pelo responsável da empreiteira na obra, e com ajuda da equipe de gerenciamento ambiental do empreendimento em conjunto com a equipe do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental. Isto é de fundamental importância para o devido andamento do gerenciamento dos resíduos, tendo em vista que os trabalhadores estão diretamente envolvidos com a geração, separação e destinação dos resíduos.

8.1.5.2.4.2.2 Caracterização dos Resíduos

Os resíduos são divididos em dois grupos conforme sua origem:

8.1.5.2.4.2.2.1 Resíduos Oriundos de Atividade Construtiva

- Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados, matacões, pedregulhos;
- Madeira;
- Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.);
- Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório);
- Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame etc.);
- Vidro;
- Serragem;
- Solos contaminados;
- EPS (Poliestireno expandido, como o isopor);
- Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas, etc.;
- Restos de uniforme, botas, panos e trapos sem contaminação por produtos químicos.

8.1.5.2.4.2.2.2 Resíduos Oriundos de Atividade não Construtiva

- Restos de alimentos, e suas embalagens, copos plásticos usados e papéis sujos (sala de oficina, áreas de vivência);
- Material vegetal sobrenadante represado no barramento e tomada d'água.

8.1.5.2.4.2.3 Acondicionamento

Os resíduos gerados pela obra devem ser separados inicialmente na fonte de geração e, quando necessário, posteriormente em centro de triagem, impedindo sua mistura com insumos. Isto possibilitará o reaproveitamento dos resíduos, reduzindo sua geração, particularmente no caso daqueles oriundos de atividade construtiva.

O acondicionamento é realizado observando-se a classe do resíduo, sua frequência de utilização, o empilhamento máximo, a distância entre fileiras e do solo, limpeza do local e proteção contra umidade. Isto visa particularmente seu manejo interno, facilitando a verificação, controle dos estoques e utilização.

O acondicionamento dos resíduos poderá ser feito em:

- Cestos plásticos: restos de alimentos, separação inicial de material reciclável, resíduos de ambulatório, etc.;
- Bombonas plásticas: indicadas para materiais recicláveis (metal, papel, plástico, etc.);
- Sacos de ráfia reforçados: serragem, restos de uniformes, etc.;
- Baias: geralmente construídas de madeira para guardar metal, isopor, madeira, etc.;
- Caçambas metálicas estacionárias: blocos e outros componentes cerâmicos, argamassas, matacões, pedregulhos, etc.;
- Em alguns casos, os resíduos devem ser empilhados em local abrigado, se necessário.



Figura 8.148: Modelos de conjuntos de lixeiras de coleta seletiva para instalação na região do refeitório, alojamentos e centro administrativo.



Figura 8.149: Modelos de tambores de lixeiras de coleta seletiva para instalação na região do canteiro industrial.



Figura 8.150: Exemplo de contêiner para disposição de resíduos Classe I ou II a ser disposto no canteiro de obras para coleta e destinação final periódica.



Figura 8.151: Exemplo de baia com bags para armazenamento temporário de resíduos recicláveis destinados a coleta seletiva que pode ser implantado no canteiro de obras.

Parte da serragem gerada será acondicionada em sacos de ráfia ou bombonas mantido em kit de emergência ambiental a ser implantado em pontos estratégicos da obra para uso como material adsorvente no caso de derramamento acidental de óleo ou material contaminante, sendo posteriormente coletado e destinado como resíduo contaminado em contêiner específico.



Figura 8.152: Exemplo de baia com bags para armazenamento temporário de resíduos recicláveis destinados a coleta seletiva que pode ser implantado no canteiro de obras.

8.1.5.2.4.2.4 Sinalização

A sinalização correta permite a identificação dos devidos destinos para cada tipo de resíduo sólido gerado durante a implantação do empreendimento.

Placas de sinalização serão disponibilizadas para os seguintes resíduos:

- Madeira (reciclável);
- Metal (reciclável);
- Papel (reciclável);
- Plástico (reciclável);
- Vidro (reciclável);
- Resíduos Orgânicos;
- Resíduos Perigosos;
- Outros Materiais.

8.1.5.2.4.2.5 Destino dos Resíduos

O destino dos resíduos sólidos inclui:

- Reciclagem: plásticos, papéis, metais e vidros, entre outros;
- Reutilização: formas de madeira, blocos de concreto e cerâmico parcialmente danificado, bem como solo, a ser reutilizado em processo de reaterro, e rochas, armazenadas próximas dos locais de britagem;
- Aterros sanitários: restos de alimentos, papéis sujos provenientes de refeitório e sanitários, etc.;
- Aterros Industriais: resíduos da construção civil e resíduos contaminados;

- Aterros especiais licenciados: resíduos perigosos e de ambulatório.

Para que os resíduos sólidos tenham a destinação adequada, no início da obra, a empreiteira deverá contratar empresa de reciclagem da região para firmar convênio visando a coleta do material separado na obra mediante apresentação de contrato.

Da mesma forma, a empreiteira deverá realizar levantamento dos aterros legalmente licenciados, registrados junto ao órgão ambiental responsável, e existentes nas proximidades da obra para encaminhamento dos resíduos sólidos a serem descartados com apresentação de contrato e cópia das licenças ambientais para transporte e destinação final destes.

Os resíduos orgânicos provenientes do refeitório poderão ser destinados ao sistema de compostagem a ser implantados no local. Caso a empreiteira manifestar este interesse e assumir a responsabilidade pela manutenção desta, deverá solicitar elaboração do projeto à equipe de gestão ambiental.



Figura 8.153: Exemplo de destino final dos resíduos orgânicos (composto) servindo de substrato para horta que pode ser implantado no local.



Figura 8.154: Exemplo de destino final de madeira represada e removida da região da tomada d'água.

8.1.5.2.4.2.6 Transporte Interno dos Resíduos

A circulação sistemática pelo canteiro de obras é prática útil na identificação, coleta e destino de resíduos.

A condução dos resíduos desde sua origem até o destino deve ser efetuada com transporte adequado ao tipo e volume de resíduo, garantindo a manutenção de sua qualidade para posterior uso.

Os funcionários encarregados do transporte e manuseio dos resíduos devem utilizar os equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados à classe do resíduo, como botas e luvas de borracha, capacete, macacão, óculos e máscara. Na sequência apresenta-se fluxograma da gestão dos resíduos sólidos locais:

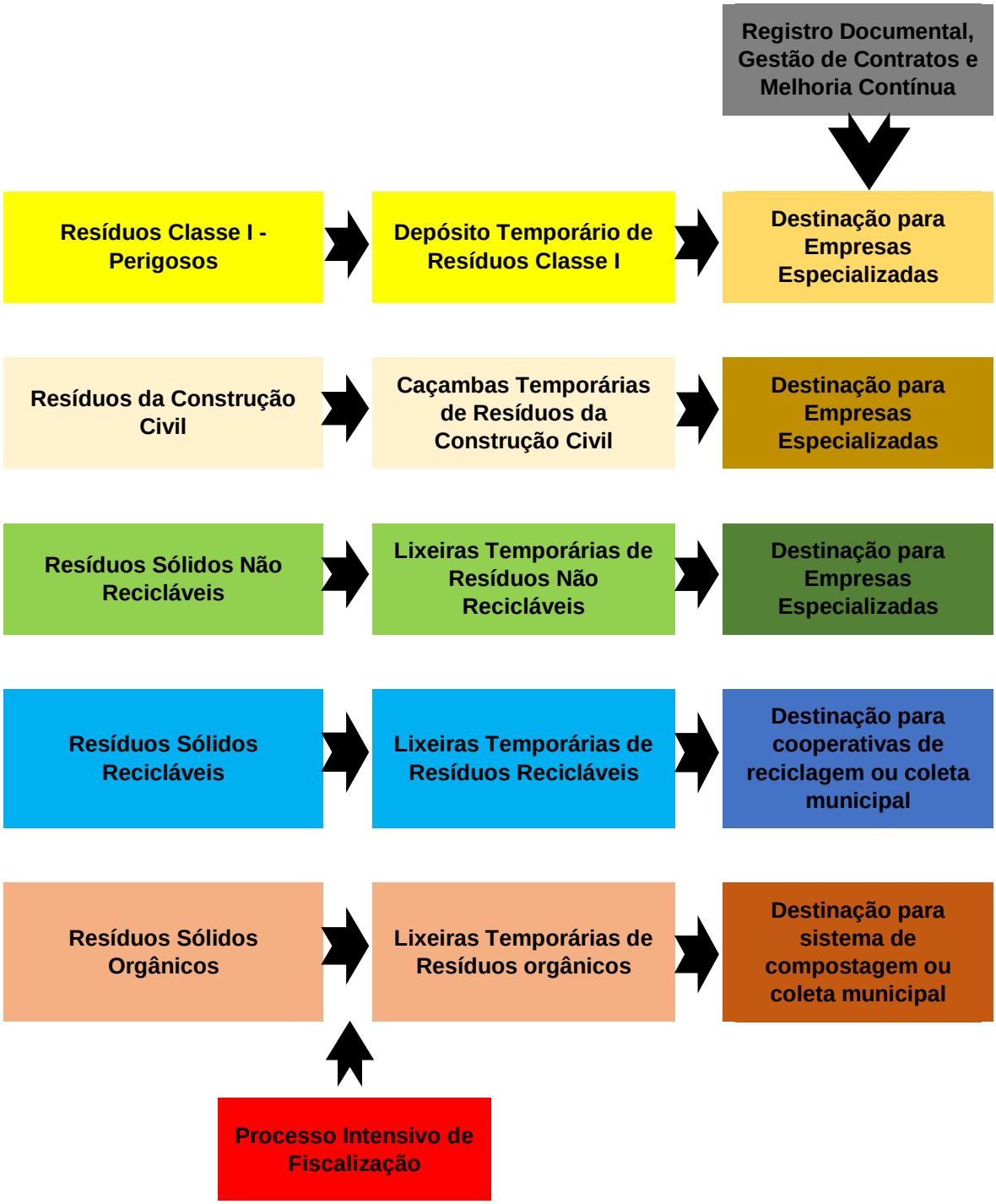


Figura 8.155: Fluxograma da gestão de resíduos a ser implantada no canteiro de obras da CGH Gentil Amigo.

8.1.5.2.5 Resultados Esperados

Alguns programas e ações são primordiais, por seu caráter estruturante, imprescindíveis para o sucesso de todo o conjunto de ações. Destacam-se:

- Implantação de dispositivos, equipamentos e coletores para promover a correta segregação, acondicionamento e armazenamento dos resíduos sólidos gerados;

- Fechamento de contratos com as empresas responsáveis pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos de construção;
- Capacitação os trabalhadores da obra em relação aos processos de gestão, indicando responsabilidades, por meio de ações de educação ambiental;
- Destinação dos resíduos sólidos recicláveis para cooperativas de reciclagem (catadores);
- Controle e fiscalização da gestão dos resíduos interna e externamente;
- Reaproveitamento dos resíduos no próprio canteiro de obras.

8.1.5.2.6 Indicadores de Sucesso

- Taxa de material recolhido pela coleta seletiva de secos (exceto matéria orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos;
- Taxa de recuperação de materiais recicláveis secos (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total.

8.1.5.2.7 Recursos Materiais e Humanos

Os recursos utilizados para este programa, podem ser descritos por:

- Mão-de-obra especializada;
- Destacar um representante, com habilitação técnica;
- Gerência, com controle de cada atividade realizada no empreendimento;
- Materiais e equipamentos de coleta e armazenamento;
- Tecnologia e informação.

8.1.5.2.8 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Obrigatoriedade de realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados e o tratamento dos efluentes líquidos é estabelecida em vários requisitos legais:

- Lei Nacional de Resíduos Sólidos n° 12.305, de agosto de 2010;
- Norma ABNT NBR 10.004/2004: classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos eminentes ao meio ambiente e a saúde pública;
- Resolução CONAMA n°275/2001: estabelece o código de cores para os tipos diferentes de resíduos, para identificação de coletores e transportadores;
- Resolução CONAMA 307/02 e 448/04: Estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;

- Resolução do CONAMA 357/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

8.1.5.2.9 Inter-Relação com Outros Planos e Programas

Este programa possui inter-relação com os seguintes programas:

- Programa Ambiental da Construção;
- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.1.5.2.10 Etapa dos Empreendimentos

Este programa inicia-se antes da instalação e tem continuidade durante toda a operação dos empreendimentos.

8.1.5.2.11 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Treinamento e atos de orientação com construtoras																							
Atualização dos treinamentos e atos de orientação																							
Disposição de recipientes de segregação																							
Elaboração do PGRS																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

8.1.5.2.12 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador dos empreendimentos envolvidos nos diversos serviços de ampliação.

8.1.5.2.13 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.3 Programa de Monitoramento e Gestão de Processos Erosivos

8.1.5.3.1 Apresentação

Durante o processo de implantação do empreendimento, sabe-se de antemão que o uso do solo tais como supressão de vegetação, terraplenagens, criação de bota-foras e as intempéries, criam instabilidades das encostas.

As obras de implantação de lagos poderem instabilizar as encostas marginais devido, principalmente, aos tipos de escorregamentos, as espessuras de solos associados as condicionantes estruturais que instabilizam as áreas de intervenção das obras e, ao regime de deplecionamento do reservatório.

Dito isto, é função do programa de monitoramento de processos erosivos a identificados e avaliadas as áreas críticas, podendo serem recomendadas as execuções de obras de controle, como retaludamento, implantação de sistemas de drenagem de taludes e até mesmo, obras de contenção.

8.1.5.3.2 Justificativa

Para fim de contemplar as inspeções com identificação de pontos mais críticos de instabilidade, acompanhamento da evolução dos processos erosivos, com observação de indícios de escorregamentos, tais como trincas, inclinação de árvores, etc., faz-se necessário este programa.

8.1.5.3.3 Objetivos

8.1.5.3.3.1 Objetivos Gerais

Identificar e avaliar as áreas críticas, podendo serem recomendadas as execuções de obras de controle, como retaludamento, implantação de sistemas de drenagem de taludes e até mesmo, obras de contenção.

8.1.5.3.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar e monitorar as instalações de encostas marginais, atuando preventiva e corretivamente durante o processo, a fim de garantir a segurança das obras em todos os locais que fazem parte do empreendimento;
- Identificar e avaliar os fenômenos de instabilidade de encostas marginais do reservatório, realizando um mapeamento de risco de instabilidade de taludes no entorno do futuro reservatório;
- Evitar o aumento dos processos de perda de solo já instalados e prever medidas de mitigação de tais processos;
- Identificar a ocorrência de processos erosivos e atuar preventivamente e corretivamente se necessário;

- Criar uma base de dados confiáveis a ser utilizada nos monitoramentos a serem executados na fase operacional dos empreendimentos;
- Promover a readequação de escopo do programa visando a continuidade dos monitoramentos forma extensiva durante a fase operacional da usina.

8.1.5.3.4 Metodologias

8.1.5.3.4.1 Público Alvo

Identificam-se como público-alvo deste Programa a população vizinha à faixa dos canais e dos acessos à obra e as Empresas Construtoras e Supervisoras.

8.1.5.3.4.2 Procedimentos Metodológicos

Para que sejam atendidos todos os requisitos do programa, desde o início das obras, devem ser realizadas inspeções de campo durante todo o processo, identificando locais com maiores instabilidades, com acompanhamentos da evolução dos processos erosivos com observações de locais com possíveis indícios de deslizamentos, tais como trincas, rastejos, inclinações de árvores, etc.

Após a identificação dos locais de risco, são recomendadas ações de controle, como o retaludamento ou implantação de sistemas de drenagem de taludes e em casos mais críticos a realização de obras de contenção destes taludes.

Para minimizar e/ou prevenir os processos de erosão, algumas medidas podem ser tomadas:

- Correção de todos os tipos de erosão dos empreendimentos;
- Evitar a abertura de novos acessos, utilizando o máximo de estradas já existente;
- Implantar sistemas de drenagem adequada nas áreas de obra;
- Evitar áreas de alto potencial de erosão, para a instalação de estruturas;
- Evitar a movimentação de solo em dias chuvosos (cortes, aterros, empréstimo de solo, abertura de acessos, etc.).

Devem ser realizadas vistorias nos locais de ocorrência de pontos críticos. Estas vistorias poderão ocorrer tanto com auxílio de embarcação, quanto através de vistoria percorrendo a pé pelas margens. O técnico deverá encontrar-se munido de binóculo, GPS de navegação, máquina fotográfica e prancheta com formulário próprio para registro das informações coletadas e mapa da área de formação do reservatório.

Os focos problema deverão ser necessariamente fotografados ficando a critério do técnico vistoriador o registro fotográfico dos outros pontos em geral. Os pontos erodidos deverão ser pré-caracterizados, ainda no campo.

Em cada ponto relevante ao longo de seu deslocamento pelas margens, onde o técnico observe qualquer indício de fenômeno erosivo, uma varredura “in loco” deverá ser estabelecida, visando qualificar a extensão e gravidade do foco erosivo diagnosticado. Tais

pontos serão georreferenciados, de modo a possibilitar a confecção posterior de mapas de erosão da área de estudo, além do mapeamento de risco à erosão dos empreendimentos.

A seguir são apresentados os parâmetros a serem considerados na mensuração do estado atual dos processos erosivos diagnosticados na CGH Gentil Amigo:

8.1.5.3.4.2.1 Definição de Parâmetros para Mensuração do Estado Atual do Processo Erosivo

8.1.5.3.4.2.1.1 Tipologia

O quesito tipologia refere-se à definição da morfologia do ponto erodido. Este parâmetro de mensuração admite as seguintes variantes:

- Sulco – Corresponde ao tipo de formação linear, normalmente posicionado paralelamente ao sentido da maior declividade do terreno. Neste caso, mais de um horizonte do solo pode ser simultaneamente carreado (destruído);
- Laminar – Corresponde ao tipo de formação em que a erosão ocorre em reboleira, na forma de camadas. Neste caso os horizontes do solo são removidos, um a um, à medida que o manto de erosão avança em profundidade.

8.1.5.3.4.2.1.2 Uso do solo

Refere-se a identificação/caracterização do solo nos diferentes sítios considerados. Este parâmetro de mensuração admite as seguintes variantes:

- Montante – refere-se ao uso do solo observado nas elevações superiores ao alvo considerado;
- Local – refere-se ao uso do solo observado nas cercanias do alvo considerado;
- Jusante – refere-se ao uso do solo observado nas elevações inferiores ao alvo considerado.

8.1.5.3.4.2.1.3 Declividade

Refere-se à mensuração, aproximada da declividade do solo a partir de referências visuais obtidas, por experimentação, pelo técnico responsável pela avaliação. Este parâmetro de mensuração admite as seguintes variantes:

- Plana – declividade variando de 3% a 10%;
- Suave ondulada – declividade variando de 10% a 30%;
- Declivosa – declividade maior que 30%.

8.1.5.3.4.2.1.4 Severidade

A severidade refere-se à mensuração do grau de evolução do ponto erodido. Este parâmetro de mensuração admite as seguintes variantes:

- Branda – No caso de erosão laminar consiste no local em que a vegetação graminióide ainda se faz presente. No caso de erosão em sulco, refere-se a formações cuja profundidade do sulco não ultrapassa 20 centímetros;
- Mediana – No caso de erosão laminar consiste no local em que a vegetação graminióide encontra-se rarefeita. No caso de erosão em sulco, refere-se a formações cuja profundidade do sulco é maior 20 centímetros, mas menor que 1 metro;
- Severa – No caso de erosão laminar consiste no local em que a vegetação graminióide não se faz presente. No caso de erosão em sulco, refere-se a formações cuja profundidade do sulco é maior que 1 metro.

Com base nos resultados obtidos à campo, deverá ser elaborado relatório técnico conclusivo, apresentando a atual situação das margens do futuro reservatório com relação à presença de processos erosivos já instalados ou potenciais, identificando as áreas de risco e susceptibilidade à erosão, e apontando as medidas de monitoramento e intervenções necessárias para minimizar ou mesmo evitar a ocorrência de instabilidade nas áreas de entorno do reservatório.

8.1.5.3.5 Resultados esperados

- Instalação de dispositivos de controle dos processos erosivos nas áreas sujeitas à erosão, durante a fase de implantação das obras;
- Monitoramento com a eficácia de todos os procedimentos utilizados para evitar a instalação de processos erosivos e das medidas preventivas e corretivas implantadas.

8.1.5.3.6 Indicadores de Sucesso

Os indicadores ambientais apontam a eficácia das medidas adotadas segundo as orientações contidas neste Programa. Basicamente eles terão como premissa a identificação de processos erosivos, desprendimento de sedimentos, assoreamento, etc. Assim, podemos listar os seguintes indicadores para avaliação desse Programa:

- Área com proteção implantada em relação às áreas necessárias;
- Proporção de processos erosivos controlados em relação aos identificados trimestralmente;
- Número de corpos hídricos assoreados em função da implantação da obra, em relação ao número de corpos hídricos identificados na faixa de domínio do PISF;
- Presença ou ausência de erosão laminar e em sulcos.

8.1.5.3.7 Recursos Materiais e Humanos

Os recursos humanos e materiais necessários à execução de todas as etapas da obra serão definidos quando da elaboração Plano de Recuperação de Áreas Degradadas pelas empresas construtoras.

8.1.5.3.8 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Os executores do programa devem seguir as recomendações da ABNT- Normas Técnicas Brasileiras referentes aos procedimentos para monitoramento de processos erosivos, com destaque para:

- Norma Brasileira NBR 8044 (1983) – Projeto Geotécnico;
- Norma Brasileira NBR 10.703 TB 350 (1989) – Degradação do Solo;
- Norma Brasileira NBR 11682 (1991) ABNT – Estabilidade dos Taludes;
- Norma Brasileira NBR 6497 (1983) ABNT – Procedimentos para Levantamento Geotécnico;
- Norma Brasileira NBR 6484 (2001) ABNT – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solos.

Todos os métodos de trabalho e processos que serão adotados respeitarão os artigos concernentes e aplicáveis contidos na Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, e em suas modificações pelas Leis 5.106, de 02.09.1966, 5.868, de 12.12.1972, 5.870, de 26.03.1973, 6.535, de 15.06.1978, 7.0511, de 07.07.1986, 7803, de 18.07.1989, 9.985, de 18.07.2000 e Medida Provisória 2.166-67 de 24.08.2001.

8.1.5.3.9 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

Este Programa se inter-relacionará com vários Programas, entre eles:

- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Monitoramento de Fauna;
- Programa de Monitoramento de Flora.

8.1.5.3.10 Etapa dos Empreendimentos

Este programa deve ser iniciado quando houverem os primeiros movimentos rochas e terras no local de instalação dos empreendimentos e deve ter continuidade durante a operação, havendo um cuidado com possíveis deslizamentos que possam vir a ocorrer.

8.1.5.3.11 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Contratação e Mobilização																							
Identificação de áreas suscetíveis à ocorrência de processos erosivos																							
Implantação de medidas controladoras e/ou mitigadoras e/ou de processos erosivos e de																							
Monitoramento das ações																							
Relatório Anual de Acompanhamento																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

8.1.5.3.12 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador dos empreendimentos envolvidos nos diversos serviços de instalação dos empreendimentos.

8.1.5.3.13 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.4 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água

8.1.5.4.1 Apresentação

A construção de reservatórios que são ambientes lacustres provenientes do barramento artificial de cursos d'água, e o objetivo da construção de um barramento é o armazenamento de água, seja para obtenção de um volume adequado às diversas utilizações (principalmente abastecimento de água para centros urbanos e indústrias, além de irrigação), seja para garantir uma altura de queda d'água suficiente para a geração de energia (VON SPERLING, 1999a).

As modificações na qualidade da água de um rio represado são decorrentes da diminuição da velocidade da corrente, o que determina alterações de natureza física (temperatura, cor, turbidez, transparência, dureza etc.), química (nutrientes: nitrogênio e fósforo) e por consequência da estrutura biológica (peixes, fito e zooplâncton), tanto acima como abaixo do local de barramento. Características específicas das represas incluem: tamanho (área de inundação e volume), profundidade, tempo de retenção, altura das descargas, e estas afetam a limnologia do sistema e a qualidade da água. O conhecimento científico dos reservatórios como ecossistemas, suas interações com as bacias hidrográficas e com os sistemas a montante e jusante, tem adicionado permanentemente novas dimensões à abordagem sistêmica na pesquisa ecológica, proporcionando uma base fundamental para o gerenciamento da qualidade da água e das bacias hidrográficas.

Quando se pensa em qualidade da água seja para o consumo humano ou simplesmente para monitoramento de um rio, surge a necessidade de conhecer, estabelecer e estudar o conjunto de características que fazem (ou não) com que ela seja considerada adequada para este fim.

As atividades de controle da qualidade apenas visam saber se a água se mantém com a qualidade desejada, limitando-se, portanto, a constituir o balizamento fundamental que permite que os processos produtivo e distributivo sejam reajustados sempre que seu funcionamento conduzir a uma qualidade diferente da estabelecida (KULCHESKI, 1999).

8.1.5.4.2 Justificativa

Como visto na apresentação, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água para garantir que qualquer interferência do empreendimento no curso d'água seja identificado e remediado ou compensado.

8.1.5.4.3 Objetivos

8.1.5.4.3.1 Objetivos Gerais

O objetivo desse programa é avaliar através de metodologias de cálculos, o Índice da Qualidade da Água – IQA, Índice de Estado Trófico – IET, Índice de Comunidade Fitoplanctônica – ICF, Índice de Comunidade Zooplanctônica – ICZ e Índice de

Comunidade Bentônica – ICB dos pontos na AID da CGH, com periodicidade trimestral, verificando o estado de qualidade da água do rio.

8.1.5.4.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar coletas e análises trimestrais das águas superficiais na AID e Área Controle da CGH;
- Envio das amostras a laboratórios credenciados;
- Interpretação dos laudos e comparativos com as legislações pertinentes;
- Avaliar a qualidade da água através de fatores químicos, físicos e biológicos;
- Calcular o IQA e IET para os respectivos pontos amostrais;
- Elaboração de relatórios técnicos;
- Comparativo entre as coletas amostrais;
- Parecer técnico final a respeito da qualidade da água;
- Mapear os focos de macrófitas aquáticas;
- Fornecer subsídios para o manejo e conservação do reservatório e trecho de vazão sanitária.

8.1.5.4.4 Metodologias

8.1.5.4.4.1 Público Alvo

De uma forma mais direta, o público alvo do Programa são as equipes técnicas das entidades federais, estaduais e municipais relacionadas com o meio ambiente e a gestão ambientais, bem como todos os envolvidos na construção e instalação dos empreendimentos.

8.1.5.4.4.2 Procedimentos Metodológicos

O Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas compreende a coleta sistemática de amostras no campo, e a determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas em águas superficiais.

Na presente fase do monitoramento deverão ser desenvolvidas coletas e análise com periodicidade trimestral da qualidade da água conforme os pontos coletados nesse estudo, como pode-se observar a seguir:

- P1 – MRES: Montante do Reservatório (ponto controle);
- P2 – RES: Reservatório;
- P3 – TVR: Trecho de Vazão Reduzida;
- P4 – JCF: Jusante da Casa de Força.

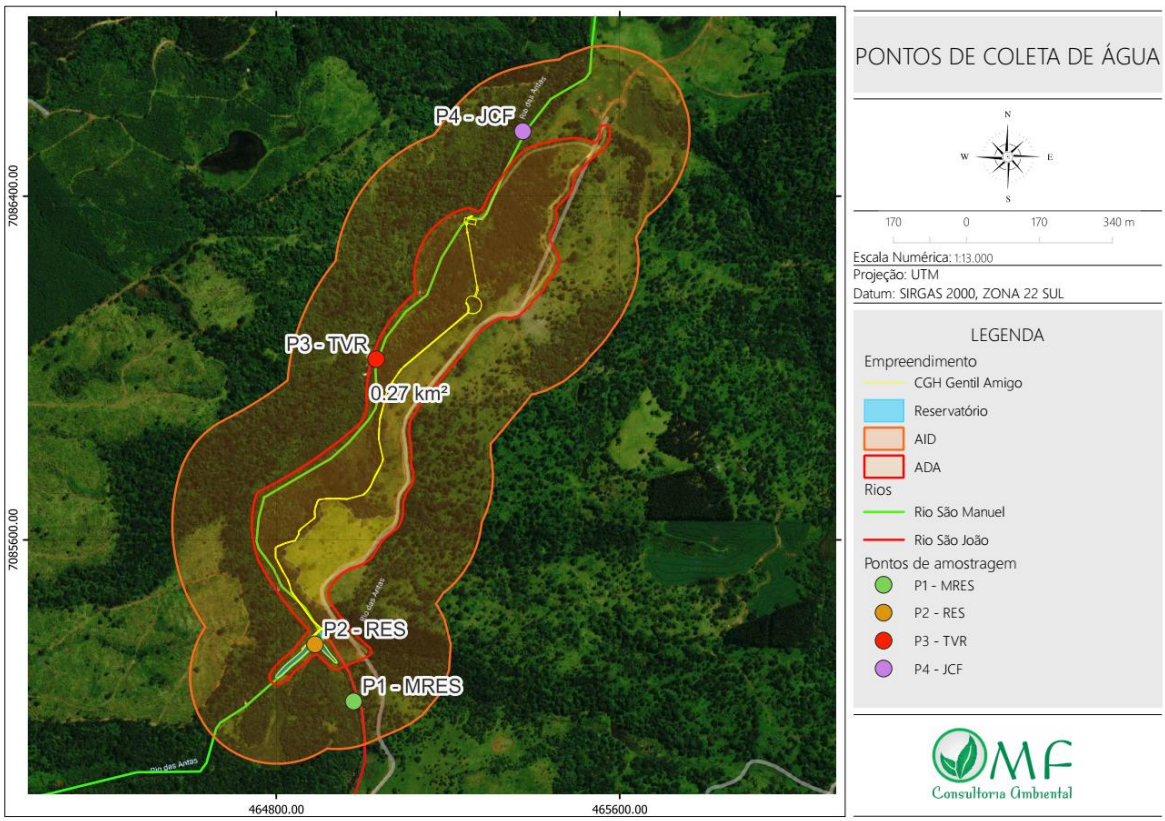


Figura 8.156: Localização dos pontos de amostragem.

8.1.5.4.4.3 Parâmetros Analisados

Tendo em vista um completo diagnóstico e acompanhamento da qualidade das águas superficiais na área de influência dos empreendimentos, uma série de parâmetros físicos, químicos e biológicos serão analisados, conforme apresenta-se a seguir.

As coletas e análises serão realizadas segundo metodologia do "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" ou segundo as normas da CETESB.

É válido ainda salientar que as medições de temperatura do ar e da água, oxigênio dissolvido (OD), saturação gasosa (%), condutividade, e pH podem ser também desenvolvidas a campo com auxílio de aparelhagem apropriada (oxímetro, pHmetro, condutivímetro, etc.).

As amostras serão coletadas em frascos/recipientes plásticos apropriados, e imediatamente acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo para conservação das amostras, e posterior envio a laboratório de análises.

Por sua vez, os laudos laboratoriais emitidos pelos laboratórios indicaram o limite de detecção do método aplicado na avaliação de cada um dos parâmetros avaliados. Ressalta-se que será aplicado, sempre que existente, método com limite de detecção abaixo do limite de concentração estabelecido na legislação vigente. Os laudos de análise serão anexados aos relatórios.

Os parâmetros a serem analisados, bem como a metodologia a ser empregada nas coletas de amostras apresentam-se descritas na tabela a seguir.

Tabela 8.100: Parâmetros a serem analisados.

Variáveis	Parâmetros	CONAMA 357/2005
Físicas	Temperatura do Ar [ºC]	-
	Temperatura da Água [ºC]	-
	Profundidade média [m]	-
	Transparência da água [m]	-
	Turbidez [NTU]	100
	Condutividade [µS/cm]	-
	Sólidos Totais Fixos [mg/L]	-
	Sólidos Totais Voláteis [mg/L]	-
	Sólido Dissolvidos Totais [mg/L]	≤ 500
Químicas	pH a 25° C	6,0 a 9,0
	Oxigênio dissolvido [mg/L]	≥ 5,0
	% Saturação OD	-
	DBO5 [mg/L]	≤ 5,0
	DQO [mg/L]	-
	Fósforo total [mg/L]	0,1*
	Nitrogênio Total [mg/L]	**
	Óleos e graxas	-
	Alumínio dissolvido	≤ 0,1 mg/L
	Nitrito	≤ 1,0 mg/L
	Nitrato	≤ 10,0 mg/L
	Amônia	-
	Salinidade	≤ 0,5 ‰
	Cádmio	≤ 0,001 mg/L
	Chumbo	≤ 0,01 mg/L
	Cobre	-
	Cromo total	≤ 0,05 mg/L
	Mercúrio	≤ 0,0002 mg/L
	Níquel	≤ 0,025 mg/L
	Zinco	≤ 0,18 mg/L
Biológicos	Clorofila ‘a’ [µg/L]	30
	Densidade de cianobactérias [Cel/mL]	50000
	Coliformes termotolerantes	
	Zooplâncton	
	Fitoplâncton	
Microbiol.	Col. Termotoler. [NMP/100mL]	1.000
	Coliformes Totais [NMP/100mL]	-

Legenda: * = 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos); ** = Após oxidação, não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

Observações:

- As medições expressas como concentração de Clorofila A ou Biomassa, feitas mediante contagem e determinação do tamanho por meio de microscópios, servirão para determinação posterior de fitoplâncton. A produtividade do fitoplâncton é importante para a determinação do estado trófico e será feita com base na concentração de clorofila-α;
- É válido ainda salientar que as medições de oxigênio dissolvido e saturação gasosa (%) poderão ser também desenvolvidas a campo com auxílio de oxímetro digital.

Com intuito de desenvolver um indicador que, por meio dos resultados das análises das características físicas, químicas e biológicas, pudesse fornecer ao público em geral um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico, foi desenvolvido o Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET).

8.1.5.4.4.3.1 Índice da Qualidade da Água – IQA

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi elaborado em 1970 pelo *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas. Nessa pesquisa, cada especialista indicou os parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresenta cada parâmetro (ANA, 2005).

No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do *National Sanitation Foundation* (NSF). Nessa adequação feita pela CETESB, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total, mantendo-se os mesmos pesos (w = 0,10) e curvas de qualidade estabelecidos pela NSF. Nos quase quarenta anos que se seguiram, outros estados brasileiros adotaram esse índice como principal indicador da condição de seus corpos d'água (CETESB, 2003).

Os parâmetros de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que esse índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2003).

Na caracterização da qualidade da água, utilizam-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores da qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam a certos valores estabelecidos. Estes parâmetros foram estabelecidos pela *National Sanitation Foundation* (NSF) nos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (IQA).

Com isso nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações.

Os parâmetros físico-químicos e biológicos determinados foram utilizados para avaliação da qualidade da água pelo Índice de Qualidade da Água – IQA. Este índice é baseado na

construção de curvas de qualidade e agregação ponderada de parâmetros selecionados. O IQA normalmente é utilizado para avaliar a qualidade bruta da água. O IQA utilizado pela CESTESB desde 1997 foi adaptado da *National Sanitation Foundation*, - EUA (ZAGATTO *et al*., 1999). Os 9 parâmetros utilizados para compor o Índice permitem estabelecer critérios para classificação das águas em cinco categoriais: Ótima, Boa, Regulável, Ruim e Péssima.

As principais vantagens do índice são as facilidades de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (CETESB, 2005).

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos.

É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=0}^{9} q_i^{W_i}$$

Onde:

- IQA = índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;
- q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, (entre 0 e 100) obtido da respectiva “curva média específica de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;
- W_i= peso correspondente ao i-ésimo parâmetro; atribuído por sua importância para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1.

Para valores de IQA menores que 19 a água é considerada “péssima “; de 19 a 36 é “ruim”; de 36 a 51 é “regular”; para valores de 51 a 79 a água é considerada “boa”; e de 79 a 100 “ótima”, conforme pode ser melhor visualizado na tabela a seguir.

Tabela 8.101: Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA).

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB, 2005.

8.1.5.4.4.3.2 Índice de Estado Trófico – IET

Um dos principais processos causadores da degradação da qualidade das águas em ambientes lênticos tem sido a eutrofização (BARRETO *et al*., 2013), que consiste no enriquecimento das águas por substâncias fertilizantes que propiciam o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas (TOLEDO *et al*., 1984; VON SPERLING, 1995; HARREMOES, 1998).

O nitrogênio, o fósforo e a sílica são apontados como principais nutrientes responsáveis pelo processo, no entanto outros fatores externos como a luz e a temperatura da água também atuam como controladores do fenômeno da eutrofização (TOLEDO *et al*., 1984; TUNDISI *et al*., 1988; WETZEL, 1993; ESTEVES e BARBOSA, 1986).

Os condicionantes do processo de eutrofização são: os lançamentos de efluentes domésticos e industriais ricos em nutrientes, decorrentes do processo desordenado de urbanização das grandes cidades e a inadequada cobertura de coleta e tratamento desses efluentes; características edáficas das regiões onde se encontram os mananciais, por muitas vezes em solos ricos em micro e macro nutrientes e o uso indiscriminado de fertilizantes ou de defensivos agrícolas, que terminam sendo carreados para o corpo d'água (OENEMA e ROESTI, 1998).

Alguns efeitos indesejáveis podem ser provocados pelo processo de eutrofização, como:

- O aparecimento de florações de algas nas águas, crescimento da vegetação e maus odores (ESTEVES e BARBOSA, 1986; GOODWIN, 1996);
- Elevação da produção primária, ou seja, um acréscimo na disponibilidade de nutrientes leva a um crescimento excessivo do fitoplâncton. Essa explosão da produtividade primária é acompanhada por um decréscimo na diversidade de espécies e um domínio de algas azuis indesejáveis (cianobactérias); diminuição do oxigênio dissolvido, com predominância das condições anaeróbias, morte de peixes, toxicidade aumentada devido à amônia; o ferro e manganês, encontram-se na forma solúvel prejudicando o abastecimento de água;
- O fósforo, também se encontra solúvel (FOY, 1992; TUNDISI *et al*., 1988); desaparecimento do lago devido ao acúmulo de material e vegetação no fundo (ARAÚJO, 1996).

Aparecimento de microalgas e cianobactérias com crescimento na superfície da água, liberando toxinas mortais aos seres humanos (ESTEVES e BARBOSA, 1986; RECKNAGEL *et al*., 1998).

Entende-se por produtividade de um corpo d'água, a sua capacidade de propiciar o desenvolvimento da vida (TOLEDO *et al*., 1984).

Na prática a caracterização do estado trófico é quantificada através de variáveis que se relacionam diretamente com o processo de eutrofização, em geral, clorofila "a", transparência das águas e as concentrações de nutrientes e oxigênio dissolvido (TOLEDO *et al*.,1984; HAYDÉE, 1997).

Segundo Vollenweider e Kerekes (1981), 75% dos 800 lagos norte-americanos pesquisados, encontravam-se afetados pelo processo.

Os açudes do Semiárido Brasileiro, cujo número tem aumentado permanentemente, são limnológicamente vulneráveis a eutrofização, apresentando grandes variações do nível por causa da seca (DATSENKO *et al*., 2000).

Em lagos e reservatórios, o monitoramento do teor de clorofila é particularmente importante uma vez que o nível de clorofila, é um indicador de condições tróficas e um indicador indireto de fertilizantes, pesticidas e herbicidas (GOODIN *et al*., 1993).

A partir dos anos sessenta, os limnólogos ao estudar essa questão nos lagos, principalmente de zona temperada, criaram critérios indicadores de eutrofização (CARLSON, 1977; WALKER Jr.,1979).

São critérios genéricos que precisam ser analisados à vista das condições concretas de cada reservatório: concentração de clorofila “a” (ou biomassa de fitoplâncton), concentração de nutrientes (principalmente fósforo), profundidade do disco Secchi e diminuição gradativa da concentração de oxigênio dissolvido no hipolímnio.

A eutrofização surge gradativamente podendo ser acelerada por ações antrópicas, o que leva à quebra do equilíbrio natural das cadeias tróficas causando alterações nos ciclos químicos dos ecossistemas lacustres, tal como a alteração do oxigênio na água, devido à espessa camada de algas que pode se formar na superfície desta (TOLEDO *et al*.,1984; TUNDISI *et al*.,1988).

8.1.5.4.4.3.2.1 Metodologia de Cálculos do IET

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d’água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Das três variáveis citadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas duas: clorofila ‘a’ e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados.

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila a IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo.

Deve-se ter em conta que num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização se encontra plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila a certamente coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila a irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Além disso, caso sejam aplicados algicidas, a consequente diminuição das

concentrações de clorofila a resultará em uma redução na classificação obtida a partir do seu índice.

O Índice do Estado Trófico apresentado nesta metodologia e utilizado no cálculo do IVA, será composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

- IET para Rios:

$$IET\ (CL) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}7 - 0{,}6 \times (\ln CL))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}42 - 0{,}36 \times (\ln PT))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

- IET para reservatórios:

$$IET\ (CL) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{(0{,}92 - 0{,}34 \times (\ln CL))}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1{,}77 - 0{,}42 \times (\ln PT)}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

Onde:

- PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L-1;
- CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg.L-1;
- ln: logaritmo natural.

Quando há disponíveis os dados de ambas variáveis (clorofila e fósforo), o resultado apresentado nas tabelas do IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a equação:

$$IET = \frac{[IET(PT) + IET(CL)]}{2}$$

8.1.5.4.4.3.2.2 Interpretação dos Resultados

Na interpretação dos resultados, segundo Lamparelli (2004), os pontos serão classificados conforme os resultados obtidos para o IET. Assim, para cada ponto, serão utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila a para cálculo do IET(PT) e IET(CL), sendo o IET final resultante da média aritmética simples dos índices anuais relativos ao fósforo total e a clorofila a.

Em função da variação sazonal dos processos ambientais que tem influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano havendo épocas em que se desenvolve pode apresentar variações no decorrer do

ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado.

Em geral, no início da primavera, com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de inverno, em que se mostra menos intenso. Nesse sentido, a determinação do grau de eutrofização médio de um corpo hídrico pode não identificar, de forma explícita, as variações que ocorreram ao longo do período.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para a clorofila-a, o índice será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET, devendo, apenas, constar uma observação junto ao resultado, informando que apenas uma das variáveis foi utilizada.

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofía para rios e reservatórios estão descritos nas Tabela 8.13 e Tabela 8.14 a seguir.

Tabela 8.102: Classificação do Estado Trófico para Rios.

Categorias	Ponderação	Fósforo total mg/m³	Clorofila 'a' mg/m³
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	P ≤ 13	Cl ≤ 0,74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < P ≤ 35	074 < Cl ≤ 1,31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < P ≤ 137	1,31 < Cl ≤ 2,96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < P ≤ 296	2,96 < Cl ≤ 4,70
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < P ≤ 640	470 < Cl ≤ 7,46
Hipereutrófico	IET > 67	640 < P	7,46 < Cl

Tabela 8.103: Classificação do Estado Trófico para Reservatórios, segundo Carlson modificado.

Categorias	Ponderação	Secchi – m	Fósforo total mg/m³	Clorofila 'a' mg/m³
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	S ≥ 2,4	P ≤ 8	Cl ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	2,4 > S ≥ 1,7	8 < P ≤ 18	1,17 < Cl ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	1,7 > S ≥ 1,1	19 < P ≤ 52	3,24 < Cl ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	1,1 > S ≥ 0,8	52 < P ≤ 120	11,03 < Cl ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	0,8 > S ≥ 0,6	120 < P ≤ 233	30,55 < Cl ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	0,6 ≥ S	233 < P	69,05 < Cl

Tabela 8.104: Descrição das classes do IET.

Classes	Descrição
Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.

Classes	Descrição
Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte Cetesb (2007) e Lamparelli (2004).

8.1.5.4.4.3.2.3 Periodicidade

Inicialmente a coleta terá periodicidade trimestral, para contemplar as mudanças de ciclos sazonais, principalmente na fase de instalação e primeiros anos de operação.

Posteriormente, dependendo das condições ambientais formadas com a operação do projeto é feita uma revisão para alteração da periodicidade que pode ser semestral.

8.1.5.4.4.4 Recursos Materiais e Humanos

Na realização dos serviços relacionados com o Programa serão necessárias equipes para os trabalhos de campo, além de laboratórios credenciados para análise e emissão dos laudos sobre o material coletado.

Os equipamentos para os trabalhos de campo e laboratório deverão ser compatíveis com os métodos indicados anteriormente.

8.1.5.4.4.5 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Os resultados do monitoramento deverão ser avaliados conforme os limites e condições das águas apresentados na Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

8.1.5.4.5 Resultados Esperados

No âmbito do Licenciamento Ambiental, devem ser realizadas periodicamente algumas medidas mitigadoras para os impactos ambientais geradas, tanto no período de construção, ampliação ou operação dos empreendimentos.

Realizar monitoramento constante, na rede primária, das variáveis definidas em função dos resultados obtidos no programa, auxiliados pela modelagem, durante todo o restante do período de operação do Projeto.

8.1.5.4.6 Indicadores de Sucesso

Os padrões para avaliação da alteração da qualidade da água serão estabelecidos com base nas normas vigentes. Em função de não haver captação de água para abastecimento a jusante do Rio São Manuel até sua confluência com o Rio Jangada, se adotou apenas a Resolução CONAMA 357/05 sobre limites de clorofila α, assim como determina a Norma Técnica CETESB L5.306/2014, em que a clorofila α identificada por espectrofotometria pode ser usada em programas de monitoramento para a avaliação da qualidade das águas em relação à eutrofização e para subsidiar ações de controle.

Como outros indicadores ambientais da qualidade da água, serão adotados os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, em função da classe de uso do corpo hídrico.

8.1.5.4.7 Inter-Relação com outros Planos e Programa

O programa de qualidade da água possui inter-relação com os seguintes programas:

- Programa de Acompanhamento de Supressão Vegetal, considerando que a eficiente execução desse Programa reduzirá o risco de problemas de qualidade de água na fase imediatamente após o enchimento dos reservatórios, o que poderá ser verificado através dos resultados do monitoramento;
- Programa de Monitoramento da Fauna e Flora – as informações obtidas sobre limnologia e qualidade da água serão importantes na compreensão de eventuais perturbações na vida aquática. As comunidades aqui monitoradas figuram-se como importantes fontes de alimento para diversas espécies de peixes;
- Programa de Controle de Processos Erosivos, tendo em vista que os resultados de diversos parâmetros de qualidade da água poderão ser utilizados como elementos de acompanhamento dos processos erosivos;
- Programa de Comunicação Social, através da divulgação da qualidade das águas, com base nos resultados consolidados do monitoramento;
- Programa de Educação Ambiental, através da orientação da população quanto aos cuidados para preservação dos mananciais, visando a manutenção e melhoria da qualidade da água.

8.1.5.4.8 Etapa dos Empreendimentos

Este programa inicia-se antes da instalação e tem continuidade durante toda a operação dos empreendimentos.

8.1.5.4.9 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Coleta de Água e Análises dos Parâmetros IQA e IET																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral																							
Estabelecer Ações de Proteção e Recuperação das Águas Superficiais																							
Avaliar a Rede dos Dados																							
Avaliar o Projeto de Monitoramento																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

8.1.5.4.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

A responsabilidade técnica de execução/supervisão do presente programa ambiental deverá ser de profissional da área da Biologia, Engenharia Química ou Sanitária.

8.1.5.4.11 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.5 Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

8.1.5.5.1 Apresentação

A presença de sólidos nos rios é resultado de um processo natural de erosão e sedimentação ocasionados pelo desprendimento e deposição de partículas sólidas das rochas. Este processo está ativo através do tempo geológico e tem auxiliado na modelagem do relevo do nosso mundo atual.

Ações antrópicas têm acelerado este processo através de inerências de perturbações na estrutura do solo, por práticas agrícolas ou obras de engenharia.

O monitoramento hidrossedimentológico visa quantificar o volume de sedimentos que são transportados pelo curso d'água, ou seja, a descarga sólida total, que consiste na soma da descarga sólida em suspensão e a descarga sólida de arrasto ou de fundo. Por isso, é importante que este monitoramento seja realizado antes, durante e após a implantação do reservatório, para se verificar os reflexos gerados no empreendimento.

A quantidade de sedimentos gerados em uma bacia hidrográfica, está diretamente relacionado às características geológicas da região na qual ela está inserida, da cobertura do solo e dos usos que ocorrem em sua superfície.

O transporte de sedimentos é um processo natural que envolve remoção, transporte e deposição de material e faz parte da evolução da paisagem originando as formas geomorfológicas.

O barramento de um curso d'água ocasiona uma mudança no regime fluvial, que reduz o gradiente hidráulico facilitando o processo de deposição dos sedimentos, pela formação de um ambiente lêntico. Este processo ao longo do tempo tende a reduzir o volume de armazenamento do reservatório. Portanto, o transporte de sedimentos se constitui em um fenômeno relevante para a estimativa de vida útil de um aproveitamento hidrelétrico.

Quanto ao monitoramento do regime hidrológico, está inserido como parte do programa de monitoramento do regime hidrossedimentológico, visto que as informações do regime hidrológico (medições de vazão) são fundamentais para a avalição hidrossedimentológica.

8.1.5.5.2 Justificativa

A presença do barramento da CGH Gentil Amigo instalada a mais de 50 anos provavelmente alterou o fluxo dos sedimentos no trecho do Rio São Manuel, essa influência se deu principalmente pela retenção do sedimento afluente e pela alteração do carreamento dos sedimentos para jusante.

Desta forma, o monitoramento destes e novos impactos devem ser analisados de forma sistêmica e em consonância com outros programas que visem avaliar os impactos da instalação da CGH.

8.1.5.5.3 Objetivos

8.1.5.5.3.1 Objetivos Gerais

Analisar de forma sistêmica e em consonância com outros programas que visem avaliar os impactos da instalação da CGH sobre a retenção do sedimento afluente e pela alteração do carreamento dos sedimentos para jusante.

8.1.5.5.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar o monitoramento quantitativo dos sedimentos do Rio São Manuel, durante instalação e operação da CGH Gentil Amigo;
- Realizar campanhas periódicas de medição das descargas líquidas e sólidas;
- Acompanhamento do regime hidrológico.

8.1.5.5.4 Metodologias

8.1.5.5.4.1 Público Alvo

Os beneficiários deste programa serão o empreendedor, as populações locais, e espécies de vida aquática.

8.1.5.5.4.2 Procedimentos Metodológicos

Para atender os objetivos propostos é necessário cumprir etapas em diferentes momentos antes e após a operação do empreendimento.

Deve se prever o registro de níveis, campanhas de medição de descarga líquida e sólida para geração de um banco de dados.

Essas informações serão processadas e analisadas e irão fornecer uma caracterização do regime hidrológico e sedimentológico, afluente e efluente na região do aproveitamento.

8.1.5.5.4.3 Instalação dos Postos de Monitoramento

Os locais para a instalação dos postos serão definidos pela contratada.

8.1.5.5.4.4 Procedimentos Operacionais

Os postos serão operados trimestralmente com o intuito de se acompanhar o comportamento do rio em situações de níveis baixos, médios e altos.

A metodologia utilizada para medição de descarga líquida é a convencional com uso de molinete hidrométrico, embarcada ou a vau, através de posicionamento na seção transversal com cabo graduado ou trena.

As velocidades medidas nas verticais são obtidas em pontos predeterminados proporcionais a profundidade da vertical, conforme definido na tabela de pontos para o Método Detalhado.

A metodologia a ser utilizada para coleta da mistura água-sedimento será o de Amostragem por Igual Incremento de Largura (IIL), com o equipamento amostrador de sedimentos DH 48.

As amostras coletadas são combinadas em uma amostra composta, que em laboratório é filtrada para determinação da concentração média de sedimentos em suspensão transportados pelo rio.

Considerando que o leito do rio avaliado é rochoso, a descarga sólida de fundo deverá ser realizada de forma indireta utilizando modelos da literatura e respeitando as características da seção de medição.

Nas seções de medição deverá ser realizado pelo menos um levantamento topobatimétrico por ano, afim de acompanhar a estabilidade da seção.

8.1.5.5.4.5 Recursos Materiais e Humanos

A equipe técnica responsável pela execução do programa deverá conter profissionais com experiência na área afim.

8.1.5.5.5 Resultados Esperados

Quantificar através do monitoramento os sedimentos do Rio São Manuel, no prazo de instalação do empreendimento aproximadamente 12 a 24 meses e posteriormente, a operação do empreendimento por tempo indeterminado, embasando a tomada de ações caso sejam necessárias futuras medias para promover desassoreamento e aumentar a vida útil do reservatório.

8.1.5.5.6 Indicadores de Sucesso

Avaliação do processo de hidrossedimentologia na área de influência direta e indireta do empreendimento. E caracterização dos aportes das descargas líquidas e sólidas ao reservatório.

8.1.5.5.7 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

- Resolução Conjunta ANA/ANNEL nº 3/2010;
- Resolução CRH - nº 263.

8.1.5.5.8 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

O programa de Monitoramento Hidrossedimentológico possui relação direta com os seguintes programas:

- Programa de Gestão Ambiental Plano Ambiental para Construção (PAC);
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
- Programa de Recuperação das Áreas Degradadas;
- Programa de Ação para Controle de Processos Erosivos.

8.1.5.5.9 Etapa do Empreendimento

Este programa deve ser implantado antes do início das obras civis e se estender até o final de vida útil do projeto.

8.1.5.5.10 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Medições de vazões e amostragens hidrossedimentológicas																							
Manutenção e conservação																							
Relatório Anual de Acompanhamento																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

8.1.5.5.11 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, inicialmente o empreendedor que deverá subcontratar empresa especializada para desenvolvimento dos monitoramentos, devendo providencias a documentação e recursos para aplicação e desenvolvimento desse programa.

8.1.5.5.12 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.6 Programa de Monitoramento da Estabilidade de Taludes e Encostas

8.1.5.6.1 Apresentação

Durante a implantação da do empreendimento, serão executadas atividades como supressão de vegetação, escavação, abertura de novos acessos e estradas, ações e processos que apresentam grande potencial para deflagração de processos erosivos na região afetada.

Por definição, erosão é o desprendimento e posterior arraste de partículas sólidas em superfície ou sob a superfície, a partir da ação da chuva, do vento, gravidade, gelo e atividade humana. Possui magnitude variável, sendo influenciada principalmente pelo padrão de precipitação, pelas condições de drenagem e infiltração, topografia do terreno, cobertura vegetal e atributos físico-químicos do solo. Dentre as consequências mais evidentes do processo erosivo destacam-se o assoreamento dos corpos hídricos, alterações no potencial da aptidão agrícola dos solos, eutrofização de reservatórios e riscos de acidentes.

As feições erosivas tornam-se mais significativas à medida que estão submetidas à implantação de obras que possuem estruturas como canteiro de obra, sistema de adução, bota fora, taludes, drenagem, casa de força, vias de acesso, dentre outras que requer a relocação de volumes de terra e caso não sejam adotadas as medidas preventivas e corretivas necessárias trazem sérias complicações.

As obras para construção irão exigir movimentação de solo, movimentação de veículos pesados e supressão de vegetação. Tais ações podem gerar impactos ambientais, como alteração de solo, corpos hídricos e vegetação.

8.1.5.6.2 Justificativa

Este programa justifica-se pela necessidade de reduzir ao máximo a ocorrência e a magnitude desses possíveis impactos, principalmente aqueles que se referem a processos erosivos, evitando danos aos solos, ao sistema hidrográfico, aos mananciais e as vias de acesso, para conservar a obra, além de garantir a qualidade ambiental do local.

8.1.5.6.3 Objetivos

8.1.5.6.3.1 Objetivos Gerais

Identificar pontos de erosão e reduzir ao máximo a ocorrência e a magnitude desses possíveis impactos, evitando danos aos solos, ao sistema hidrográfico, aos mananciais e as vias de acesso, para conservar a obra, além de garantir a qualidade ambiental do local.

8.1.5.6.3.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos do Programa de Monitoramento da Instabilidade de Taludes e Encostas, que poderão ser desenvolvidos no empreendimento citam-se:

- Evitar a ocorrência de processos erosivos nos taludes formados para a implantação do empreendimento;
- Indicar procedimentos adequados para recuperação dos taludes;
- Demonstrar algumas práticas que devem ser implantadas para controle e estabilidade dos taludes;
- Realizar monitoramento nos taludes, a fim de antever possíveis processos erosivos.

8.1.5.6.4 Metodologias

8.1.5.6.4.1 Procedimentos Metodológicos

Para avaliar a área do empreendimento com relação à instabilidade de taludes e encostas, percorrera-se toda a extensão da área afetada do empreendimento, avaliando o status de estabilidade e recuperação dos taludes. As figuras a seguir apresentam o registro fotográfico de vistorias de taludes e encostas e exemplos de processos erosivos.



Figura 8.157: Técnicos em vistoria de encostas e taludes.



Figura 8.158: Exemplo de processos erosivos em empreendimentos hidroelétricos.

8.1.5.6.5 Resultados Esperados

- Conservação dos taludes artificiais;

- Evitar processos erosivos e deposição de sedimentos;
- Manter a integridade física dos taludes e encostas.

8.1.5.6.6 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Os executores do programa devem seguir as recomendações da ABNT – Normas Técnicas Brasileiras referentes aos procedimentos para monitoramento de processos erosivos, com destaque para:

- Norma Brasileira NBR 8044 (1983) – Projeto Geotécnico;
- Norma Brasileira NBR 10.703 TB 350 (1989) – Degradação do Solo;
- Norma Brasileira NBR 11682 (1991) ABNT – Estabilidade dos Taludes;
- Norma Brasileira NBR 6497 (1983) ABNT – Procedimentos para Levantamento Geotécnico;
- Norma Brasileira NBR 6484 (2001) ABNT – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solos.

Todos os métodos de trabalho e processos que serão adotados respeitarão os artigos concernentes e aplicáveis contidos na Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, e em suas modificações pelas Leis 5.106, de 02.09.1966, 5.868, de 12.12.1972, 5.870, de 26.03.1973, 6.535, de 15.06.1978, 7.0511, de 07.07.1986, 7803, de 18.07.1989, 9.985, de 18.07.2000 e Medida Provisória 2.166-67 de 24.08.2001.

8.1.5.6.7 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

Este Programa se inter-relacionará com vários Programas, entre eles:

- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.1.5.6.8 Etapa dos Empreendimentos

Este programa deve ser iniciado quando houverem os primeiros movimentos rochas e terras no local de instalação dos empreendimentos e deve ter continuidade durante a operação, havendo um cuidado com possíveis deslizamentos que possam vir a ocorrer.

8.1.5.6.9 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E ESTABILIDADE DE TALUDES E ENCOSTAS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Contratação e Mobilização																							

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E ESTABILIDADE DE TALUDES E ENCOSTAS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Identificação de áreas suscetíveis à ocorrência de processos erosivos																							
Monitoramento das áreas suscetíveis à ocorrência de processos erosivos																							
Implantação de medidas controladoras e/ou mitigadoras e/ou de processos erosivos e de Monitoramento das ações																							
Relatório Anual de Acompanhamento																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

8.1.5.6.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador dos empreendimentos envolvidos nos diversos serviços de instalação dos empreendimentos.

8.1.5.6.11 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.7 Programa de Compensação Ambiental

Para realizar a compensação ambiental referente a intervenção na área do empreendimento, será baseada no disposto na Lei 11.428 de Dezembro de 2006, em seu artigo 17 estabelece os critérios para definição de área a ser compensada e sua localização.

Levando em consideração tais fatos, o programa de compensação ambiental se dará início com a confirmação da instalação do empreendimento, onde será feita prospecção de áreas relevantes para conservação para estar realizando a compensação ambiental.

8.1.5.8 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Disponível no Programa de Recuperação da Área de Preservação Permanente disponível no item 1.1.3.8 do Volume III – Meio Biótico, do presente estudo.

8.1.5.9 Programa Ambiental para Construção

8.1.5.9.1 Apresentação

Todas as atividades relacionadas às empreiteiras contratadas pelo empreendedor, bem como de suas subempreiteiras, causam direta ou indiretamente, impactos no canteiro de obras. Tais impactos são assumidos em termos ambientais como impactos decorrentes da implantação da obra degradando ambientes dos quais devem ser controlados e mitigados.

Associado ao desenvolvimento de suas atividades, as empreiteiras contratadas e subempreiteiras estão estreitamente relacionados a riscos ambientais, que devem ser prevenidos.

Para o desenvolvimento deste plano, é necessário que haja o fornecimento de critérios os quais estabeleçam procedimentos ambientais que devem ser seguidos pela construtora responsável, visando atender às exigências ambientais impostas pela legislação em vigor. Reduzindo assim os possíveis danos os quais podem ser causados ao ambiente em todas as fases da construção. Abrange, medidas necessárias para que sejam garantidas melhorias na qualidade de vida dos trabalhadores e das comunidades envolvidas.

8.1.5.9.2 Justificativa

Em vista da necessidade de estabelecer critérios para os procedimentos ambientais a ser seguidos na construção do empreendimento, faz-se necessário a execução deste programa.

8.1.5.9.3 Objetivos

8.1.5.9.3.1 Objetivos Gerais

O principal objetivo deste programa é estabelecer critérios e requisitos destinados a nortear as empreiteiras em relação ao trato com o meio ambiente e com os trabalhadores da obra, ao longo da execução das obras.

8.1.5.9.3.2 Objetivos Específicos:

- Assegurar o cumprimento continuando da legislação aplicável;
- Conciliar as atividades das obras com a conservação e controle ambiental;
- Estabelecer diretrizes, critérios, procedimentos básicos e responsabilidades a serem observados pelas empreiteiras na execução das obras;

- Desenvolver medidas integradas para a prevenção e controle de processos de degradação;
- Minimizar as alterações no meio ambiente durante o processo de execução das obras;
- Minimizar os riscos de contaminação dos solos e dos recursos hídricos;
- Facilitar os trabalhos de recomposição e reintegração final das áreas das obras à paisagem de entorno;
- Promover a prevenção e controle da situação de saúde dos trabalhadores da obra, segundo a NR-18 do Ministério do Trabalho;
- Orientar os trabalhadores da obra a desenvolverem hábitos e procedimentos voltados à higiene e à saúde;
- Assegurar o menor nível de interferência do canteiro de obra e dos trabalhadores com o cotidiano da comunidade local.

8.1.5.9.4 Metodologias

8.1.5.9.4.1 Público Alvo

O presente programa consolida as medidas de controle ambiental que devem ser atendidas por todas as empresas prestadoras de serviços ou fornecedoras de produtos ao empreendedor, envolvidas na obra da CGH Gentil Amigo, na região do empreendimento.

Situações ou atividades não conformes com as instruções contidas neste documento serão objeto de ações corretivas, através das quais o gestor ou empreendedor exigirá do responsável ou responsáveis, a execução das ações de adequação necessárias e em prazos determinados, não eximindo o responsável ou responsáveis de eventuais multas pecuniárias com responsabilização solidária administrativa, civil e penal pelo dano, devidamente previstas em contrato.

8.1.5.9.4.2 Procedimentos Metodológicos

Eventuais danos ao meio ambiente, gerados pelo desrespeito às normas estabelecidas no licenciamento e na legislação ambiental vigente e/ou aqui descritas, serão atribuídos aos responsáveis claramente identificados pela execução dos serviços e das ações que gerarem o dano.

O gestor da construção deverá efetuar as inspeções ambientais e avaliações do desempenho ambiental do empreendimento, tomando por base as especificações abaixo listadas, em acordo com os requisitos ambientais previstos nas normas de construção e montagem aplicáveis, na legislação ambiental vigente, nos programas descritos no presente relatório, através dos Programas de Monitoramento Ambiental, exigidos nos requerimentos de licenciamentos.

8.1.5.9.4.3 Condições Gerais para a Instalação das Obras

Não serão permitidas as alocações de estruturas ou atividades nas áreas de preservação permanente – APP, quando uma obra for locada e se observar no campo que a mesma se encontra em APP, o gestor ou empreendedor deverá ser imediatamente notificada, a fim de verificar a regularidade da ação.

Tomar as medidas necessárias para evitar a erosão do solo e possibilitar a recomposição vegetal, quando do preparo e limpeza dos locais de execução das escavações obrigatórias. Mesmo nas áreas ocupadas por gramíneas, deverão ser realizadas as raspagens da camada de solo fértil, sendo obrigatória a reserva e estocagem do material de raspagem para posterior reutilização.

Quando for executada a abertura de cavas, cortes ou escavações mais profundas locadas próximas a terrenos inclinados, o material resultante das escavações deverá ser escorado conforme as normas técnicas, evitando assim o carreamento deste para o interior dos corpos hídricos nas áreas adjacentes.

É PROIBIDO jogar qualquer tipo de lixo como marmitas de alumínio “marmitex”, restos de comida, copos plásticos, maços e pontas de cigarro, papéis, papelão, aparas e resíduos metálicos, sacos plásticos, sacos de cimento, peças de máquinas e equipamentos, embalagens de óleos e graxa, dentre outros, na área do empreendimento e suas adjacências. O lixo deve ser recolhido ao canteiro de obras e deste transportado para o destino final apropriado.

É EXPRESSAMENTE PROIBIDA a lavagem de máquinas, veículos, equipamentos e ferramentas em cursos d’água ou em suas APPs, ou em terrenos não autorizados.

Os entulhos e resíduos da obra devem ser dispostos de maneira ordenada, sem causar danos à vegetação e/ou a cursos d’água e removidos o mais rápido possível.

Nunca depositar terra, pedra, madeiras, ferragens, entulho ou resíduos em geral fora dos limites autorizados ou sobre cursos d’água, canaletas de drenagem existentes e acessos ou estradas de serviços.

É proibido dar ou fornecer restos de materiais de construção (ferragens, concreto, madeira, tábuas, caibros, ripas, pedras, terra, etc.) a pessoas que eventualmente possam a vir solicitá-los sem a prévia autorização da gerência geral da obra.

As lavagens de equipamentos cujos resíduos seja concreto ou cimento (betoneiras, bombas, formas reutilizáveis, etc.), devem ser realizadas em locais apropriados e definidos pela equipe de Meio Ambiente, os quais possuirão bacias de retenção de sedimentos.

Após o término dos trabalhos em suas respectivas frentes de serviço, as empresas contratadas devem realizar limpeza geral da área com o recolhimento e remoção de todo e qualquer resíduo ou material oriundo da construção, tais como: madeiras, ferragens, sucatas, recipientes, embalagens, terra, tambores, lixo em geral.

8.1.5.9.4.4 Sistemas e Obras de Suporte

Conforme o projeto básico da CGH Gentil Amigo, a implantação da hidrelétrica contará com as seguintes sistemas e obras de suporte:

8.1.5.9.4.4.1 Canteiro de Obras

- Pátio para estacionamento;
- Escritório principal para apoio à engenharia e frentes de trabalho;
- Refeitório;
- Área de Lazer;
- Bancada de carpintaria;
- Local para armação;
- Depósito de materiais;
- Estrutura para montagem de equipamentos mecânicos;
- Local equipado com instrumentos de primeiros socorros;
- Sistema de água potável;
- Sistema de energia elétrica;
- Sistema de saneamento básico;
- Local de bota fora;
- Almoxarifado.

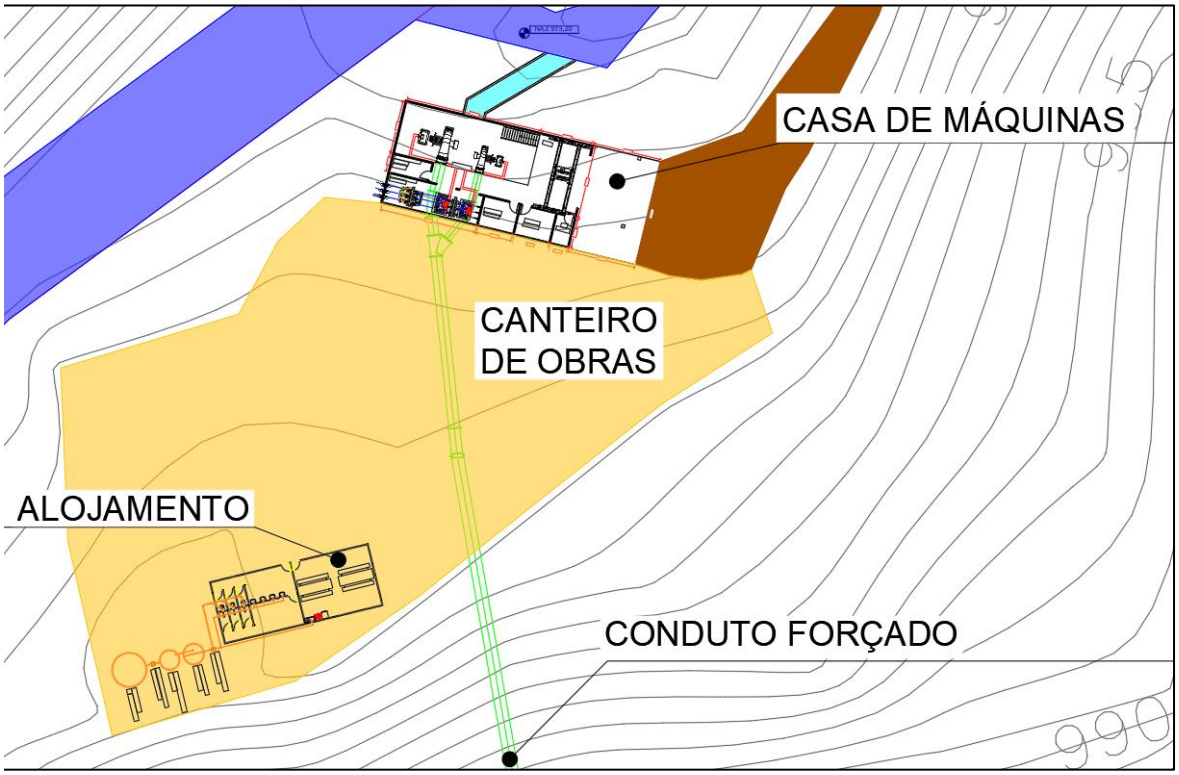


Figura 8.159: Canteiro de obras da CGH Gentil Amigo.

8.1.5.9.4.4.2 Jazidas

Tabela 8.105: Lista de fornecedores e jazidas para a CGH Gentil Amigo.

Fornecedor	Material	Endereço	Contato
Compensa Mineradora LTDA	Concreto	União da Vitória – PR	(42) 9800-3998
Hobi S/A Mineração de Areia e Concreto - UVA	Concreto/Areia	União da Vitória – PR	(42) 3521-1934
Hobi S/A Mineração de Areia e Concreto	Areia	Paula Freitas – PR	(41) 3521-1983
GR Extração de Areia	Areia	União da Vitória – PR	(42) 3522-1635
Kerber e CIA LTDA	Pedra brita e material britado	Porto União – SC	(42) 3135-4350
Kerber Pré-moldados LTDA	Pré-moldados	Porto União – SC	(42) 3522-4933
Gerdau Aços Longos SA	Ferro/Aço	Araçariguama – SP e Sapucaia do Sul – RS	(46) 3225-3060
Rampom Madeiras	Madeira	General Carneiro – PR	(42) 3552-1446

8.1.5.9.4.4.3 Áreas de Empréstimo e Bota-fora



Figura 8.160: Área de empréstimo e bota-fora da CGH Gentil Amigo.

8.1.5.9.4.4.4 Pátio de Madeira

A CGH Gentil Amigo contara com um pátio de madeira junto do canteiro de obas, será reservado um espaço ideal no local, para não haver contaminação da madeira com outros produtos presentes no canteiro de obras (**local ainda não definido**).

8.1.5.9.4.4.5 Alojamento

O empreendimento fica próximo ao município de General Carneiro – PR. Por esta razão não se faz desnecessária a construção de grandes alojamentos no canteiro, podendo o empreendedor locar ou adquirir residências nas proximidades dos locais citados e nas comunidades rurais da região.

8.1.5.9.4.4.6 Centro de Convivência

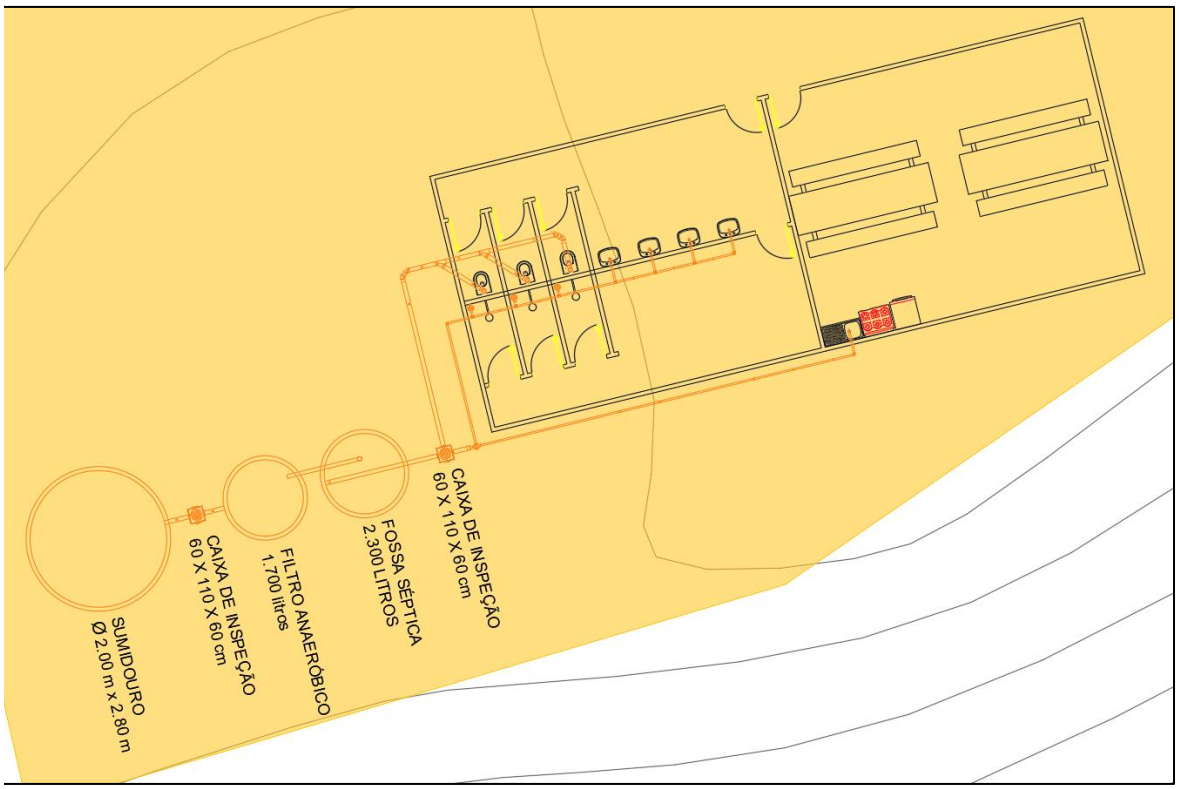


Figura 8.161: Centro de convivência da CGH Gentil Amigo.

8.1.5.9.4.5 Medidas Necessárias para as Obras

As principais medidas necessárias para a gestão ambiental do canteiro de obras, como também demais ações, serão baseadas nos seguintes critérios:

- Tomar as medidas necessárias para evitar focos de erosão ou transporte de sedimentos para os cursos d'água e/ou talvegues receptores;
- Efetuar drenagem que suporte o tráfego de máquinas e equipamentos;
- Preservar as árvores que não interfiram com as construções ou com o trânsito de máquinas e equipamentos;
- Obter a autorização formal do gestor principal, que será concedida de acordo com a licença emitida pelo órgão ambiental, antes da remoção de qualquer vegetação;

- Cumprir as determinações legais relativas ao fornecimento da alimentação aos trabalhadores seja executado por terceiros (restaurante, cantina, etc.), estes deverão atender às normas legais pertinentes, devendo ser submetidos a vistorias periódicas pela equipe de meio ambiente e segurança do trabalho do empreendedor;
- O lixo gerado em todas as etapas construtivas e em todos os locais de serviço deve ter destinação adequada, a ser apontada pela supervisão ambiental do empreendimento, seguindo-se o Plano de Gerenciamento de Resíduos da obra.

8.1.5.9.4.6 Abastecimento de Água

Inicialmente deverá ser escolhido um local adequado para o fornecimento de água para o canteiro de obras do empreendimento, visto isso, será fornecido aos trabalhadores água tratada ou mineral.

Todo sistema de abastecimento deverá estar protegido contra contaminação, devendo-se ter especial atenção quanto à escolha adequada do local das estruturas do sistema. O local escolhido deverá ser cercado para evitar depredação e entrada de animais de grande porte. Da mesma forma, os reservatórios deverão ser completamente estanques à entrada de insetos e pequenos animais.

8.1.5.9.4.7 Tratamento de Efluentes

Os efluentes gerados na fase de instalação e operação deverão ser coletados e tratados conforme suas características:

- Efluentes sanitários: Os efluentes gerados nos banheiros, cozinha e refeitórios deverão ser direcionados para sistemas de tratamentos antes de seu encaminhamento para o corpo receptor. Para tais resíduos haverá duas formas de tratamento: caixa de gordura (efluentes da cozinha) e tanque séptico com filtro e sumidouro;
- Caixas de gordura: São destinadas a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que deverão ser removidas periodicamente. Deverão ser dimensionadas para receber efluentes gerados na cozinha e no refeitório, conforme determinado pela norma NBR 8160.

Para a retenção de gorduras, graxas e óleos na CGH Gentil Amigo sugere-se a construção da caixa de gordura no local ou a instalação de uma caixa de gordura pré-fabricada, como pode ser observado nas fotos a seguir.



Figura 8.162: Instalação da caixa de gordura pré-fabricada.

- Tanque séptico: Tem função de reter os despejos por um determinado período de tempos, de modo a permitir a sedimentação dos sólidos, transformando-os bioquimicamente em substâncias e compostos mais simples e estáveis. Deverá receber os efluentes sanitários, incluindo os efluentes da saída da caixa de gordura, e ser dimensionadas de acordo com a norma NBR 7229.

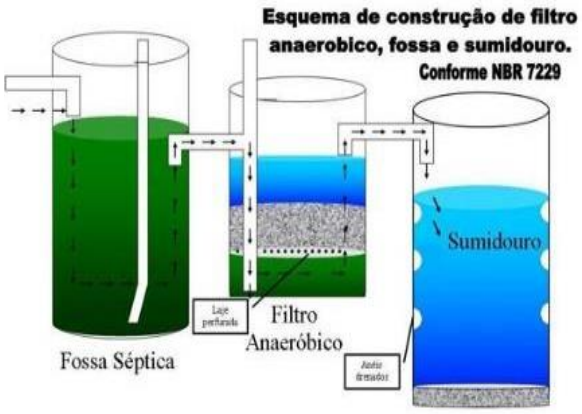


Figura 8.163: Esquema do sistema de tratamento de efluentes a ser implantado.



Figura 8.164: Modelo de tanque séptico e filtro anaeróbico pré-fabricado que poderá ser instalado nas dependências.

- Efluentes oleosos: as atividades geradoras de efluentes com presença de óleo, como oficina mecânica, lavação de veículos, tanque de combustível e áreas onde possam ocorrer vazamento, como na área de transformador, deverão possuir um

sistema de coleta de efluentes, os quais deverão ser direcionados para um sistema de separação de água e óleo.

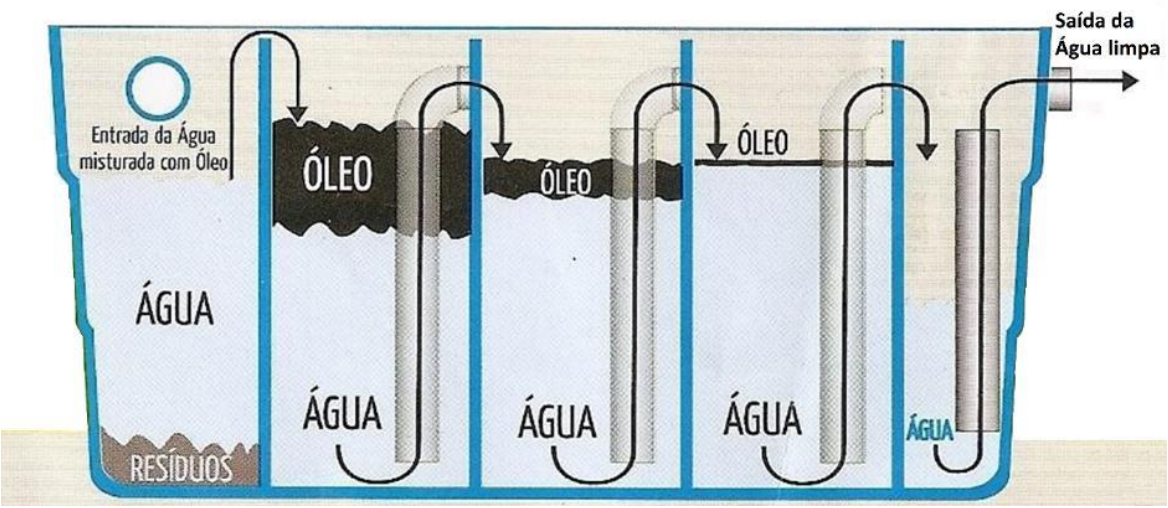


Figura 8.165: Esquema do funcionamento da caixa separadora água-óleo.



Figura 8.166: Modelo de sistema de separador de água e óleo.

8.1.5.9.4.8 Estradas e Vias de Acesso

Nas áreas onde serão abertas novas vias de acesso ou as modificações de vias existentes, as ações **devem ser acompanhadas de obras de drenagem**, com aprovação da fiscalização do empreendedor.

Todos os taludes produzidos por corte ou aterro **devem ser drenados através de canaletas**, com a utilização de degraus e caixas de dissipação de energia, quando necessário. As porções dos taludes que apresentarem solo exposto **deverão ser vegetadas com gramíneas**.

As obras situadas em áreas alagadas e/ou úmidas devem receber a proteção adequada por meio de revestimentos, enroscamentos ou similares, para garantir a sua estabilidade e evitar a erosão. Nestes locais deve-se evitar o acúmulo e depósito de material de raspagem do solo ou similar.

No caso de remodelação de pontes e transposição de cursos d'água em geral, o dimensionamento deverá considerar a vazão máxima, para permitir o livre escoamento das águas.

Não será permitido o cruzamento de Áreas de Preservação Permanente tais como: veredas, matas de galerias, matas ciliares, nascentes, a menos que expressamente autorizado pela fiscalização de meio ambiente.

Projetar as vias visando à mínima interferência possível com o meio ambiente, principalmente, evitando a supressão desnecessária da vegetação.

Garantir, sempre que possível, a concordância dos traçados com as curvas de nível, transpondo-as de forma suave. Como critério geral, a declividades das vias não poderá superar os 15% de rampa.

Quando ocorrerem danos aos acessos (buraco, atoleiro, etc.), deverão ser reparados imediatamente. Os acessos danificados não deverão sofrer desvios para contornar os danos verificados, contribuindo para aumentar a largura das estradas de acessos ou a criação de novos percursos.

Manter as pistas das estradas de acesso, os acessos internos às estruturas da construção e os acessos aos canteiros de obras em condições permanentes de tráfego para os equipamentos e veículos de construção, montagem e fiscalização, até o encerramento das obras.

Nas estradas de acessos e/ou de serviços que se encontrarem em terreno com declividade que favoreçam o aparecimento de erosão, deverão ser construídos contenções.

Não será aceita em nenhuma hipótese a obstrução, mesmo que temporária, de qualquer curso d'água, com exceção das obras previstas para implantação dos represamentos, seja ele perene ou intermitente. A título de informação, são considerados cursos d'água intermitentes ou temporários os talvegues e grotas.

8.1.5.9.4.9 Áreas de Empréstimo e Bota-fora

As áreas de empréstimo e de bota-fora deverão ser aquelas apontadas em projeto aprovado, situadas fora das Áreas de Preservação Permanente, das Reservas Legais das propriedades ou qualquer outra área de com fragmentos florestais bem conservados. Estas áreas já estão mapeadas e foram objeto do processo de licenciamento ambiental. Sua seleção está baseada em critérios de proteção ambiental, que atenuam os respectivos impactos desse tipo de ação.

Os trabalhos de recuperação das áreas de empréstimo deverão ser iniciados IMEDIATAMENTE após a exploração do empréstimo e será de responsabilidade da CONTRATADA. Para a recuperação destas áreas algumas medidas devem ser tomadas:

- I – Proteger adequadamente contra a erosão os taludes gerados em áreas de empréstimo ou de bota-fora, até que tais áreas sejam recuperadas em sua forma definitiva.
- II – Adotar providências para evitar o carreamento de material para os cursos d'água e talvegues próximos.
- III – Remover, transportar e armazenar adequadamente todo o material retirado da camada de solo fértil (aproximadamente 30 cm de espessura), e que será posteriormente utilizado para a recuperação da área alterada. Mesmo as áreas

destinadas para bota-fora deverão ter o seu solo fértil devidamente armazenado, antes de se iniciar o aterro.

Durante a exploração dessas áreas, adotar técnicas que possibilitem declividades suaves, terraceamento entre bancadas de escavação e revegetação com gramíneas dos taludes após a conclusão dos serviços.

8.1.5.9.4.10 Terraplanagem, Escavações, Desmonte de Docha e Movimentação de Terra em Geral

O volume de terra movimentado deverá ser o menor possível, garantindo assim qualidade ambiental previamente existente e a qualidade dos serviços a serem desenvolvidos.

Nas estradas, vias de acesso, canteiros de obras, praças de montagem eletromecânica, subestação e demais equipamentos da usina, remover, transportar e armazenar adequadamente todo o material retirado da camada fértil do solo, e que será posteriormente utilizado para a recuperação da área alterada.

Proteger os taludes de cortes ou aterros por meio de plantio de grama, imediatamente após a conclusão dos serviços de terraplanagem.

Espalhar e homogeneizar todo o material escavado não reutilizado em áreas de bota-fora, e promover a sua revegetação adequadamente.

Após a implantação das estruturas na região da casa de força, proteger por meio de material granular (pétreo) a área e pátio da subestação, de modo a combater os processos erosivos e estabelecer sistema de drenagem e paisagismo apropriado.

8.1.5.9.4.11 Tráfego, Operação, Abastecimento e Manutenção de Máquinas e Equipamentos e Sinalização

Instalar placas de advertência nos locais onde ocorra fácil acesso às frentes de trabalho e estruturas da usina, como travessias de estradas e proximidades das áreas de risco.

Durante a fase de implantação, sinalizar todos os locais que possam estar sujeitos ao acesso de pessoas e/ou veículos alheios às obras, garantindo onde necessário a segurança de passantes quanto ao trânsito de máquinas, caminhões, etc.

Orientar as equipes de operadores de máquinas e equipamentos para os cuidados relativos ao trânsito em áreas que envolvam riscos para pessoas e animais.

Seguir orientação deve-se considerar quanto ao tráfego de máquinas, evitando a destruição desnecessária de vegetação às margens das vias e PROIBINDO a descarga no campo de quaisquer materiais, como combustível, graxa, partes ou peças e equipamentos mecânicos, além do lixo e sobras de concreto.

Reparar eventuais danos causados pelo tráfego de pessoal e veículos às vias, pontilhões e outros recursos como culturas (plantações), cercas, etc.

8.1.5.9.4.12 Combustíveis e Óleos Lubrificantes – Armazenamento, Manuseio e Abastecimento

O armazenamento, manuseio e abastecimento de combustíveis e óleos lubrificantes deverá ser feito de forma a evitar a contaminação do solo e dos cursos d'água.

O abastecimento de combustíveis em máquinas e equipamentos deve ser feito pelo caminhão "comboio" nas diversas frentes de serviços. Sempre que possível, os veículos menores devem ser abastecidos no posto abastecedor fixo. Os veículos movidos à gasolina devem abastecer em postos da rede comercial estabelecida na região.

As trocas de óleos lubrificantes e óleos hidráulicos, devem ser realizados em oficina mecânica, com a proteção de dispositivos móveis de contenção contra vazamentos com capacidade de 1,5 vezes o volume manuseado. Quando este tipo de serviço for executado em situações onde não possa haver deslocamento prévio do equipamento para a oficina, a área onde se processará a troca de óleo deve ser protegida, contornando-a com uma valeta cavada na terra e revestida com lona plástica e coberta com areia ou terra para evitar o rompimento da mesma. O óleo eventualmente vazado deve ser recolhido do solo através de escavação manual, acondicionado em tambor hermeticamente fechado e destinado a um local definido pelo empreendedor, para posterior destinação em aterro sanitário habilitado para receber resíduo de classe I.

Tanques de combustível não integrados aos equipamentos, tais como geradores, compressores, dentre outros, também devem estar instalados dentro de um dispositivo de contenção de vazamentos, dimensionados com capacidade mínima de 1,5 vezes a capacidade do tanque de estocagem.

O veículo de manutenção, abastecimento e lubrificação deve ter recipiente adequado com serragem ou areia para a absorção rápida de óleo que eventualmente possa contaminar o solo.

O local de armazenamento de combustíveis e óleos lubrificantes deve estar sempre que possível distante mais de 50 metros de cursos d'água.

O empreendedor, através da equipe ambiental, pode solicitar a paralisação do uso de veículos, máquinas ou equipamentos que apresentarem vazamentos de óleos combustíveis, óleos lubrificantes e demais fluídos até que estes sejam reparados.

8.1.5.9.4.13 Manutenção de Máquinas e Equipamentos

Durante a execução do serviço de manutenção de máquinas e equipamentos, tais como troca de óleo, substituição de filtros e peças, abastecimento, os materiais usados ou substituídos, tais como estopas, filtros, mangueiras, etc., não devem ser abandonados ou jogados junto das frentes de serviço. Devem ser acondicionados e levados até os coletores de lixo indicados ou depositados em recipientes provisórios, mas adequados para uma futura destinação final, com orientação da supervisão ambiental da obra.

É proibida a lavagem de equipamentos e recipientes, com resíduos de óleos lubrificantes, combustíveis, tintas, resinas, solventes ou qualquer outro produto químico nas frentes de

serviço. A lavagem dos equipamentos, veículos e máquinas, somente pode ser realizada nos lavadores devidamente construídos para esta finalidade.

O óleo usado deve ser retirado da máquina ou equipamento, com a utilização de um recipiente aberto, evitando-se o derramamento no solo. Em caso de derramamento, deve ser providenciada a retirada do solo que absorveu o óleo, através da escavação com uma pá manual e a terra oriunda desta operação, deve ser acondicionada em recipiente apropriado, para posterior destinação final adequada sob a orientação da supervisão ambiental da obra.

O óleo usado deve ser acondicionado em recipientes com boa vedação (latas ou tambores com tampa) e destinado imediatamente à oficina do canteiro ou ao caminhão comboio, sendo posteriormente armazenado no reservatório de resíduos líquidos perigosos.

A retirada de filtros de óleo também deve ser realizada sem derramamento de óleo e seguir os mesmos procedimentos comentados anteriormente.

Em caso de desmonte de partes de máquinas, veículos e equipamentos em geral, onde possa haver derramamento de óleo, (motor, bombas, pontas de eixo, transmissões, diferenciais, etc.), em locais onde não possa haver a remoção do equipamento para as oficinas, deve ser cavada uma valeta circundando todo o perímetro do local do trabalho que deve ser forrado com uma lona plástica e serragem para a absorção do óleo de eventuais vazamentos.

A serragem contaminada por óleo, deve ter sua destinação final indicada e acompanhada pela equipe ambiental.

Em caso de derramamento acidental de óleo:

- I – Conter imediatamente o fluxo e escorrimento da mancha de óleo ou combustível para que não atinja cursos d'água e não contamine o solo;
- II – Espalhar serragem ou areia sobre a mancha para absorção e recolher o material através de raspagem com enxadas e pás;
- III – Comunicar imediatamente à equipe de meio ambiente.

8.1.5.9.4.14 Código de Conduta dos Trabalhadores

Visando estabelecer regras de convivência entre os operários da obra e entre estes e a população em geral, especialmente aquela residente na área de influência direta, toda mão de obra contratada, independente da especialização e permanência ou não no canteiro de obras, estará submetida às normas estabelecidas no Código de Conduta.

Este documento deverá conter orientações sobre o cumprimento de normas e procedimentos frente às questões ambientais e de convivência no canteiro de obras e arredores, destacando as seguintes diretrizes:

- Não será permitida em nenhuma hipótese a caça, a comercialização, a guarda e/ou maus-tratos a qualquer tipo de animal silvestre;
- Caso algum animal silvestre seja ferido em decorrência das atividades de obra, o fato deverá ser comunicado à equipe responsável pela implantação do Programa

de Monitoramento e Manejo de Fauna Terrestre, que tomará as providências necessárias;

- A manutenção de animais domésticos deverá ser desencorajada, uma vez que frequentemente tais animais são abandonados nos locais após o término da obra;
- Não será permitida a extração, comercialização e manutenção de espécies vegetais nativas;
- As atividades de desmatamento deverão ser acompanhadas por especialista em fauna;
- Não será permitido o porte de armas brancas e/ou de fogo nos alojamentos, canteiros e demais áreas da obra;
- Equipamentos de trabalho que possam eventualmente ser utilizados como armas (facões, machados e motosserras) deverão ser recolhidos diariamente após o término dos trabalhos;
- É proibida a venda, manutenção e consumo de bebidas alcoólicas nos alojamentos e demais dependências da obra;
- É expressamente proibido o consumo de drogas nas dependências do canteiro de obras;
- O uso de aparelhos sonoros deverá ser restrito à área de acampamento respeitando os limites razoáveis de volume de som e o horário limite das 22 horas;
- Deverão ser observadas as normas de higiene e saneamento previstas para o canteiro de obras, entre elas o uso adequado dos sanitários e o não lançamento de resíduos no meio ambiente, tais como recipientes e restos de refeições, bem como materiais descartados na manutenção de veículos (ex.: filtros de ar e/ou óleo);
- Os trabalhadores deverão se comportar de forma adequada no contato com a população, evitando a ocorrência de brigas e desentendimentos, e alterações significativas do cotidiano local. Este comportamento deverá ser estendido aos horários de folga, mesmo que o trabalhador esteja fora das dependências do canteiro de obras;
- Deverão ser respeitadas as normas gerais de trânsito estabelecidas para o canteiro de obras, em especial os limites de velocidade impostos;
- Não é permitida visitação ao canteiro de obras por parte das pessoas não autorizadas;
- A permanência e o trafego de carros particulares nos limites do canteiro deverão se restritos àqueles previamente autorizados.

Caberá à empreiteira a divulgação e o treinamento dos trabalhadores em relação ao código de conduta. O treinamento deverá ser efetuado no momento da contratação do trabalhador e, sempre que necessário, ao longo da implantação da obra. A divulgação, por sua vez, deverá ocorrer de forma sistematizada, com a distribuição de cartilhas contendo o resumo do Código de Conduta.

Em caso de não observância das normas, caberá à empreiteira estabelecer devidas punições. Os casos mais graves deverão acarretar o imediato desligamento do operário do

quadro de funcionários da empresa, sempre prejuízo aos demais processos criminais ou civis. Os casos mais brandos deverão ser punidos com carta de advertência e, em caso de reincidência poderão ser punidos com multa, suspensão temporária ou desligamento.

8.1.5.9.4.15 Indicadores Ambientais

- Poluição pela destinação indevida dos resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- Instalação de processos erosivos;
- Movimentação de terra;
- Alterações da qualidade de água e do ar;
- Ultra lançamento de fragmentos;
- Alteração do relevo e modificação da paisagem local;
- Risco de acidentes;
- Capacitação e mobilização de funcionários.

8.1.5.9.4.16 Recursos Materiais e Humanos

O plano ambiental prevê:

- Destacar um representante, com habilitação técnica em meio ambiente, para tratar os aspectos ambientais envolvidos no empreendimento;
- Levar em consideração as variáveis ambientais quando da instalação de estruturas auxiliares para a construção do empreendimento, tais como: oficina mecânica, rampa de lavagem de máquinas e veículos, tanque de abastecimento de equipamentos e veículos, captação de água, disposição para o descarte de efluentes líquidos, resíduos sólidos e outros que possam afetar diretamente o meio ambiente.

8.1.5.9.5 Resultados Esperados

No âmbito do Licenciamento Ambiental, devem ser realizadas periodicamente algumas medidas mitigadoras para os impactos ambientais geradas, tanto no período de construção, ampliação ou operação do empreendimento.

Assim, com este programa busca-se atingir os objetivos destacados dentro de cada programa e uma implantação do empreendimento de forma ambiental correta.

Outras metas podem ser destacadas neste programa, como:

- Promover articulação entre empreiteiras e demais programas ambientais e definir plano de ação;
- Capacitar a mão-de-obra com relação aos temais ambientais, sociais, saúde e segurança e às medidas do PAC;

- Acompanhamento das ações previstas por meio e avaliação da efetividade das mesmas, com emissão de relatórios.

8.1.5.9.6 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

A Constituição Federal (1988), ao consagrar o "meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito de todos, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida", atribuiu a responsabilidade de sua preservação e defesa não apenas ao Poder Público, mas também à coletividade. Assim, a implantação deste subprograma vem ao encontro deste dispositivo legal na medida em que visa sensibilizar, capacitar e encorajar os trabalhadores envolvidos neste empreendimento, ou seja, indivíduos da coletividade, a cumprir sua responsabilidade na proteção, conservação e preservação de bens ambientais.

8.1.5.9.7 Inter-Relação com outros Planos e Programa

O PAC apresenta inter-relação com todos os programas ambientais propostos neste estudo ambiental.

8.1.5.9.8 Etapa do Empreendimento

Este programa inicia-se antes da instalação e tem continuidade durante toda a fase executiva do empreendimento.

8.1.5.9.9 Cronograma de Execução

PROGRAMA AMBIENTAL PARA CONSTRUÇÃO																							
AÇÕES	1º Ano												2º Ano										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Apresentação das Empresas Contratadas para Execução dos Trabalhos																								
Reunião de integração, capacitação e palestras com construtoras ou empreededor e terceirizados																								
Manutenção e conservação dos acessos e demais sistemas de controles ambientais																								

PROGRAMA AMBIENTAL PARA CONSTRUÇÃO																								
AÇÕES	1º Ano												2º Ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gestão e controle das empreiteiras																								
Orientações e diretrizes para desmobilização do canteiro de obras																								
Monitoramento e Fiscalização																								
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral ao IMA																								
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																								

8.1.5.9.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções de controle ambiental deste plano, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador do empreendimento envolvidos nos diversos serviços de ampliação do empreendimento.

O Plano Ambiental da Construção será executado com a participação do coordenador da obra e serviços no local do empreendimento, os analistas ambientais, bem como todos os trabalhadores da obra, envolvendo igualmente a população diretamente afetada.

8.1.5.9.11 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

8.1.5.9.12 Subprograma de Desmobilização de Canteiro de Obras

- Desmontar completamente as estruturas e recompor as áreas;
- Limpar e remover os entulhos, dispondo-os em local apropriado, segundo orientação da Supervisão Ambiental e da fiscalização de meio ambiente;

- Verificar e corrigir, onde necessário, a drenagem de águas pluviais;
- Remover o lixo, se houver, e promover a recuperação da área que foi utilizada como lixeira;
- Realizar revegetação de toda área obedecendo a metodologia descrita e prevista no PRAD.

No caso de transferência do canteiro para terceiros: obter anuência expressa da fiscalização do empreendedor (após a entrega pela CONTRATADA de: documento comprobatório do ato de doação ou venda, indicando claramente as exigências ambientais associadas e sua aceitação assinada pelo recebedor e evidências de que os recursos originalmente destinados à recomposição da área foram aplicados em sua melhoria); recuperar as instalações, de modo a deixá-las em perfeitas condições de uso; limpar, remover os entulhos e desinfetar todos os cômodos e áreas livres; e verificar o funcionamento e correção, se necessário, dos sistemas de drenagem de águas pluviais.

8.2 REFERÊNCIAS

8.2.1 Referências Geologia, Geomorfologia, Espeleologia e Pedologia

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. **The upper Precambrian of South America**. São Paulo, Instituto de Geociências - USP, p. 5-80 (Boletim 7), 1976.

ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B. **O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**: mapeamento geológico das cartas 1:250.000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia. Curitiba: Mineropar, v. 1, 454 pp., 2013.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL, 2000.

CECAV. **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas** – CANIE. 2021.

CERVI, A. C.; BONA, C.; MOÇO, M. C. C.; VON LINSINGUEN, L. Macrófitas aquáticas do Município de General Carneiro, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, 2009.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE, 2001.

IBGE. Base pedológica contínua do Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Escala 1:250.000, 2021. em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/ >. Acesso em: 24/11/2022.

JANSEN, D. C. **Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas**. Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, IX, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 6 pp., 8 a 12 de outubro de 2009.

LICHT, O. A. B.; ARIOLI, E. E. **Mapa Geológico do Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**: Nota Explicativa. Curitiba: Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná - ITCG, 316 pp., 2018.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná. Rio de Janeiro**, José Olympio, Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, XLIII+442p, 1981.

MILANI, E. J.; RANGEL, H. D.; BUENO, G. V.; STICA, J. M.; WINTER, W. R.; CAIXETA, J. M.; NETO, O. P. Bacias sedimentares brasileiras: cartas estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 183-205, 2007.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Carta das Águas Subterrâneas do Paraná**, 2015.

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S.; ALMEIDA, F. F. M. **Evolução das Sinéclises Paleozoicas, Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná**. *In*: HASUI, Y.; CARNEIRO, S. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (eds). Geologia do Brasil, p. 374-394, 2012

PETSCH, C.; ZUCCHI, V. P.; BRAVO, J. V. M.; BUENO, M. B.; MINAKAWA, N. S. Elaboração das cartas de suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar em Douradina, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife/PE, v. 5, n. 2, p. 400-411, 2012.

SANTANA, M.; AZARIAS, V. **Solos do Brasil**: Nitossolos, 2021. Disponível em: https://www.parquecientec.usp.br/publicacoes/solos-do-brasil-nitossolos. Acessado em 24 de novembro de 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H, C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; *et. al*. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Brasília-DF: Embrapa, 356 pp., 2018.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 7, n. 2, p. 3-12, 2006.

SEDOR, F. A. **Fósseis do Paraná**. Museu de Ciências Naturais. Curitiba, 2014.

SHIRAIWA, S. F**lexura da litosfera continental sob os Andes Centrais e a origem da bacia do Pantanal**. IAG-USP, Tese (Doutoramento em Ciências), Instituto Astronômico e Geofísico – USP. São Paulo, 314 pp., 1994.

SPOLADORE, A.; VARGAS, K.; LOES, C. **As cavidades de basalto do sudoeste paranaense**. Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e Semana Acadêmica de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, v. 1, p. 264-278, 2018.

UFPR. Universidade Federal do Paraná. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná**. Minerais do Paraná Curitiba, 63 pp., 2006.

VAIL, P. R.; MITCHUM, R. M.; THOMPSON, S. **Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3**: relative changes of sea level from coastal onlap. *In*: PAYTON, C.E. (Ed). Seismic stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, p. 63-81, 1977.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I.S., CONCEIÇÃO, J. C. J.; APPI, V. T.; SANTOS NETO, E. V.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A. **The Paraná Basin, Brazil**. *In*: LEIGHTON, M. W.; KOLATA, D. R.; OLTZ, D. F.; EIDEL, J. J. (Eds.), Interior cratonic basins, Tulsa, American Association of Petroleum Geologists Memoir, M51, p. 681-708, 1990.

8.2.2 Referências Recursos Hídricos

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, A. F.; AMORIM, J. S. Eutrofização em Rios Brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 16; p. 2165-2179, 2013.

ZAGATTO, P. A.; LORENZETTI, M. L.; LAMPARELLI, M. C.; SALVADOR, M. E. P.; MENEGON JR, N.; BERTOLETTI, E. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, p. 111-126, 1999.

ANM – Agência Nacional de Mineração. SIGMINE – Sistema de Informações Geográficas da Mineração. Disponível em: https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908. Acessado em 22 de novembro de 2022.

ARAÚJO L. M.; FRANÇA A. B.; POTTER P. E. **Arcabouço hidrogeológico do aquífero gigante do Mercosul (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai)**: Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Missiones e Taquarembó. In: MERCOSUL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1. Curitiba. Anais...Curitiba: ABAS, p. 110-120, 1995.

ATHAYDE, G. B. **Compartimentação hidroestrutural do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) no Estado do Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 177 pp., 2013.

BRASIL. Decreto Nº 6.640 de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1o, 2o, 3o, 4o e 5o e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Publicado no DOU em 10 de janeiro de 2008.

BRASIL. Decreto Nº 10.935 de 12 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Publicado em edição extra do DOU em 12 de janeiro de 2022. CECAV. (2021). Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas–CANIE. CPRM –Serviço Geológico do Brasil. "Geotectônica do Escudo Atlântico." Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG, 227, 2003.

DINIZ, J. A. O. *et al*. Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo: Nota técnica. Sistema de Informações Geográficas - SIG. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. 43 p. 3 mapas, color., 1,78 cm x 91.00 cm. Escala 1:5.000.000. Programa de Cartografia Hidrogeológica, 2014.

HINDI, E. C. (2007) Hidroquímica e hidrotermalismo do Sistema Aquífero Guarani no Estado do Paraná. Curitiba, 2007, 153p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) Departamento de Geologia, UFPR. IBGE. Manual técnico de geomorfologia. 2 ed., n.1, Rio de Janeiro, 2009. 173p. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Base geológica contínua do Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Escala 1:250.000, 2021. em: < https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/versao_2021/ >. Acesso em: 23/11/2022

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. (2022) Outorga de Uso Recursos Hídricos. Disponível em:<http://www.sigarh.iat.pr.gov.br/sigarhgis/pages/relatorio/outorgaRecursoHidrico/lista.xhtml>. Acesso em: 22 nov.2022.

MILANI, E. J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado, 2 volumes.

GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (Coord.). **Origem e evolução de bacias brasileiras**. Petrobrás, Rio de Janeiro, p. 135-168, 1991.

9 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO

9.1 MEIO BIÓTICO

9.1.1 Áreas de Influência

Área de influência de um empreendimento deve compreender o espaço que está passível a consequências ou modificações no decorrer do planejamento, implantação e operação de uma obra.

Para definir as áreas de influência, deve ser levado em consideração o espaço geográfico em que serão realizados os levantamentos de dados e informações que permitirão auxiliar o diagnóstico, neste caso, para o meio biótico.

A CGH Gentil Amigo teve suas áreas de influência definidas da seguinte maneira:

9.1.1.1 Área Diretamente Afetada – ADA

A área de ADA corresponde às estruturas do projeto, trecho de vazão reduzida (TVR), área de preservação permanente (APP), reservatório, conduto, canal, casa de força, acessos internos e canteiro de obras. Desta forma, para a ADA da CGH Gentil Amigo definida de acordo com a descrição acima, sua área equivale a 0,35 km^2 ou 34,86 hectares (ha) (Figura 9.1).

9.1.1.2 Área de Influência Direta – AID

A área de AID corresponde a área de supressão, estruturas do projeto, calha do rio, APP, reservatório, conduto, canal (mais 185m), novos acessos e afluentes do trecho de vazão reduzida. Para a AID da CGH Gentil Amigo, foi demarcada uma área de 1,87 km^2 ou 187,32 há (Figura 9.2).

9.1.1.3 Área de Influência Indireta – AII

Para a área de AII foi considerada toda a área de drenagem do projeto. A demarcação desta área corresponde a 114,52 km^2 ou 11.452,06 há (Figura 9.3).

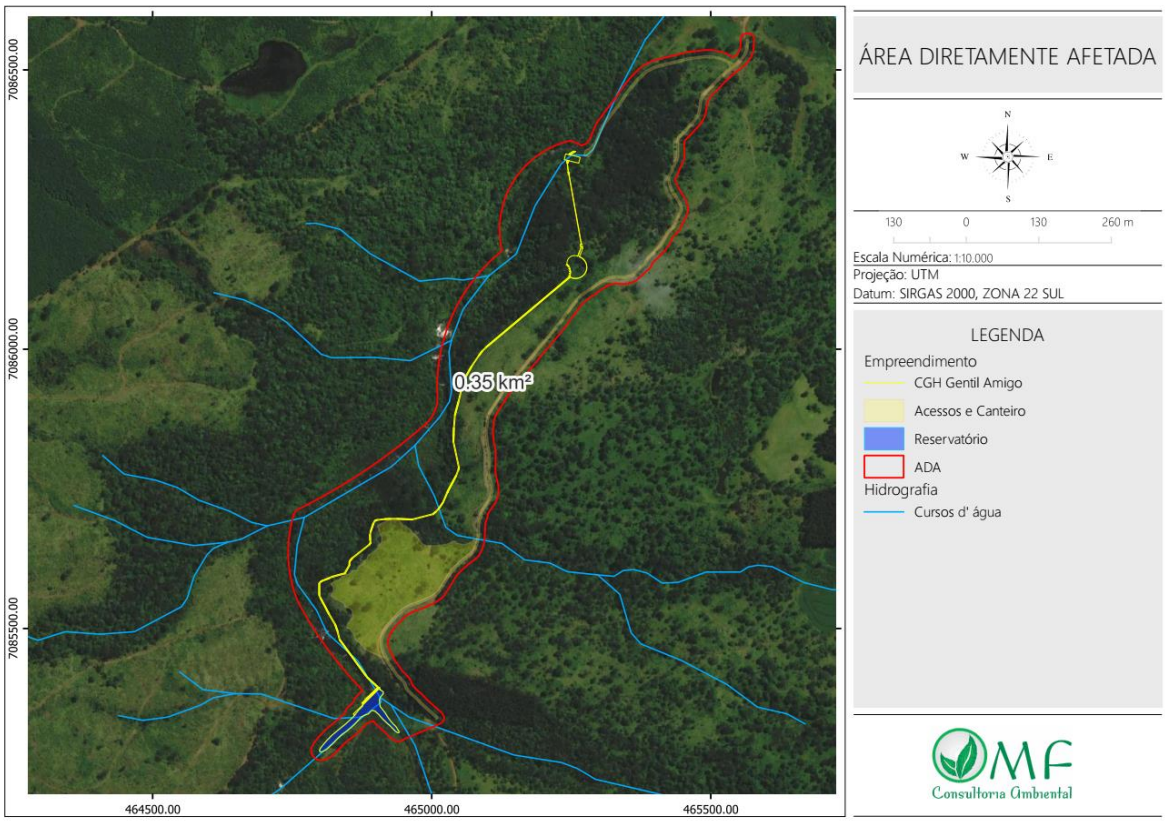


Figura 9.1: Área Diretamente Afetada.

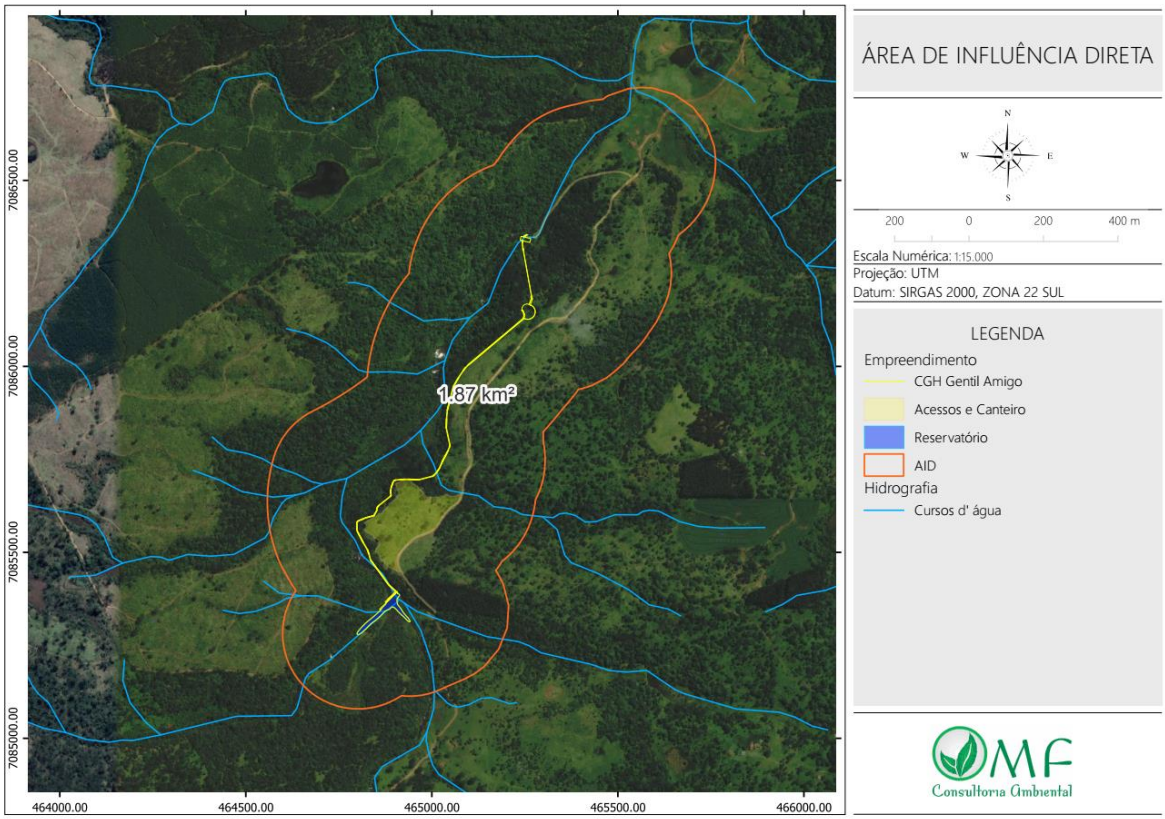


Figura 9.2: Área de Influência Direta.

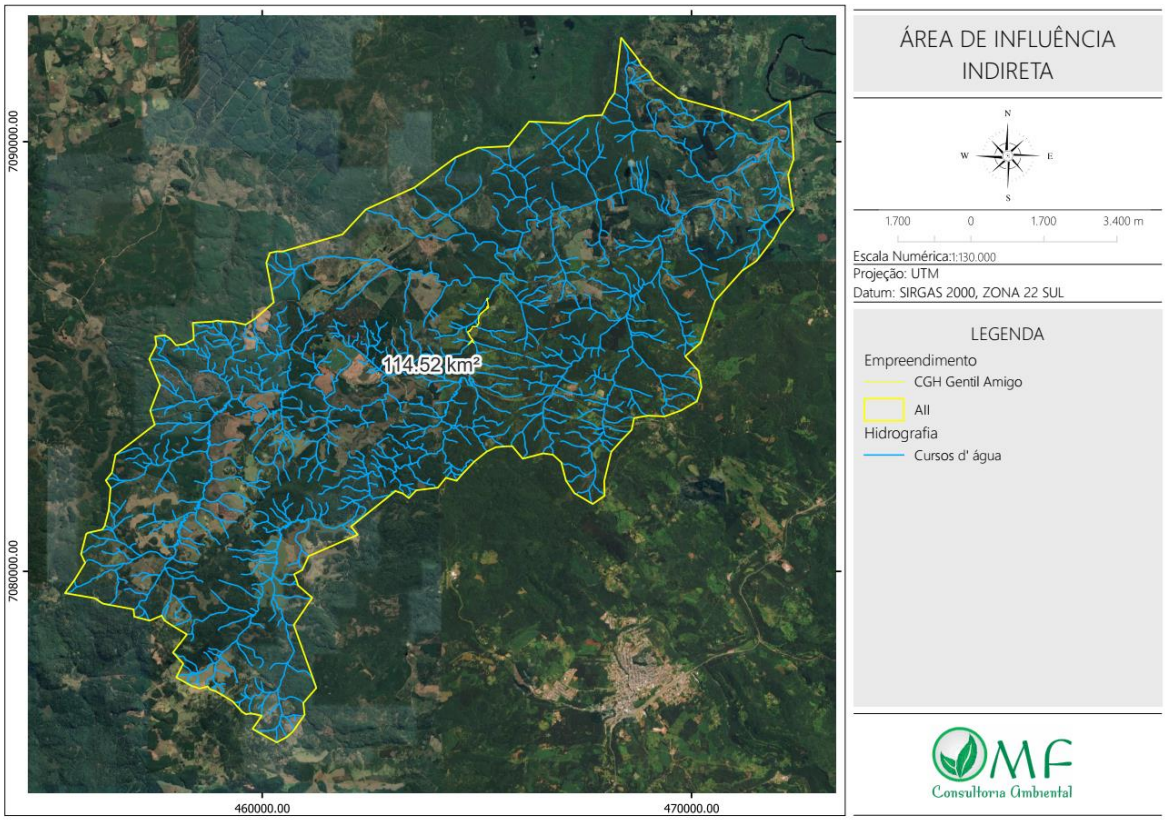


Figura 9.3: Área de Influência Indireta

9.1.2 Fauna

9.1.2.1 Justificativa

O levantamento da fauna terrestre e aquática na área de influência do empreendimento é de caráter fundamental para diagnóstico ambiental da área do futuro empreendimento. A identificação dos possíveis impactos decorrentes do processo de implantação, bem como a formulação de medidas mitigadoras capazes de atenuar os impactos negativos para assegurar a manutenção e conservação da biodiversidade terrestre e aquática local em patamares sustentáveis é fundamentado no levantamento e diagnóstico da fauna.

Além disso, a portaria Nº 51, de 02 de fevereiro de 2023 do IAT apresenta em seu Art 2º que: "*os estudos da fauna silvestre para fins de Licenciamento Ambiental deverão ocorrer sempre que houver supressão da vegetação, alagamento de áreas ou outro tipo de transformação que acarrete alterações, perda ou fragmentação de habitats naturais localizados em áreas urbanas e rurais*".

9.1.2.2 Objetivos

9.1.2.2.1 Objetivos Gerais

Executar o levantamento da fauna terrestre e aquática na área de influência direta da CGH Gentil Amigo com a finalidade de conhecer a diversidade local (diagnóstico), onde também

será abordado um prognóstico da implantação do projeto, bem como a descrição das medidas mitigadoras passíveis de implantação.

9.1.2.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar as espécies que compõem a fauna terrestre que habitam a área de influência direta da CGH Gentil Amigo;
- Investigar a presença/ausência de espécies raras ou ameaçadas de extinção;
- Registrar a presença/ausência de espécies de fauna exótica;
- Diagnosticar os possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação da CGH, relacionados com a fauna terrestre e a aquática;
- Analisar e avaliar a estrutura e dinâmica da comunidade de peixes e invertebrados aquáticos na área de influência da CGH;
- Analisar os dados obtidos e formular, se necessário, medidas que contemplem a mitigação ou compensação das alterações sobre a fauna local.

9.1.2.3 Metodologias

9.1.2.3.1 Levantamento de Dados Secundários

Para o levantamento de espécies com possível ocorrência na CGH Gentil Amigo foram utilizados os dados do monitoramento de fauna da CGH Salto Pintado, empreendimento próximo da CGH Gentil Amigo, localizado no Rio Pintado em Porto União – SC, provenientes de 23 campanhas amostrais de campo realizadas na CGH Salto Pintado entre os anos de 2014 e 2020.

Como complementações a estes dados foram utilizados dados publicados em revistas científicas. Para a avifauna foi utilizado dados publicados de levantamento realizado no Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, em Palmas – PR (LIMA, 2015). Para a herpetofauna foi utilizado a publicação de Favretto e Onghero-JR (2023) de levantamentos realizados no médio e no alto Rio Chapecó. Para a mastofauna, foi utilizado dados dos mamíferos dos Campos de Palmas - PR (MIRANDA *et al*., 2008).

Para dados secundários da itiofauna, que compreende os ictioplânctons, utilizou-se a publicação de Cordova (2018) sobre as espécies da bacia do Rio Iguaçu.

9.1.2.3.2 Levantamento de Dados Primários

Neste relatório é apresentado o resultado das duas campanhas do levantamento da fauna terrestre realizados nas áreas definidas para as amostragens da fauna terrestre na CGH Gentil Amigo.

A compilação dos dados obtidos nas duas amostragens em campo, proporcionaram dados para ações futuras, visando a diagnóstico da fauna local. O levantamento da fauna

objetivou a observação, composição e dinâmica faunística na AID e AII da CGH Gentil Amigo. Tal estudo, é de fundamental importância para avaliar possíveis impactos e interferências da execução do empreendimento na distribuição e sobrevivência das espécies que compõem a biota local.

Todas as atividades realizadas durante o levantamento foram desenvolvidas seguindo as diretrizes específicas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instrução Normativa nº 146 de 11/01/2007, Termo de Referência para Elaboração de Plano de Controle Ambiental PCA para Empreendimentos Hidrelétricos (TR2 – PCA), assim como a Autorização ambiental de levantamento de fauna silvestre terrestre e aquática para implantação da CGH Gentil Amigo Nº 57614 de 20/07/2023.

9.1.2.3.3 Delimitação das Áreas de Amostragem da Fauna

9.1.2.3.3.1 Fauna Terrestre

Foi delimitado para o monitoramento da fauna terrestre no local de inserção da CGH Gentil Amigo, três sítios amostrais, denominados de “FAU”.

Salientamos que os sítios amostrais foram alocados com objetivo de integrar toda a fitofisionomia da região. Dentro dos sítios amostrais estão às áreas diretamente atingidas pelo empreendimento como Casa de Força, Vazão Reduzida e Reservatório em toda a sua extensão até acima do seu montante (Tabela 9.1).

Para o levantamento da entomofauna foram definidos três pontos fixos de amostragem dentro das áreas de fauna terrestre. Nestes locais foram instaladas armadilhas tipo pantraps e malaise.

Tabela 9.1: Caracterização geral dos sítios amostrais para as amostragens de fauna terrestre.

Área	Localização	Coordenadas Geográfica	Área	Características Gerais
FAU01	Margem direita – Trecho de vazão reduzida e jusante da casa de força	22J 464992.87 7085688.85	30,84 ha	Sítio amostral localizado na margem direita do Rio São Manuel. Fragmento com presença de faixa de vegetação ciliar e restante da área utilizada para atividade pastoril, com presença de árvores esparsas.
FAU02	Margem esquerda – Trecho de vazão reduzida e jusante da casa de força	22J 464947.24 7085968.15	45,22 ha	Sítio amostral que abrange desde a área de vazão reduzida, até a jusante da casa de força pela margem esquerda do Rio São Manuel. Apresenta fragmento florestal conservado, porém em declive acentuado.
FAU03	Montante do barramento	22J 464891.81 7085256.31	18,57 ha	Sítio amostral englobando áreas próximas ao barramento. Área com fragmentos florestais bem conservados, localizado entre o Rio São Manuel e Rio São João com presença de grande área pantanosa.

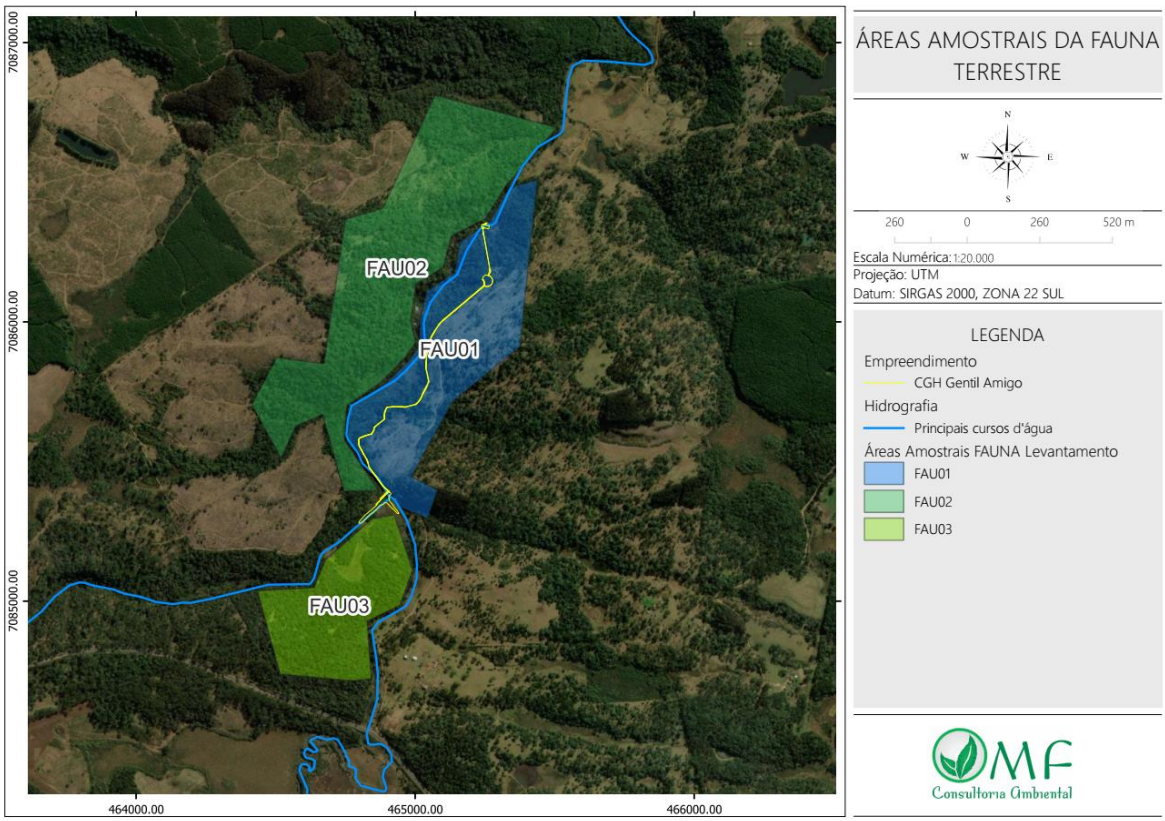


Figura 9.4: Locais definidos para a amostragem da fauna terrestre junto CGH Gentil Amigo.



Figura 9.5: Caracterização fotográfica da FAU01.



Figura 9.6: Caracterização fotográfica da FAU01.



Figura 9.7: Caracterização fotográfica da FAU02.



Figura 9.8: Caracterização fotográfica da FAU02.



Figura 9.9: Caracterização fotográfica da FAU03.



Figura 9.10: Caracterização fotográfica da FAU03.

9.1.2.3.3.2 Fauna Aquática

Para o levantamento da fauna aquática foram selecionados 5 pontos amostrais para coleta, estas áreas compreendem ambientes com característica lótica e lêntica na área de influência direta do empreendimento (Tabela 9.2 e Figura 9.11).

O levantamento limnológico realizado na CGH Gentil Amigo, além do levantamento da ictiofauna, incluiu as análises das comunidades de Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictioplâncton e Zoobêntos (macroinvertebrados bentônicos).

Salientamos que as coletas de Fitoplâncton e Zooplâncton compreenderam todos os cinco pontos de amostragem da ictiofauna. As coletas de Zoobêntos (macroinvertebrados bentônicos) foram realizadas em quatro dos cinco pontos para a coleta da ictiofauna (excluído o ponto no Rio São Manuel a montante do reservatório ICTIO02) compreendendo: ICTIO01 – MRes (Rio São João), ICTIO03 – RES, ICTIO04 – TVR e ICTIO05 – JCF. Enquanto que para o ictioplâncton foram amostrados apenas três pontos, dois a montante do reservatório e um a jusante da casa de força: ICTIO01 – MRes (Rio São João) e ICTIO02 – MRes (Rio São Manuel) e ICTIO05 – JCF.

Tabela 9.2: Demarcação, localização e características gerais dos pontos de levantamento da fauna aquática.

Ponto	Localização	Coordenada Geográfica	Características Gerais
ICTIO01	Montante do reservatório – Rio São João	22J 464907.49 7084945.81	Ponto amostral localizado no Rio São João, o qual desemboca no Rio São Manuel pouco antes do futuro reservatório da CGH Gentil Amigo. Localizado em área de corredeira, com vegetação ciliar densa na margem esquerda e pouco presente na margem direita.
ICTIO02	Montante do reservatório – Rio São Manuel	22J 464643.42 7085134.21	Ponto amostral localizado no Rio São Manuel a montante do reservatório. Local de corredeiras, com vegetação ciliar densa em ambas as margens.
ICTIO03	Reservatório	22J 464879.59 7085348.37	Ponto localizado no reservatório da CGH Gentil Amigo, em ponto de encontro dos Rios São Manuel e São João. Ambiente semi lótico, rochoso, sem vegetação ciliar em ambas as margens.
ICTIO04	Vazão reduzida	22J 464895.41 7085768.51	Ponto localizado na área de vazão reduzida da CGH. Local rochoso, com corredeiras e com pouca vegetação ciliar presente em ambas as margens.
ICTIO05	Jusante da casa de força	22J 465417.11 7086575.99	Ponto localizado na área de jusante da casa de força. Local pedregoso e com presença de corredeiras. Vegetação ciliar preservada na margem esquerda e pouco presente na margem direita.

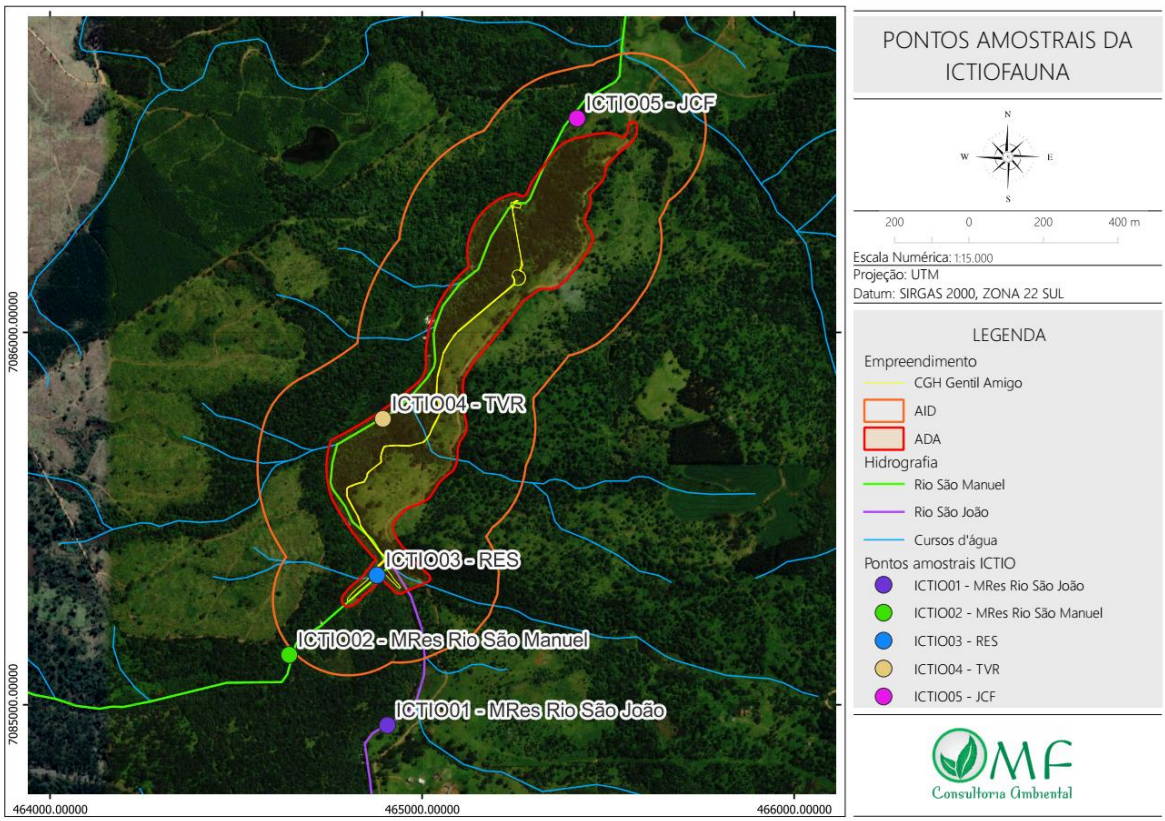


Figura 9.11: Pontos amostrais definidos para coleta de fauna aquática.



Figura 9.12: Caracterização fotográfica da ICTIO01.



Figura 9.13: Caracterização fotográfica da ICTIO01.



Figura 9.14: Caracterização fotográfica da ICTIO02.



Figura 9.15: Caracterização fotográfica da ICTIO02.



Figura 9.16: Caracterização fotográfica da ICTIO03.



Figura 9.17: Caracterização fotográfica da ICTIO03.



Figura 9.18: Caracterização fotográfica da ICTIO04.



Figura 9.19: Caracterização fotográfica da ICTIO04.



Figura 9.20: Caracterização fotográfica da ICTIO05.



Figura 9.21: Caracterização fotográfica da ICTIO05.

9.1.2.3.4 Sazonalidade

Foram realizadas duas (2) campanhas amostrais de levantamento de fauna terrestre e aquática nas áreas de influência do empreendimento, abrangendo duas sazonalidades distintas, conforme a Tabela 9.3.

Tabela 9.3: Datas de realização das campanhas de coleta de dados a campo na CGH Gentil Amigo.

Campanha	Realização	Sazonalidade
1ª	01 a 02/09/22	Inverno
2ª	30 a 31/01/23	Verão

9.1.2.3.5 Metodologia Para Coleta de Dados Primários

9.1.2.3.5.1 Avifauna

9.1.2.3.5.1.1 Busca Ativa

Para coleta de dados primários, utilizou-se de levantamento qualitativo através de transecções entre as áreas. Sendo registrando todas as espécies de aves, independente da forma de contato (visual e/ou auditiva).

Para o registro dos contatos visuais utilizamos binóculos Bushnell (10x42 mm), e os dados foram registrados por gravador de voz Sony (ICD-PX312), com microfone-direcional Yoga A320. Sempre que possível, as aves foram fotografadas como câmeras Sony (HX300) e Canon (SX 530HS). A identificação das aves foi auxiliada pelo guia de campo (SIGRIST, 2009), e por sites de aves especializados (www.wikiaves.com, usado somente para identificar as vocalizações e as imagens). A nomenclatura e a taxonomia das espécies seguiram Piacentini *et al*. (2015).



Figura 9.22: Busca ativa para registro da avifauna.



Figura 9.23: Registro fotográfico de indivíduos da avifauna.

Tabela 9.4: Esforço amostral por busca ativa para a avifauna.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa	2h	3	3	3
Total: 54 horas/campanha				

9.1.2.3.5.1.2 Rede de Neblina

Foi utilizado de redes de neblina, sendo que, para cada sítio amostral foi amostrado por um dia com a instalação de duas (2) redes com 12 metros de comprimento e 2,5 metros de altura cada, totalizando 60m² de malha exposta em cada dia. As redes foram instaladas em locais florestados e abertas, abrangendo a maior gama de fitofisionomias possíveis, permanecendo abertas em período diurno para a captura da avifauna, as quais foram revisadas a cada intervalo de 30 min.



Figura 9.24: Instalação da rede de neblina.



Figura 9.25: Checagem da rede de neblina.

Tabela 9.5: Esforço amostral por redes de neblina para a avifauna.

Método	Tempo/área	Redes/área	Dias	Áreas
Rede de neblina	1 dia	60m^2	3	3
Total: 540 m^2/campanha				

9.1.2.3.5.2 Herpetofauna

9.1.2.3.5.2.1 Busca Ativa

O levantamento da herpetofauna *in loco*, transcorreu por meio de busca ativa em censos diurnos e crepusculares, conduzido dentro das áreas do estudo, deslocando-se lentamente a pé à procura por indivíduos em fases juvenis (anfíbios) ou adultos. A busca ocorreu preferencialmente em ambientes potencialmente ocupados por estes animais (anfíbios e repteis) em meio as margens dos arroios, açudes e banhados, bem como ambientes florestados ou de áreas abertas, onde foram vasculhados troncos, epífitas, rochas e serapilheira.

Os transectos foram realizados nos períodos diurno e noturno, em horários específicos para melhor visualização ou audição dos indivíduos. No período noturno foi utilizado minigravador de voz (Sony ICDPX312) para os registros sonoros (vocalizações) de anfíbios para posterior confirmação. A procura visual foi realizada com o auxílio e uso de lanternas e ganchos herpetológicos. As espécies encontradas foram registradas, identificadas e fotografadas quando possível, sendo realizada a soltura em seguida.

A técnica de Playback também foi uma ferramenta utilizada, no qual são reproduzidas vocalizações das espécies de anfíbios com possível ocorrência para as áreas de influência do empreendimento. As vocalizações de diferentes espécies com ocorrência para a região foram obtidas e estão disponíveis no site (https://amphibiaweb.org/).



Figura 9.26: Busca ativa diurna.



Figura 9.27: Busca ativa diurna.



Figura 9.28: Busca ativa noturna.



Figura 9.29: Busca ativa noturna.

Tabela 9.6: Esforço amostral por busca ativa para a herpetofauna.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa diurna	1h	3	3	3
Busca ativa noturna	1h	3	3	3
Total: 54 horas/campanha				

9.1.2.3.5.3 Mastofauna

9.1.2.3.5.3.1 Busca Ativa

Foi empregada a metodologia de busca ativa na qual se baseara na visualização direta e por meio de vocalizações. Além disso, foi registrado todos os vestígios deixados no ambiente, tais como rastros, fezes, pelo, carcaça, padrão de mordidas em sementes, marcas odoríferas, tocas e restos alimentares. Os registros foram obtidos através de transecções nas áreas amostrais a pé ou com veículo automotor, em diferentes horários. Para cada caso foram anotados os dados pertinentes como: tipo de vestígio, espécie ou gênero, data, local de registro e etc. Sempre que possível, foram feitas fotografias do vestígio com uma escala de referência.



Figura 9.30: Busca ativa.



Figura 9.31: Registro de vestígio.

Tabela 9.7: Esforço amostral por busca ativa para a mastofauna.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa	2h	3	3	3
Total: 54 horas/campanha				

9.1.2.3.5.3.2 Armadilhas Fotográficas

Foram utilizados três (3) armadilhas fotográficas da Bushnell Trophy Cam Hd modelo 119875, uma em cada área amostral. As armadilhas fotográficas foram estrategicamente instaladas em árvores a uma altura de aproximadamente 50 cm do solo, onde se verifica a presença de indícios indiretos como tocas, pegadas, latrinas e restos de alimentação, perfazendo um período mínimo de 72h cada uma durante os três dias de amostragem para cada área amostral. Com o intuito de potencializar a chance de obter os registros será utilizado como isca: sardinha, banana, laranja e açúcar de baunilha, etc.



Figura 9.32: Instalação de armadilha fotográfica



Figura 9.33: Instalação de armadilha fotográfica.

Tabela 9.8: Esforço por armadilhas fotográficas para a mastofauna.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Armadilha fotográfica	24h	3	3	3
Total: 216 horas/campanha				

9.1.2.3.5.3.3 Armadilhas de Captura (Sherman e Tomahawk)

Em todas as áreas de amostragem foram instaladas quinze (15) armadilhas do tipo Sherman e quinze (15) armadilhas do tipo Tomahawk, cinco em cada área amostral, iscadas com frutas, cereais, creme de amendoim, e carne. Tais armadilhas foram armadas preferencialmente em locais com indícios da presença de elementos faunísticos, visando otimizar as capturas (ex: próximo a tocas, corredores de passagem da fauna, etc.).

As armadilhas ficaram expostas pelo período de três dias, sendo revistadas a cada 12 horas para registro dos espécimes capturados e troca de iscas.

Este método também registra eventualmente a captura de outros indivíduos da fauna, como aves e répteis, portanto, será contabilizado como método para estes grupos no caso de captura.



Figura 9.34: Armadilhas de captura utilizadas.



Figura 9.35: Armadilhas de captura instaladas.

Tabela 9.9: Esforço amostral por armadilhas Sherman e Tomahawk para a mastofauna.

Método	Tempo/área	Armadilha/área	Dias	Áreas
Armadilha Shermann	24h	5	3	3
Armadilha Tomahawk	24h	5	3	3
Total: 2160 horas/campanha				

9.1.2.3.5.3.4 Redes de Neblina

Para cada sítio amostral foram instaladas duas (2) redes com 12 metros de comprimento e 2,5 metros de altura cada, totalizando 60m² de malha exposta. As redes foram instaladas em locais florestados e abertos, abrangendo a maior gama de fitofisionomias, permanecendo abertas em período noturno para a captura de quirópteros, permanecendo assim até as 24:00 horas. Tais redes foram revisadas a cada intervalo de 30 min.



Figura 9.36: Rede de neblina instalada em período noturno.



Figura 9.37: Morcego capturado em rede de neblina.

Tabela 9.10: Esforço amostral por rede de neblina para quirópteros.

Método	Tempo/área	Redes/área	Dias	Áreas
Rede de neblina	1 dia	60m^2	3	3
Total: 540 m^2/campanha				

9.1.2.3.5.4 Entomofauna

9.1.2.3.5.4.1 Pantraps

Foram instaladas armadilhas constituídas por pratos de diversas cores (vermelho, azul e amarelo) que atraem as abelhas e outros insetos. Em cada prato foi colocado água, 1g de sardinha para atrair insetos e algumas gotas de própolis para atrair abelha, além de um pingo de detergente para quebrar a tensão superficial e, assim, abater os insetos por afogamento.

Em cada área amostral foram utilizados três (3) kit's, sendo que cada kit possui três pratos (Figura 9.38 e Figura 9.39), totalizando nove (9) pratos por ponto amostral, organizados em conjuntos. Cada conjunto foi composto por um prato de cada cor e instalado com distanciamento de aproximadamente 20 metros entre si, ficando expostos por 24 horas em cada área amostral. Os espécimes coletados foram armazenados em álcool para posterior identificação.

Objetivando atender de forma mais precisa ao TR2-PCA para amostragem minimamente de abelhas nativas, a amostragem por armadilhas de solo do tipo *pitfall* (descrita na Autorização Ambiental Nº 57614 de 07/2022), que amostram insetos que se deslocam sobre o solo, foram substituídas pelas armadilhas *pantraps*, mais adequadas para o registro de abelhas, que são atraídas em função da coloração e dos atrativos aplicados (WESTPHAL *et al*., 2008).



Figura 9.38: Instalação de armadilhas do tipo Pantrap.



Figura 9.39: Características e cores das armadilhas Pantrap.

Tabela 9.11: Esforço amostral por armadilha Pantraps para a entomofauna.

Método	Tempo/área	Armadilha/área	Dias	Áreas
Armadilha Pantrap	24h	9	1	3
Total: 648 horas/campanha				

9.1.2.3.5.4.2 Malaise

Destinada para insetos voadores, é uma armadilha construída com tela de material sintético e lembra uma barraca de camping, confeccionada com teto na cor branca, septos e laterais na cor preta. No alto da armação existe um frasco coletor que aprisiona os insetos. É indicada para amostrar moscas, vespas, abelhas e outros insetos que têm o hábito de subir quando aprisionados.

A armadilha Malaise (em detalhe nas Figura 9.40 e Figura 9.41) é uma técnica que intercepta insetos em voo. Os insetos batem nos septos ou teto da armadilha, tendem a subir em direção à luz solar, e por isso terminam por cair no copo coletor (frasco), posicionado na extremidade superior da armadilha. No copo coletor é adicionados 200 ml álcool a 70%, usado para morte e fixação dos insetos e detergente para quebra da tensão superficial (ALMEIDA *et al*., 1998). Em cada um dos três pontos amostrados foi instalada uma armadilha que ficou exposta por três dias.



Figura 9.40: Instalação da armadilha Malaise.



Figura 9.41: Armadilha Malaise instalada.

Tabela 9.12: Esforço amostral por armadilha Malaise para a entomofauna.

Método	Tempo/área	Armadilha/área	Dias	Áreas
Armadilha Malaise	24h	1	3	3
Total: 216 horas/campanha				

9.1.2.3.5.5 Ictiofauna

Para uma melhor compreensão da diversidade ictiofaunistica do Rio São Manuel, utilizaremos equipamentos de pesca diversificados como redes de espera (captura passiva) e tarrafas buscando-se amostrar a riqueza de espécies da comunidade de peixes

do trecho de influência do empreendimento. Os petrechos utilizados foram idênticos em todos os pontos amostrais, sempre respeitando as particularidades de cada ponto, e o esforço de pesca padronizado, possibilitando a comparação entre os dados.

Os exemplares capturados serão separados em recipientes apropriados. Os dados biométricos (peso e comprimento total) serão obtidos ainda no local, sendo que os exemplares foram devolvidos ao rio imediatamente após a obtenção dos dados. Será realizado o registro fotográfico a fim de documentar a diversidade específica.

A identificação das espécies será realizada seguindo os manuais apresentados por Zaniboni-Filho *et al*. (2004); Graça e Pavanelli (2007); Nakatani *et al*. (2001); Baumgartner *et al*. (2012); “fishbase.se”.

9.1.2.3.5.5.1 Captura Passiva com Rede de Emalhe

As redes de emalhe serão armadas nos cinco (5) pontos de amostragem, permanecendo armadas por 12 horas consecutivas, instaladas ao entardecer e retiradas ao amanhecer, obtendo um esforço amostral de 12 horas/rede. As redes de emalhe serão dispostas paralelamente à margem em trechos lóticos, e de maneira perpendicular à margem em trechos lênticos. As redes serão mantidas à superfície por flutuadores identificados, e por pesos (poitas) mantidos esticados verticalmente.

Serão utilizadas redes com malha de 1,5cm, 3,0cm e 5,0cm, todas com comprimentos de 10 metros e altura de 1,5 metros.



Figura 9.42: Instalação de rede de emalhe.



Figura 9.43: Remoção de rede de emalhe.

Tabela 9.13: Esforço amostral por rede de emalhe para a ictiofauna.

Método	Tempo/área	Rede/área	Dias	Pontos
Malhadeiras (malha 1,5 cm)	12h	1	1	5
Malhadeiras (malha 3,0 cm)	12h	1	1	5
Malhadeiras (malha 5,0 cm)	12h	1	1	5
Total: 180 horas/campanha				

9.1.2.3.5.5.2 Captura Ativa com Uso de Tarrafa

No decorrer de cada amostragem será utilizada uma tarrafa com malha 1,5 cm. O uso da tarrafa será padronização com um total de seis lances por ponto de amostragem, totalizando 30 arremessos. A tarrafa será utilizada pela manhã juntamente com a retirada dos petrechos (redes) dos pontos amostrais. É válido salientar que esta metodologia visa principalmente contribuir qualitativamente na amostragem ictiológica.

Tabela 9.14: Esforço amostral por tarrada para a ictiofauna.

Método	Tempo/área	Técnico/área	Dias	Pontos
Tarrafa	6 lances	1	1	5
Total: 30 lances/campanha				

9.1.2.3.5.5.3 Captura Ativa com o Uso do Puçá

Consiste na utilização de armadilha em forma de cesto com um cabo. O profissional irá realizar lances com o puçá na água, em locais propícios para a captura de ictiofauna, ou poderá ser usado remexendo-se as pedras na corredeira e coletando exemplares escondidos. Esta metodologia será utilizada por cerca de 15 minutos em cada ponto amostral, totalizando 1 hora e 15 minutos.



Figura 9.44: Utilização de rede tipo puçá.



Figura 9.45: Exemplar capturado com puçá.

Tabela 9.15: Esforço amostral por puçá para a ictiofauna.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Pontos
Puçá	15min	1	1	5
Total: 1 hora e 15 minutos/campanha				

9.1.2.3.5.6 Macroinvertebrados Bentônicos

9.1.2.3.5.6.1 Coleta de Dados e Preservação das Amostras

A coleta da comunidade de macroinvertebrados aquáticos da CGH Gentil Amigo foi realizada a partir de busca ativa com auxílio de rede de amostragem tipo peneira/puça

(Figura 9.46). Foram amostrados quatro pontos ao longo do trecho do empreendimento (MRES, RES, TVR e JCF), sendo a coleta realizada em triplicata em todos os pontos (Figura 9.47). As amostras foram acondicionadas em frascos identificados e preservadas em álcool 70%. Posteriormente, o material coletado foi encaminhado para identificação.



Figura 9.46: Utilização de peneira para coleta de macroinvertebrados bentônicos.



Figura 9.47: Utilização de peneira para coleta de macroinvertebrados bentônicos.

Tabela 9.16: Esforço da coleta por rede coletora para os macroinvertebrados bentônicos.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Pontos
Peneira/puça	20min	1	1	4
Total: 1 hora e 20 minutos/campanha				

9.1.2.3.5.6.2 Identificação

Em laboratório, iniciou-se o método de solução supersaturada. O procedimento baseia-se na colocação da amostra em uma bandeja plástica translúcida com a solução supersaturada de sal (Figura 9.48). Este procedimento tem como objetivo fazer os macroinvertebrados presentes no sedimento flutuarem, facilitando sua visualização, pois os espécimes maiores e mais leves irão flutuar, enquanto os mais pesados irão para o fundo da bandeja (BRANDIMARTE e ANAYA, 1998). Dessa forma, a flutuação serve como uma pré-triagem dos organismos bentônicos. Após a flutuação, os indivíduos sobrenadantes foram retirados e as amostras foram lavadas em água corrente em peneira com malha de 250µm.



Figura 9.48: Registro da triagem e identificação dos macroinvertebrados bentônicos.

Em seguida, foi realizada a triagem e identificação dos indivíduos em placas de Petri com o auxílio do estereomicroscópio. Os espécimes foram identificados no menor nível taxonômico praticável, com a ajuda de chaves de identificação de Mugnai *et al*. (2010), Segura *et al*. (2011), Pes *et al*. (2005), Lecci e Froehlich (2007), Dominguez e Fernandez (2009), Costa *et al*. (2004), Merritt e Cummins (1996) e Hamada *et al*. (2014).

9.1.2.3.5.7 Zooplâncton e Ictioplâncton

9.1.2.3.5.7.1 Zooplâncton

A coleta do zooplâncton através da filtragem em rede com 68 micrômetros de abertura de malha. Para a filtragem, foi procedido de 15 lances de rede de coleta a 20 cm da superfície em locais com pouca ou nenhuma correnteza, ou mantendo a rede em correnteza para passagem da água por 5 minutos. Estimasse que um total de 600 litros de água deverá ser filtrado em cada ponto amostral.

O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

Previamente às análises, as amostras de zooplâncton foram coradas com Rosa de Bengala, a fim de aprimorar a visualização dos organismos nas amostras. Em seguida, foram concentradas em um volume conhecido e variável (75 a 600 mL), considerando a quantidade de organismos e, principalmente, a quantidade de material em suspensão na amostra.



Figura 9.49: Coleta de zooplâncton.



Figura 9.50: Rede de coleta de zooplâncton.

Tabela 9.17: Esforço amostral por rede de zooplâncton.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Pontos
Rede zooplâncton	5min ou 15 lances	1	1	4
Total: 20 minutos ou 60 lances/campanha				

9.1.2.3.5.7.2 Ictioplâncton

Para as amostragens do ictioplâncton foi usada rede de plâncton do tipo cônico-cilíndrica (abertura da rede = 0.1104 m^2), com malha 0,3 mm e fluxômetro acoplado à boca para a obtenção do volume de água filtrada.

As redes foram expostas por 15 minutos, perpendicularmente contra a correnteza. As amostragens aconteceram entre as 22h e 03h, que é considerado o período mais indicado para amostrar a comunidade de ictioplâncton. Coletas durante o dia não são necessárias devido à baixa atividade das larvas nesse período. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno de 500ml. Foi adicionado eugenol (4-Alil-2-Metoxifenol), com o intuito de eutanasiar os indivíduos para, posteriormente, fixá-los em formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio.

Em laboratório através de um microscópio estereoscópio as amostras coletadas foram triadas e identificadas até o menor nível taxonômico possível, de acordo com literatura específica.



Figura 9.51: Coleta de ictioplâncton.



Figura 9.52: Rede para coleta de ictioplâncton.



Figura 9.53: Reagentes para fixação da amostra.



Figura 9.54: Fixação das amostras com os reagentes.

Tabela 9.18: Esforço amostral por rede de ictioplâncton.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Áreas
Rede ictioplâncton	15min	1	1	3
Total: 45 minutos/campanha				

O levantamento de ictioplâncton na área estudada foi realizado em conformidade com a Resolução CONAMA N° 237/97 e atende a Portaria IAP 097/12 e Instrução Normativa IBAMA, nº 146/07, e ocorreu através de duas amostragens com intervalo trimestral, onde as coletas foram baseadas na Autorização Ambiental nº 57614, Protocolo 177167509, emitida pelo Instituto Água e Terra – IAT em 20 de julho de 2022, válida até 20 de julho de 2023, que autoriza os estudos de fauna silvestre na área de influência do empreendimento.

9.1.2.3.5.8 Matriz de Esforço Amostral

Tabela 9.19: Matriz de esforço amostral pelas metodologias empregadas por grupo faunístico.

Táxon	Método	Esforço	Nº de técnicos ou armadilhaas	Nº de dias	Nº de áreas	Nº de campanhas	Cálculo do esforço por campanha	Esforço total
Aves	Busca ativa	2h/técnico	2	3	3	2	2h x 3d x 2 técnicos = **54h/campanha**	108h
Aves	Rede de neblina	60m²/dia	-	3	3	2	60m² rede x 3d x 3 áreas = **540m²/campanha**	1.080m²
Herpetofauna	Busca ativa (diurno e noturno)	2h/técnico	3	3	3	2	2h x 3 técnicos x 3d x 3 áreas = **54h/campanha**	108h
Mamíferos	Busca ativa	2h/técnico	3	3	3	2	2h x 3 técnicos x 3d x 3 áreas = **54h/campanha**	108h
Mamíferos	Armadilha fotográfica	24h/dia	1	3	3	2	24h x 1 armadilha x 3d x 3 áreas = **216h/campanha**	432h
Mamíferos	Armadilha Shermann	24h/dia	5	3	3	2	24h x 5 armadilhas x 3d x 3 áreas = **1080h/campanha**	2.160h
Mamíferos	Armadilha Tomahawk	24h/dia	5	3	3	2	24h x 5 armadilhas x 3d x 3 áreas = **1080h/campanha**	2.160h
Mamíferos	Rede de neblina	60m²/dia	-	3	3	2	60m² rede x 3d x 3 áreas = **540m²/campanha**	1.080m²
Entomofauna	Armadilha Pantrap	24h/dia	9	1	3	2	24h x 9 armadilhas x 3d x 3 áreas = **648h/campanha**	1296h
Entomofauna	Armadilha Malaise	24h/dia	1	3	3	2	24h x 1 armadilha x 3d x 3 áreas = **216h/campanha**	432h
Ictiofauna	Redes de emalhe	12h/dia	3	1	5	2	12h x 3 redes x 1d x 5 pontos = **180h/campanha**	360h
Ictiofauna	Tarrafa	6 lances	1	1	5	2	6 lances x 1 técnico x 1d x 5 áreas = **30 lances/campanha**	60 lances
Ictiofauna	Puça	15min/ponto	1	1	5	2	15min/ponto x 1 técnico x 1d x 5 áreas = **1h e 15 min/campanha**	2h e 30min
Macroinvertebrados	Peneira/puça	20min/ponto	1	1	4	2	20min/pontos x 1 técnico x 1d x 4 áreas = **1h e 20 min/campanha**	2h e 40min
Macroinvertebrados	Rede zooplâncton	5min ou 15 lances/ponto	1	1	5	2	5min/pontos ou 15 lances x 1 técnico x 1d x 5 áreas = **25min ou 75 lances/campanha**	50min ou 150 lances
Macroinvertebrados	Rede ictioplâncton	15min/ponto	1	1	3	2	15min/pontos x 1 técnico x 1d x 3 áreas = **45min/campanha**	1h e 30min.

9.1.2.3.6 Análises Estatísticas

9.1.2.3.6.1 Avifauna, Herpetofauna e Mastofauna

As análises estatísticas que basearam a caracterização da biodiversidade local foram performadas no programa estatístico R e RStudio (R Core Team, 2022).

9.1.2.3.6.1.1 Estimadores de Diversidade

9.1.2.3.6.1.1.1 Série de Hills

A análise da diversidade biológica desempenha um papel fundamental na ecologia e na conservação de ecossistemas. Uma abordagem amplamente utilizada para quantificar a diversidade é a Série de Hill, um estimador que fornece insights valiosos sobre a distribuição de abundância das diferentes espécies em uma comunidade. Proposta por John Hill em 1973 (HILL, 1973), essa métrica ganhou destaque devido à sua capacidade de incorporar diferentes perspectivas sobre a importância das espécies com base na sua abundância relativa.

A Série de Hill é uma generalização das métricas de diversidade tradicionais, como a riqueza de espécies (índice de Simpson) e a equitabilidade, permitindo que os pesquisadores explorem os padrões de diversidade em uma gama mais ampla de cenários. Ao atribuir pesos variáveis às espécies com base em um parâmetro de ordem "q", a série de Hill oferece uma flexibilidade única para avaliar como diferentes perspectivas de diversidade se manifestam (JOST, 2007). Além disso, a Série de Hill pode ser utilizada para calcular índices familiares, como o índice de Shannon, como casos especiais quando "q" é ajustado.

A aplicação da Série de Hill tem encontrado ressonância em diversas áreas, desde estudos de biodiversidade em ecossistemas naturais até análises de comunidades microbianas em ambientes urbanos (JOST, 2007). Sua utilidade reside na habilidade de capturar a estrutura subjacente das comunidades, destacando espécies dominantes e raras em diferentes graus, proporcionando uma visão mais completa da diversidade biológica.

A fórmula para calcular a Série de Hill é:

$$D(q) = (\sum_{i=l}^{S} p_i^q)^{\frac{1}{l-q}}$$

Onde:

- $D(q)$ é a medida de diversidade da Série de Hill para um determinado valor de q;
- S é o número total de espécies na comunidade;
- p_i é a proporção (ou abundância relativa) da i-ésima espécie na comunidade.

A interpretação da Série de Hill envolve compreender como diferentes valores do parâmetro de ordem "q" influenciam a medida de diversidade e o que esses valores representam em termos de distribuição de abundância das espécies em uma comunidade. Aqui estão algumas diretrizes para interpretar a Série de Hill:

- **Riqueza de Espécies (q = 0)**: Quando o parâmetro "q" é definido como 0, a Série de Hill fornece a riqueza de espécies ou o número total de espécies na comunidade.

Nesse caso, a interpretação é direta: quanto maior o valor da riqueza de espécies, mais diversificada é a comunidade em termos de diferentes tipos de organismos presentes;

- **Diversidade Equitativa (q = 1)**: Quando "q" é igual a 1, a Série de Hill mede a diversidade equitativa, ou seja, a igualdade na distribuição de abundância das espécies. Um valor mais alto indica que as espécies têm abundâncias mais uniformemente distribuídas, enquanto um valor mais baixo sugere uma dominância de algumas poucas espécies;
- **Diversidade Dominância (q → ∞)**: Conforme "q" se aproxima do infinito, a Série de Hill enfatiza as espécies mais abundantes, reduzindo o peso das espécies menos comuns. Isso ajuda a identificar quais espécies têm o maior impacto na determinação da diversidade da comunidade;
- **Intermediários (0 < q < 1 e 1 < q < ∞)**: Valores intermediários de "q" permitem explorar diferentes aspectos da diversidade. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, destacando a riqueza total de espécies menos comuns. Valores entre 1 e ∞ continuam a destacar as espécies dominantes, mas com diferentes graus de ênfase.

O parâmetro q controla a ênfase dada às espécies com diferentes abundâncias relativas na comunidade. Quando q = 0, a fórmula se reduz à riqueza de espécies (número total de espécies). Conforme q aumenta, as espécies menos abundantes têm menos peso e as espécies mais abundantes têm mais peso na medida de diversidade.

É importante notar que a Série de Hill pode ser usada para calcular vários índices familiares, como a riqueza de espécies (para q = 0), o índice de Shannon (para q = 1) e o índice de Simpson (para q = 2). Portanto, a fórmula acima é uma fórmula geral que engloba esses índices específicos quando valores particulares de q são escolhidos.

9.1.2.3.6.1.1.2 Índice de Shannon

O índice de Shannon, proposto por Shannon (1948), é uma das métricas mais amplamente utilizadas para medir a diversidade de espécies em um ecossistema. Essa métrica leva em consideração tanto a riqueza de espécies quanto a equitabilidade, ou seja, a uniformidade com que os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies presentes em uma comunidade. O cálculo do índice de Shannon envolve o uso de técnicas matemáticas, como a teoria da informação, para estimar a incerteza associada à identificação de uma espécie aleatória dentro da comunidade, tornando-o um indicador sensível e robusto para comparar a diversidade em diferentes áreas.

O índice de Shannon é particularmente útil para ecólogos e conservacionistas, pois fornece uma medida quantitativa da diversidade biológica, permitindo a comparação de diferentes ambientes e o monitoramento de mudanças ao longo do tempo. Além disso, ele também é frequentemente utilizado em estudos de impacto ambiental, restauração e manejo de ecossistemas, auxiliando na tomada de decisões informadas para a conservação da biodiversidade. O índice é calculado da seguinte forma:

$$H' = -\sum(pi \times \ln(pi))$$

Onde:

- H' é o índice de Shannon;
- pi é a proporção do número de indivíduos na espécie 'i' em relação ao número total de indivíduos em todas as espécies na comunidade;
- $ln(pi)$ é o logaritmo natural de pi.

Cada espécie presente na comunidade terá um valor de 'pi', e o índice de Shannon é obtido somando-se o produto de cada 'pi' pelo seu respectivo logaritmo natural e, em seguida, multiplicando o resultado por -1. Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas.

9.1.2.3.6.1.1.3 Índice de Simpson

O índice de Simpson é uma métrica fundamental amplamente utilizada na ecologia e outras disciplinas relacionadas para avaliar a diversidade e a equitabilidade de espécies em um determinado ambiente. Proposto originalmente por Simpson (1949), esse índice é uma medida estatística que varia de 0 a 1, fornecendo insights valiosos sobre a complexidade da composição biológica de uma comunidade. Sua aplicação é essencial para compreender a estrutura e a saúde dos ecossistemas, além de desempenhar um papel crítico na tomada de decisões relacionadas à conservação e à gestão ambiental.

O cálculo do índice de Simpson baseia-se na proporção de indivíduos encontrados em cada espécie presente na comunidade. Quanto mais uniformemente distribuídos esses indivíduos entre as espécies, maior será o valor do índice de Simpson, indicando uma maior diversidade e equitabilidade no ecossistema estudado. Através dessa métrica, pesquisadores podem comparar diferentes áreas, ecossistemas e períodos temporais para avaliar mudanças na biodiversidade e detectar possíveis impactos causados pelas atividades humanas ou outros fatores ambientais.

O índice de Simpson é calculado a partir da soma das proporções de cada espécie ao quadrado, e é expresso pela seguinte fórmula:

$$Índice\ de\ Simpson = \sum(pi)^2$$

Onde:

- pi é a proporção de indivíduos da espécie "i" em relação ao total de indivíduos de todas as espécies na comunidade;
- Σ representa a soma dos valores para todas as espécies presentes na comunidade.

O resultado do cálculo varia entre 0 e 1, onde 0 indica total ausência de diversidade (uma única espécie dominante) e 1 representa máxima diversidade (todas as espécies igualmente abundantes). Quanto mais próximo de 1 for o índice de Simpson, maior será a diversidade e equitabilidade da comunidade.

Entretanto, a Série de Hills calcula o índice recíproco de Simpson O valor desse índice começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

9.1.2.3.6.1.2 Similaridade Entre Áreas

Para a verificação da similaridade entre áreas amostradas utilizou-se do índice de Jaccard para cálculo das similaridades, e posteriormente a utilização do método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para agrupamento hierárquico e assim construção de dendrograma.

9.1.2.3.6.1.2.1 Similaridade de Jaccard

A Similaridade de Jaccard é uma métrica amplamente utilizada em diferentes áreas, desde ciência da computação até análise de dados e bioinformática. Introduzida por Jaccard (1901), essa medida de similaridade é definida como a proporção do tamanho da interseção entre dois conjuntos em relação ao tamanho da sua união. Em outras palavras, a Similaridade de Jaccard mede a sobreposição entre dois conjuntos e varia de 0 a 1, sendo 0 quando não há elementos em comum e 1 quando os conjuntos são idênticos.

O uso da Similaridade de Jaccard é especialmente relevante em aplicações de mineração de dados, recomendação de itens, detecção de plágio e agrupamento de informações. Algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de análise de redes sociais frequentemente empregam essa métrica para comparar padrões de comportamento ou interesses comuns entre usuários. Além disso, na área de bioinformática, a Similaridade de Jaccard tem sido empregada na análise de sequências genéticas, permitindo identificar similaridades entre diferentes espécies ou identificar regiões conservadas no genoma.

A fórmula de cálculo da Similaridade de Jaccard é relativamente simples e é definida como a razão entre o tamanho da interseção de dois conjuntos e o tamanho da união desses conjuntos. Seja A e B dois conjuntos, a fórmula da Similaridade de Jaccard (denotada por $J(A,B)$) é dada por:

$$J(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Onde:

- $|A|$ representa o tamanho do conjunto A (ou seja, o número de elementos em A);
- $|B|$ representa o tamanho do conjunto B;
- $|A \cap B|$ representa o tamanho da interseção entre A e B (ou seja, o número de elementos comuns em ambos os conjuntos);
- $|A \cup B|$ representa o tamanho da união entre A e B (ou seja, o número total de elementos distintos nos dois conjuntos).

9.1.2.3.6.1.2.2 Aglomerative Nesting (Agnes)

A construção de dendrogramas desempenha um papel crucial na análise de dados multivariados, permitindo a visualização e interpretação de estruturas hierárquicas em conjuntos de dados. Um método amplamente utilizado para a construção de dendrogramas é o AGNES (Aglomerative Nesting), introduzido por Kaufman e Rousseeuw em 1990, que é um algoritmo de aglomeração que visa agrupar amostras semelhantes em níveis hierárquicos, formando uma representação gráfica chamada dendrograma (KAUFMAN e ROUSSEEUW, 1990).

O AGNES opera de maneira aglomerativa, começando com cada amostra como seu próprio cluster e, em cada etapa, fundindo os clusters mais semelhantes até que todas as amostras estejam em um único cluster. A medida de similaridade, frequentemente baseada na distância euclidiana ou em outras métricas, desempenha um papel crucial na determinação de quais clusters mesclar (EVERITT *et al*., 2011). Essa abordagem ascendente permite a criação de dendrogramas que revelam estruturas hierárquicas intrínsecas nos dados, auxiliando na identificação de grupos e subgrupos.

9.1.2.3.6.1.3 Estimadores de Riqueza

O estimador de riqueza é uma ferramenta fundamental para a análise de diversidade em amostras de espécies incompletas, com aplicações em ecologia, biologia da conservação e outras áreas de pesquisa biológica.

Entre os estimadores mais utilizados, destacam-se o Jackknife 1, o Jackknife 2 e o Chao. O Jackknife 1 estima a riqueza com base na frequência de espécies únicas na amostra, enquanto o Jackknife 2 leva em conta a frequência de espécies duplicadas. Ambos são amplamente utilizados por sua simplicidade e eficiência (GOTELLI e COLWELL, 2011).

Por outro lado, há opções não paramétricas, como o Chao, que utiliza a frequência de espécies raras para estimar a riqueza total da comunidade, mostrando-se particularmente útil quando a amostragem é limitada (CHAO, 1984). A escolha do estimador mais apropriado depende das características específicas da amostra e das perguntas de pesquisa em questão, sendo crucial selecionar a abordagem adequada para uma interpretação confiável dos resultados.

Outra abordagem de destaque é o método Bootstrap, que tem se mostrado essencial na análise de riqueza de espécies. O Bootstrap envolve a reamostragem dos dados amostrais para criar múltiplas amostras simuladas, permitindo estimativas de riqueza mais precisas e intervalos de confiança confiáveis (EFRON e TIBSHIRANI, 1993)

O estimador Jackknife 1 é calculado da seguinte forma:

$$S_{Jackknife1} = S_{obs} + (n-1)(\frac{S_{obs}}{f_1} - S_{obs})$$

Onde:

- S_{obs} é o número de espécies observadas na amostra;

- n é o tamanho da amostra;
- f_1 é a frequência das espécies únicas (espécies representadas por um único indivíduo) na amostra.

O estimador Jackknife 2 é calculado da seguinte forma:

$$S_{Jackknife2} = S_{obs} + \frac{(n-1)}{2}\left(\frac{S_{obs}}{f_1} - 1\right)$$

Onde:

- S_{obs}, n e f_1 têm o mesmo significado que na fórmula do Jackknife 1.

O estimador Chao é calculado como:

$$S_{chao} = S_{obs} + \frac{f_1^2}{2f_2}$$

Onde:

- f_1 é a frequência das espécies únicas (como explicado anteriormente);
- f_2 é a frequência das espécies duplicadas (espécies representadas por exatamente dois indivíduos) na amostra.

O Bootstrap não possui uma fórmula única como os estimadores anteriores, pois é um método de reamostragem. Ele envolve os seguintes passos:

- Reamostrar com substituição a partir dos dados originais para criar várias amostras bootstrap;
- Calcular a estatística de interesse (por exemplo, a riqueza de espécies) para cada amostra bootstrap;
- Construir uma distribuição amostral da estatística a partir das amostras bootstrap;
- Calcular intervalos de confiança, médias ou outras medidas estatísticas usando a distribuição amostral obtida.

O Bootstrap é um método não paramétrico e flexível que não depende de fórmulas específicas, mas sim de simulações repetidas das amostras.

É importante observar que as fórmulas acima são adequadas quando aplicadas a amostras incompletas (amostras que não incluem todas as espécies presentes na população). Esses estimadores são amplamente utilizados na ecologia e em outras áreas de pesquisa biológica para inferir a riqueza total de espécies em uma comunidade com base em dados amostrais.

9.1.2.3.6.1.4 Estimador de Abundância

A estimativa de abundância através da abundância registrada por campanha é uma importante ferramenta estatística amplamente empregada em pesquisas de ecologia e biologia da conservação. Esse método é baseado no estimador de abundância por marcação-recaptura de populações abertas (*Open Population Capture-Recapture* – OPC), permitindo estimar o tamanho de uma população de forma não invasiva, sem a

necessidade de capturar e marcar individualmente os animais estudados. Em vez disso, utiliza-se a informação de quantos indivíduos foram observados em cada campanha de amostragem para inferir a abundância populacional.

Um exemplo de aplicação desse estimador pode ser encontrado no trabalho de MacKenzie *et al*. (2002), baseada no estimador OPC para estimar a abundância anuros. O estudo demonstrou que a técnica de abundância registrada por campanha é eficiente para monitorar populações em ambientes selvagens, proporcionando informações cruciais para o desenvolvimento de estratégias de conservação. Com o avanço da tecnologia e o aprimoramento dos modelos estatísticos, o estimador de abundância através da abundância registrada por campanha tem se tornado cada vez mais relevante em estudos de biodiversidade, auxiliando na avaliação e proteção das espécies em seus habitats naturais.

Esse método é conhecido como método $M(h)$ ou modelo de ocupação, onde "h" representa o número de ocasiões de amostragem. A fórmula básica para calcular a estimativa de abundância (N) é dada por:

$$N = (M + 1) \times (\frac{C}{R})$$

Onde:

- M é o número total de ocasiões de amostragem;
- C é o número total de indivíduos capturados ou detectados;
- R é a proporção de ocasiões de amostragem em que os indivíduos foram detectados.

9.1.2.3.6.1.5 Frequências de Ocorrência

A frequência de ocorrência é uma medida que indica quantas vezes uma determinada espécie ou fenômeno ocorre em um determinado período de tempo. O cálculo da frequência de ocorrência pode variar dependendo do tipo de evento que está sendo analisado.

Nesse caso, para calcular quantas vezes uma espécie ocorreu em um intervalo de tempo determinado. A fórmula para isso é bastante simples:

$$Frequência\ de\ ocorrência\ (FO) = \frac{Número\ de\ vezes\ registrado}{Total\ de\ campanhas}$$

As frequências de ocorrência foram categorizadas em letras para exemplificação da classe de frequência, considerando:

- Muito frequente (Mf) = espécies registradas em mais do que 75% das amostragens de campo;
- Frequente (F) = espécies registradas entre 51 a 75% das amostragens de campo;
- Ocasional (O) = espécies registradas entre 26 e 50% das amostragens de campo;
- Rara (R) = espécies registradas em até 25% das amostragens de campo.

Para a frequência relativa, adotou-se a abundância registrada por cada espécie na somatória de cada campanha, da seguinte forma:

$$Frequência\ Relativa\ (FR) = \frac{Abundãncia\ registrada\ da\ sp.}{Abundância\ geral\ de\ todas\ as\ spp.} \times 100$$

E para as frequências relativas, foram considerados intervalos menores entre categorias:

- Muito frequente (Mf) = espécies registradas em mais do que 50% das amostragens de campo;
- Frequente (F) = espécies registradas entre 26 a 50% das amostragens de campo;
- Ocasional (O) = espécies registradas entre 11 e 25% das amostragens de campo;
- Rara (R) = espécies registradas em até 10% das amostragens de campo.

9.1.2.3.6.2 Entomofauna

Para a tabulação e tratamento dos dados obtidos, foram analisados em escritório os seguintes parâmetros:

9.1.2.3.6.2.1 Riqueza

A riqueza foi definida como o número de espécies de formigas que ocorreram em cada uma das amostras. A abundância foi definida com base na frequência relativa (número de registros de uma dada espécie em cada armadilha) e não com base no número de indivíduos (TAVARES *et al*., 2008). O número de registros minimiza o efeito dos hábitos de forrageamento e do tamanho das colônias e é mais apropriado para estudos de comunidades de formigas (ROMERO e JAFFE 1989).

9.1.2.3.6.2.2 Diversidade

A avaliação da diversidade (riqueza e abundância) foi realizada através do Índice de diversidade de Shannon-Weaver, cuja fórmula é H’ = Σpi(loge pi). Esta análise foi obtida através do software EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006). Tal índice permite estimar a diversidade de espécies local. A equitabilidade representa a participação de cada táxon na comunidade e foi estimada pelo índice de Pielou (MAGURRAN, 1988), cuja fórmula é J´= H’/Hmáx, onde Hmáx = loge(S). Esta análise também foi obtida através do software PAST (HAMMER *et al*., 2001).

9.1.2.3.6.2.3 Frequência Relativa e Dominância

As espécies amostradas foram caracterizadas segundo os parâmetros da frequência, constância e dominância. A frequência de cada espécie foi definida pela frequência relativa nas amostras, ou seja, a frequência da espécie dividida pela soma das frequências. Já para a classificação da constância, as taxas foram separadas em categorias, sendo consideradas: constantes, quando presentes em mais de 50% das coletas; acessórias,

quando presentes em 25 – 50% das coletas; acidentais, quando presentes em menos de 25% das coletas. A dominância dos táxons encontrados na área de estudo foi determinada através do limite de dominância considerando “dominantes” as espécies com frequência relativa superior a 0,1 (10%) (NOVOTNÝ e BASSET, 2000).

9.1.2.3.6.2.4 Suficiência Amostral

Para avaliar a suficiência amostral (táxons em função do espaço amostral), foi construída uma curva de acumulação, onde o número de amostras é representado na abscissa e o número de gêneros no eixo das ordenadas. Também foi obtida uma estimativa de riquezas para cada estação e para cada ponto amostrado e comparada com a respectiva riqueza observada. Para tal, foi utilizado o estimador Chao 1 e as estimativas foram geradas com o programa EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006). O estimador usa essencialmente informações sobre as espécies que ocorrem em uma amostra (unicatas) e aquelas que ocorrem em duas amostras (duplicatas) (CHAO, 1987).

9.1.2.3.6.2.5 Similaridade

Foi construída uma análise de Clusters para testar se a abundância e a composição das assembleias de formigas diferem em um mesmo ponto quando amostrado nas diferentes estações. Foi utilizado Bray-Curtis como índice de associação e a análise foi realizada com o programa estatístico Primer 6.1.9. (CLARKE e GORLEY, 2005).

Para comparar a riqueza em cada evento amostral de cada ponto amostrado, foi utilizada uma análise de rarefação baseada no número de ocorrências (GOTELLI e COLWELL, 2001). Essas análises foram obtidas utilizando-se o programa EcoSim 7 (GOTELLI e ENTSMINGER, 2001), que permite comparações de riqueza entre assembleias que diferem quanto à ocorrência de espécies (MELO *et al*., 2003).

9.1.2.3.6.3 Ictiofauna

Os exemplares capturados foram separados em recipientes apropriados, e identificados de acordo com Baumgartner *et al*. (2012). Os dados biométricos (biomassa e comprimento total e padrão) foram obtidos ainda no local, sendo que os exemplares foram devolvidos ao rio imediatamente após a obtenção dos dados, evitando sacrifícios desnecessários e contribuindo para a manutenção da diversidade genética das populações locais. Também se realizou o registro fotográfico a fim de documentar a diversidade específica, não sendo necessário o envio de nenhuma espécie para coleções zoológicas.

A identificação das espécies foi realizada seguindo os manuais apresentados por Zaniboni-Filho *et al*. (2004); Graça e Pavanelli (2007); Nakatani *et al*. (2001); Baumgartner *et al*. (2012); “fishbase.se”.

9.1.2.3.6.3.1 Estimadores de Diversidade

Foram empregadas as mesmas técnicas para estimar a diversidade, utilizadas para a avifauna, herpetofauna e mastofauna, descritas no item 9.1.2.3.6.1.1, compreendendo:

- Série de Hills;
- Índice de Shannon;
- Índice de Simpson.

9.1.2.3.6.3.2 Similaridade Entre Áreas

A similaridade foi calculada pelo índice de Jaccard e formação de grupos por *Aglomerative Nesting* (AGNES) para construção de dendrograma.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.3.6.1.2.

9.1.2.3.6.3.3 Estimadores de Riqueza

O estimador de riqueza é uma ferramenta fundamental para a análise de diversidade em amostras de espécies incompletas, com aplicações em ecologia, biologia da conservação e outras áreas de pesquisa biológica.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.3.6.1.3.

9.1.2.3.6.3.4 Estimadores de Abundância

A estimativa de abundância através da abundância registrada por campanha é uma importante ferramenta estatística amplamente empregada em pesquisas de ecologia e biologia da conservação.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.3.6.1.4.

9.1.2.3.6.3.5 Frequências de Ocorrência

A frequência de ocorrência é uma medida que indica quantas vezes uma determinada espécie ou fenômeno ocorre em um determinado período de tempo. O cálculo da frequência de ocorrência pode variar dependendo do tipo de evento que está sendo analisado.

A metodologia já foi descrita no item 9.1.2.3.6.1.5.

9.1.2.3.6.3.6 Guildas Tróficas

Os itens alimentares foram agrupados em categorias mais amplas, designadas como recursos alimentares, sendo que estes constituíram-se de:

- Detrivoros: matéria orgânica particulada em diferentes estágios de decomposição com participação de partículas minerais;
- Iliofagos: algas filamentosas e unicelulares de diferentes grupos;
- Herbivoros: frutos, sementes e folhas de vegetal superior terrestre, briófitas;
- Piscivoros: escamas, musculatura, raios de nadadeiras, e peixes inteiros de diferentes grupos taxonômicos;
- Insetivoros: hymenópteros, coleópteros e ortópteros, dentre outros;
- Invertivoros: fragmentos e indivíduos do caranguejo *Aegla* sp.;
- Microcrustáceos: copépodos e cladóceros principalmente espécies planctônicas.

9.1.2.3.6.3.7 Status de Ameaça

Foram utilizadas para esta sumarização a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, conforme disposto nas Instruções Normativas Nº 05, de 21 de maio de 2004 e Nº 52, de 08 de novembro de 2005 (MMA, 2004 e 2005), assim como o Anexo I da Portaria Nº 445, de 17 de dezembro de 2014, bem como o banco de dados da IUCN Red List.

9.1.2.3.6.3.8 Espécies Exóticas

O padrão de distribuição de organismos aquáticos é resultado da interação entre o hábito, as condições físicas, que compreendem o hábitat (substrato, fluxo, turbulência), a disponibilidade alimentar e a competição intra e interespecífica (RESH e ROSENBERG, 1984; MERRITT e CUMMINS, 1984). As espécies exóticas competem com as espécies nativas pelo uso dos recursos e desencadeiam interações bióticas negativas, possuindo grande potencial para afetar negativamente os sistemas aquáticos como um todo, pois, normalmente, possuem atributos ecológicos avantajados comparadas as espécies nativas. Dado este fato foi realizado a identificação de espécies exóticas presentes no local do futuro empreendimento, a fim de conhecer as dinâmicas populacionais e poder nortear estudos de controle de espécies.

9.1.2.3.6.4 Zooplâncton

A contagem de densidade de zooplâncton foi realizada através de Câmara de Sedgwick-Rafter (SR), este é um procedimento preciso e sistemático amplamente utilizado na pesquisa em ecologia aquática.

Primeiramente, uma amostra de água contendo zooplâncton é coletada e processada para isolar os organismos de outros materiais suspensos. Uma quantidade conhecida da amostra filtrada é então cuidadosamente transferida para a câmara de vidro da SR. Com a ajuda de um microscópio, a área de visão na parte inferior da câmara, geralmente subdividida em quadrados ou grades, é examinada.Os zooplânctons presentes em cada

quadrado são contados minuciosamente, e essa contagem é extrapolada para estimar a densidade total de zooplâncton na amostra, considerando a área conhecida da câmara.

O cálculo da densidade de zooplâncton usando a Câmara de Sedgwick-Rafter envolve o número total de zooplâncton contados nas grades da câmara (geralmente expresso como "N") e tamanho da área de visão da câmara (geralmente expresso em mm² ou µm²).

A fórmula para cálculo é:

$$Densidade\ de\ Zooplâncton\ = \frac{N}{Área\ da\ Câmera}$$

Esta densidade pode então ser convertida para unidades mais convenientes, como zooplâncton por litro (para amostras de água) ou zooplâncton por metro cúbico, dependendo do volume da amostra.

Esse método oferece uma abordagem padronizada e confiável para avaliar a abundância e a distribuição de zooplâncton em ecossistemas aquáticos, permitindo a análise de padrões sazonais, respostas ambientais e mudanças ao longo do tempo.

9.1.2.3.6.5 Ictioplâncton

Em laboratório através de um microscópio estereoscópio as amostras coletadas foram triadas e identificadas até o menor nível taxonômico possível, de acordo com literatura específica.

Os resultados serão submetidos a cálculo de abundância. O cálculo da abundância de ovos e larvas foi estimado de acordo com as seguintes equações:

Primeira:

$$Y = \left(\frac{X}{V}\right) \times 10$$

Onde:

- Y = Abundância de ovos ou larvas/10m^3;
- X = Número de larvas ou ovos capturados nos três períodos/3;
- V = Volume de água filtrada (m^3).

Segunda:

$$V = a \times n \times c$$

Onde:

- a = Área da boca da rede (m^2);
- n = Número de rotações do fluxômetro;
- c = Fator de calibração do fluxômetro.

9.1.2.3.6.6 Bentos (macroinvertebrados)

Os dados da comunidade de macroinvertebrados foram analisados por meio do número total de indivíduos (N) e de táxons, riqueza (S), abundância e frequência absoluta e relativa.

Além disso, foram realizados cálculos de algumas medidas bioindicadoras como: índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J), índice de Similaridade de Bray-Curtis e índice biótico BMWP (*Biological Monitoring Work Party*).

Para verificar a influência dos dados abióticos sobre a comunidade de macroinvertebrados foi realizada uma Análise de Correlação Canônica (CCA).

9.1.2.3.6.6.1 Biological Monitoring Working Party Score System BMWP

Para avaliação e classificação da qualidade da água com relação à fauna de macroinvertebrados bentônicos foi aplicado em cada ponto de amostragem o índice biológico BMWP (*Biological Monitoring Working Party*).

O índice é calculado considerando a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados, em que cada família é atribuída uma pontuação de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos. Quanto maior a pontuação da família, maior é a sensibilidade ao impacto.

Dessa forma, os resultados obtidos podem ser comparados aos locais com diferentes graus de integridade ambiental (JUNQUEIRA e CAMPOS, 1998; JUNQUEIRA *et al*., 2000). Os escores atribuídos a cada família são apresentados na Tabela 9.20.

Tabela 9.20: Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos para a determinação do índice BMWP (Biological Monitoring Work Party Score System).

Famílias	Pontuação
Siphlonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Ephemerellidae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Anomalopsychidae.	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulesgastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae, Leptohyphidae, Belostomatidae, Euthyplociidae.	8
Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae, Collembola, Sthaphylinidae.	7
Hydroptilidae, Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae,Amphipoda, Palaemonidae, Trichodactylidae.	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydorchidae, Hydraenidae, Oligoneuridae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae.	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Cerapotogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomuzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina, Nemertea, Hirudinea, Chaoboridae, Noteridae	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Limnocoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Higrobiidae,	3

Famílias	Pontuação
Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda, Physidae, Pisidiidae, Corbicullidae.	
Chironomidae, Nematoda, Culicidae, Ephydridae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

Fonte: Armitage *et al*. (1983). Adaptações propostas nos escores originais por Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1988) e Junqueira e Campos (1998).

O somatório dos escores de cada táxon conduz ao enquadramento dos ecossistemas aquáticos em diferentes classes de qualidade (Tabela 9.21).

Tabela 9.21: Sistema de classificação da qualidade da água de acordo com o índice biológico BMWP.

Classe	Somatório da pontuação	Qualidade	Cor
I	>81	Excelente	Azul
II	80-61	Boa	Verde
III	60-41	Satisfatória	Amarelo
IV	40-26	Ruim	Laranja
V	<25	Muito ruim	Vermelho

Fonte: Junqueira e Campos (1998).

9.1.2.3.6.6.2 Guildas Tróficas

Um grupo ou guilda trófica é a definição de espécies que exploram a mesma classe de recurso de forma semelhante (ROOT, 1967). A divisão do macroinvertebrados aquáticos em guildas tróficas organiza categorias conhecidas como Grupos Funcionais Alimentares (*Functional Feeding Groups* – FFG). Essas categorias são definidas a partir do tipo de recurso consumido e também pelo mecanismo morfológico e comportamental de obtenção dos recursos (CUMMINS, 1973; CUMMINS e KLUG, 1979; CUMMINS *et al*., 2008).

A razão entre determinados grupos funcionais alimentares indicam o índice de autotrofia e heterotrofia do ambiente, estabilidade dos substratos no leito, controle ascendente por predadores e índice de matéria orgânica particulada (CUMMINS, MERRITT e ANDRADE 2005). De acordo com a classificação proposta por Cummins (1973), os insetos aquáticos podem ser classificados como: fragmentadores, coletores-catadores, coletores-filtradores, raspadores e predadores.

9.1.2.3.6.6.3 Curva de Acumulação

A curva de acumulação de espécies é uma representação gráfica que mostra o número de espécies amostradas e o esforço amostral (COLWELL e CODDINGTON, 1994). As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar a riqueza real de espécies do local. Quando a curva estabiliza, ou seja, quando nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a riqueza obtida está

próxima de representar fidedignamente a comunidade de determinado local (COLWELL, 2006).

A riqueza e a diversidade de espécies são diretamente influenciadas pela natureza da comunidade e pelo esforço amostral despendido (COLWELL *et al*., 2004). No entanto, justifica-se a não realização do teste, pois apenas duas amostragens foram feitas até o presente momento neste estudo. Para que tenhamos resultados válidos é necessário que o esforço amostral seja o maior possível, assim teremos curvas de acúmulo de espécies próximas a estabilização. Inúmeros estudos com estimativas de riqueza buscam estimar o quanto de esforço amostral é necessário para que um inventário seja considerado adequado.

Quando falamos em macroinvertebrados bentônicos, inventariar todas as espécies em uma determinada área é muito difícil ou humanamente impossível, visto que são restritas a determinados locais, são oportunistas ou ainda demandam de um período maior de amostragem para serem detectadas. Vale destacar que estudos que apresentam estimadores de riqueza, apoiam-se em informações espaço/temporal acima de um ano de estudo para os diferentes grupos taxonômicos (SPIES e FROEHLICH, 2009; LIMA *et al*., 2011).

9.1.2.4 Caracterização Faunística e Paisagística

9.1.2.4.1 Caracterização da Paisagem Sob a Perspectiva da Fauna

Com a necessidade de conservação, manejo e recuperação dos fragmentos de Mata Atlântica, é imprescindível é fundamental a junção de conceitos da ecologia de populações e da genética de populações de forma a orientar as ações a serem efetuadas e definir parâmetros adequados para o monitoramento das condições populacionais.

Em função da alta riqueza de espécies arbóreas da Mata Atlântica, é importante que se defina quais espécies devem ser consideradas, tomando suas populações como referências. Se de fato se quer a sustentabilidade desses fragmentos, além do aspecto demográfico dessas espécies, também é importante o de genética de suas populações, já que nem sempre um número grande de indivíduos identifica uma população normal, ou geneticamente viável.

Para o estudo de paisagem realizado foram efetuados os seguintes procedimentos metodológicos: classificação da ocupação do solo, agrupamento dos fragmentos de vegetação nativa e cálculo de métricas de paisagem.

- A análise de paisagem ocorreu através da classificação do uso e ocupação do solo levando em consideração a delimitação das áreas de influência do empreendimento;
- Agrupamento dos fragmentos de vegetação nativa e cálculo de métricas de paisagem;
- Para a classificação, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução provenientes do satélite sino-brasileiro CEBERS-4A, as quais foram vetorizadas para formação de polígonos que representaram as respectivas classes de uso e

ocupação do solo, considerando a cor, brilho e textura emitida por cada pixel da imagem;

- Ao total foram determinadas seis classes de uso e ocupação do solo;
- Após, separou-se a classe de vegetação nativa das demais, para a quantificação de isolamento dos fragmentos;
- As análises gerais da paisagem foram realizadas nos softwares QGIS e as análises das métricas da paisagem utilizando o software Fragstats.

9.1.2.4.1.1 Tipificação da Matriz

Visando caracterizar e estabelecer métricas da paisagem afetada, foi realizado levantamento de dados utilizando ferramentas SIG e aplicabilidades do sensoriamento remoto e posteriormente realizado análise estatística com o software Fragstsats, para as áreas de diretamente afetada (ADA), área indiretamente afetada (AID) e área de influência indireta (AII) (Figura 9.55 e Tabela 9.22). Dentre as métricas selecionadas para este projeto, foram utilizadas as provenientes do termo de referência.

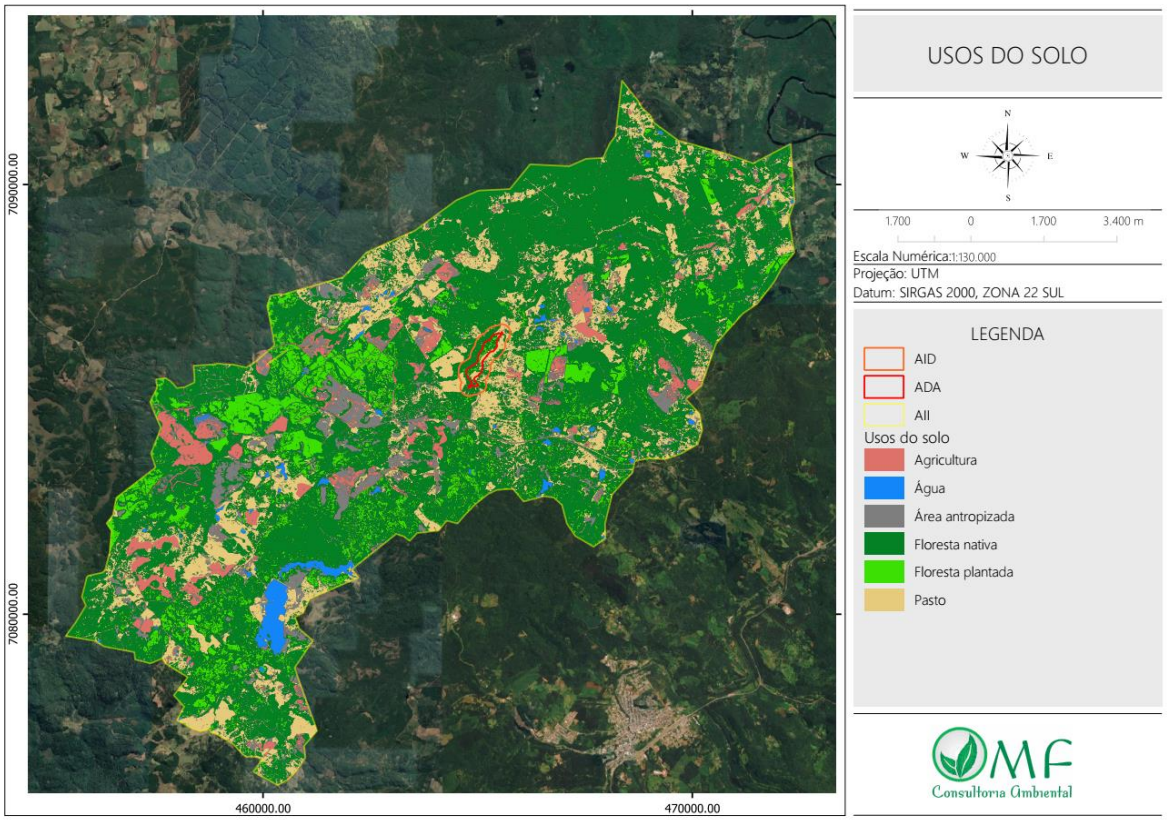


Figura 9.55: Classificação dos usos do solo.

Tabela 9.22: Métricas da paisagem.

Classes	Índice	Condicionante	ADA	AID	AII
Floresta nativa	Área	Hectares	3.948,2	4.008,3	6.239,0
		%	95,2	93,7	54,6

Classes	Índice	Condicionante	ADA	AID	AII
Floresta plantada	Área	Hectares	7,8	13,3	1.515,8
		%	0,2	0,3	13,3
Pasto	Área	Hectares	184,8	250,6	2.091,1
		%	4,5	5,9	18,3
Agricultura	Área	Hectares	0	0	565,9
		%	0	0	4,95
Área antropizada	Área	Hectares	4,7	5,8	846,9
		%	0,1	0,1	7,4
Água	Área	Hectares	0,8	0,8	176,9
		%	0	0	1,5
Fragmentos Florestais	Área	< 1,0 Ha	43	92	13.169
		> 1,0 Ha e < 5,0 Ha	0	1	160
		> 5,0 Ha e < 10,0 Ha	0	0	24
		> 10,00 Ha e < 50,0 Ha	1	1	17
		> 50,0 Ha	1	1	1
	IC	> 0 e < 0,1	0	0	96
		> 0,1 e < 0,2	0	0	64
		> 0,2 e < 0,3	0	0	54
		> 0,3 e < 0,4	0	0	31
		> 0,4 e < 0,5	0	2	332
		> 0,5 e < 0,6	1	8	646
		> 0,6 e < 0,7	2	11	1099
		> 0,7 e < 0,8	2	25	1991
		> 0,8 e < 0,9	7	43	2577
		> 0,9 e < 1	1	6	576
Fragmentos Isolados	IC	> 0 e < 0,4	0	2	245
Fragmentos Relevantes	AECRB	N	0	1	27
	APCB	N	1	1	1

Legendas: Área – Hectares; IC – Índice de contiguidade; AECRB – Áreas Estratégicas para Conservação e Restauração da Biodiversidade/PR-2016; APCB – Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.

9.1.2.4.1.2 Configuração da Paisagem

A paisagem é uma unidade heterogênea, composta por um complexo de unidades interativas (ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação das terras), cuja estrutura pode ser definida pela área, forma e disposição espacial (por exemplo, grau de proximidade e de fragmentação) destas unidades. A estrutura da paisagem interfere na dinâmica de populações, alterando os riscos de extinção e as possibilidades de deslocamento das populações pela paisagem (METZGER *et al*., 1997.)

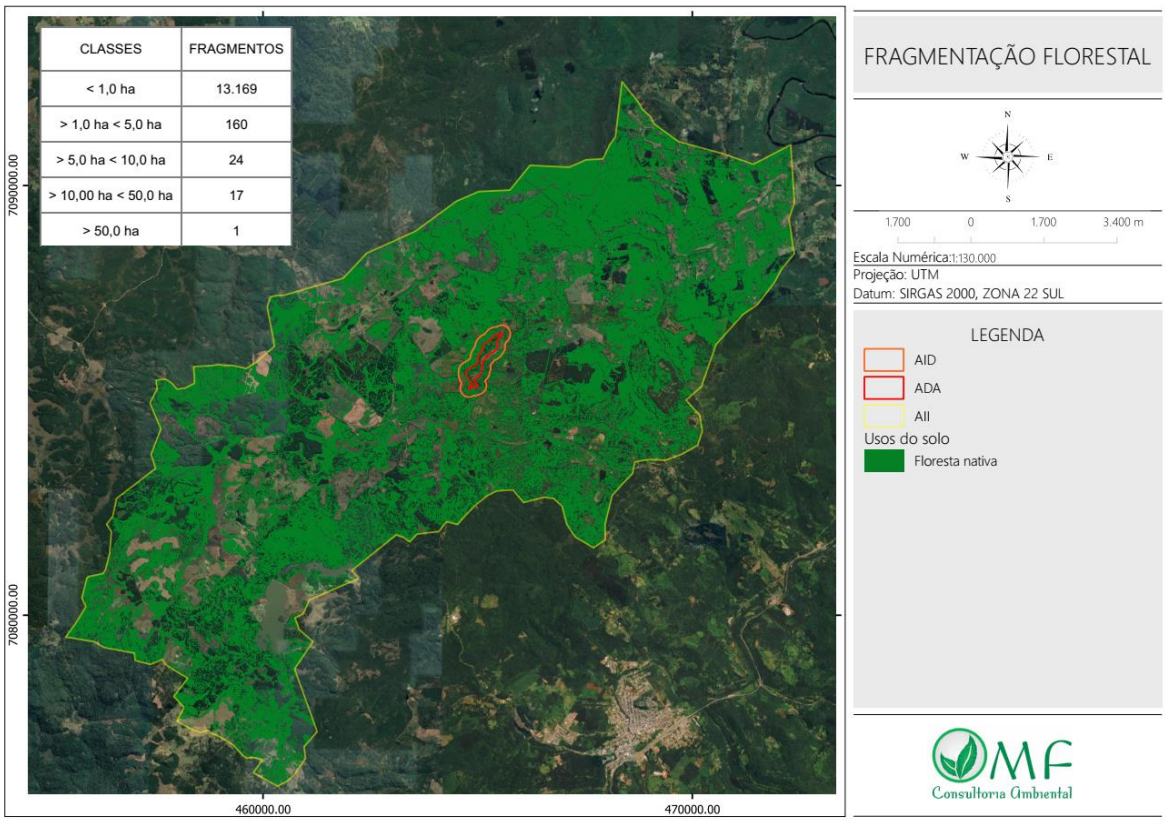


Figura 9.56: Fragmentos florestais distribuídos na All do meio biótico do empreendimento.

9.1.2.4.1.3 Do Ponto de Vista Estrutural

9.1.2.4.1.3.1 Fragmentação/descontinuidade

A fragmentação pode ser entendida como o grau de ruptura de uma unidade da paisagem, inicialmente contínua. Este grau de ruptura se evidencia quando analisado pelo número de fragmentos ou então por índices baseados na quantidade de borda entre a unidade estudada e as demais unidades da paisagem. Estes aspectos remetem à noção de conectividade, ressaltando, em particular, a importância de corredores e da matriz (METZGER, 1999).

Ao ocorrer o processo antrópico de fragmentação do habitat e de ruptura da continuidade da ou das unidades da paisagem (LORD e NORTON, 1990), que representam melhores qualidades de recursos para as populações estudadas (METZGER ,1997), a estrutura da paisagem é modificada. Aliando-se esse a diversos fatores históricos de uso e perturbação, o resultado são mudanças na composição e diversidade das comunidades.

9.1.2.4.1.3.2 Isolamento

A fragmentação florestal leva a redução do tamanho populacional, criando gargalos genéticos ("*bottlenecks*"), já que os indivíduos que ficam contêm apenas uma pequena amostra do "*pool*" gênico original. Quando se têm poucas gerações, os resultados observados se devem ao efeito de gargalo genético (YOUNG *et al*., 1996).

Como consequência, a pequena população remanescente, caso permaneça isolada por muitas gerações, sofrerá com a deriva genética, diminuindo a variabilidade dentro de populações e aumentando a diferenciação entre elas (BARRET e KOHN, 1991). As consequências da deriva dependem do número de gerações que se passaram nos remanescentes. Tais efeitos apresentam implicações em relação à persistência da espécie.

A paisagem da região do empreendimento é composta por pequenos fragmentos florestais nativos que ocorrem em meio a grandes áreas de cultivo agrícola e silvicultural de espécies exóticas exploradas comercialmente, em especial *Pinus* sp. Estes remanescentes de vegetação nativa geralmente ou compõe a reserva legal das propriedades em que estão incluídos ou as áreas de preservação permanente exigidas por lei.

9.1.2.4.1.4 Do Ponto de Vista Funcional

9.1.2.4.1.4.1 Variabilidade Genética

Quanto às ações a serem tomadas, visando minimizar os efeitos genéticos nas populações das espécies nos fragmentos, deve-se primeiro analisar o contexto da paisagem do local e o conceito de metapopulação. As metapopulações consistem em um conjunto de subpopulações de uma mesma espécie que não se encontram ligadas entre si, mas que possuem diversos processos em comum e cujos indivíduos se movem de uma população para outra.

A destruição de habitats, e consequente fragmentação de populações naturais, tem levado muitas espécies a atingirem uma limitação evolutiva, decorrente da perda de variabilidade genética, que basicamente reduz a habilidade das populações de se adaptarem a mudanças ambientais (LORD e NORTON, 1990; BARRET e KOHN, 1991).

Ellstrand e Ellan (1993) esclarecem que a fragmentação ocasiona o isolamento populacional, os efeitos de borda, a colonização de espécies exóticas, a diminuição do fluxo gênico e a reprodução entre indivíduos aparentados ou entre menor número de indivíduos.

A fragmentação florestal provoca a diminuição do número de indivíduos de uma população, criando gargalos genéticos ("*bottlenecks*"), já que os indivíduos que ficam contêm apenas uma pequena amostra do "pool" gênico original. Quando se tem poucas gerações, os resultados observados se devem ao efeito de gargalo genético (YOUNG *et al*., 1996), favorecendo a perda de variação genética. A população remanescente passa a ter um tamanho menor que o mínimo adequado para sua normal continuidade e evolução. A curto prazo, isto pode ocasionar deriva genética, afetando as frequências de seus genes, afastando das condições da população original, ocasionando até a perda de alelos. A longo prazo, pode ocorrer aumento da endogamia, devido maior probabilidade acasalamento entre indivíduos aparentados e de autofecundação.

Tais efeitos apresentam implicações em relação à persistência da espécie. A curto prazo, a perda de heterozigozidade pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional.

9.1.2.4.1.4.2 Corredores Biológicos

A fragmentação pode ser entendida como o grau de ruptura de uma unidade da paisagem, inicialmente contínua. Este grau de ruptura pode ser medido pelo número de fragmentos ou então por índices baseados na quantidade de borda entre a unidade estudada e as demais unidades da paisagem. Estes aspectos remetem à noção de conectividade, ressaltando, em particular, a importância de corredores e da matriz (METZGER, 1999).

A conectividade pode ser definida como a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos de organismos, sementes e grãos de pólen (URBAN e SHUGART, 2000). Esta definição apresenta um aspecto estrutural e outro funcional. O aspecto estrutural (ou espacial) refere-se à fisionomia da paisagem (FORMAN, 1983) em termos de:

- Arranjo espacial dos fragmentos de habitat (considerando, por exemplo, a distribuição de tamanhos dos fragmentos ou o isolamento de fragmentos de um mesmo tipo);
- Densidade e complexidade dos corredores de habitat (que depende, entre outros, da frequência e do tipo de interações na rede de corredores, ou do tamanho da malha formada por esta rede);
- Permeabilidade da matriz (relacionada, em parte, à resistência das unidades da matriz aos fluxos biológicos). Este aspecto estrutural é chamado de conectância ou de conectividade estrutural.

O aspecto funcional refere-se à resposta biológica de uma espécie à estrutura da paisagem. A conectividade funcional é uma medida da intensidade da união das subpopulações numa unidade demográfica: a metapopulação. Ela é avaliada pelos fluxos de disseminação (OPDAM, 1991) ou pela intensidade de movimento inter-habitat dos organismos (TAYLOR *et al.,* 1993). A conectividade estrutural pode ser utilizada para inferir sobre a conectividade funcional. O conceito de conectividade é essencial na medida em que a sobrevivência de muitas espécies em habitats fragmentados (ou distribuídos de forma heterogênea na paisagem) depende da capacidade destas espécies de atravessarem as unidades da matriz (METZGER, 1999).

O arranjo espacial dos fragmentos de habitat na paisagem pode ser estudado a partir das propriedades de percolação. Diz-se que uma paisagem "percola" quando um fragmento permite a uma espécie, restrita a este habitat, atravessar a paisagem de uma ponta a outra (TURNER, 1989). Os corredores correspondem a estruturas lineares da paisagem que diferem das unidades vizinhas e que ligam pelo menos dois fragmentos de habitat anteriormente unidos (SOULÉ e GILPIN, 1991; SAUNDERS e HOBBS, 1991). Vários tipos de corredores são distinguidos em função de suas origens (FORMAN, 1983; FORMAN e GODRON, 1986). Eles podem ser naturais, como, por exemplo, as matas de galeria, ou artificiais, como as cercas vivas. Em paisagens fragmentadas, os corredores são freqüentemente formados por vegetação remanescente (METZGER, 1999).

Vemos nos mapas apresentados nos tópicos anteriores que até existe corredores ecológicos entre os fragmentos presentes dentro da AII do meio biótico do empreendimento, sendo esses corredores compostos majoritariamente devido as APP's que integram os corpos hídricos que se inserem na área. Porém estes corredores formados são de pequena dimensão e sofrem muita pressão antrópica dos demais usos de solo

limítrofes, diminuído a efetividade de percolação da biota, ocasionando em uma baixa ocorrência de espécies raras e uma qualidade genética limitada dentro das metapopulações.

9.1.2.4.1.4.3 Equilíbrio Ecológico das Espécies

Equilíbrio ambiental, ou equilíbrio ecológico, é o estado de um ecossistema onde uma há relação estabelecida entre os organismos e o que é vital para a manutenção dessas espécies. Onde, por exemplo, a fauna e a flora são quase constantes, mostrando assim, uma relação de dependência e ajuste complexo entre as duas. Segundo o equilíbrio ecológico, as populações têm seu crescimento limitado pelos recursos ambientais, atingindo um valor máximo que é mantido ao longo do tempo. Quando há uma perturbação no sistema, seja ela qual for, ocorre um desequilíbrio que desvia as populações do estado de estabilidade. O retorno a condição de homeostase depende da natureza do distúrbio, de sua intensidade e duração, além da resiliência de cada população.

No ponto de vista da estrutura da flora, a sucessão ecológica é parte chave no contexto de equilíbrio ecológico, tratando-se de um processo ordenado de mudanças no ecossistema, dado pelo estabelecimento e desenvolvimento de espécies que culminam na substituição da vegetação nativa até atingir um equilíbrio ecológico, retratado por um ecossistema persistente. Nesse sentido, toda floresta passa por uma sequência de fases até esse equilíbrio, denominado clímax. Nos ecossistemas florestais, muitos animais são importantes dispersores de sementes que possuem maiores chances de germinarem, gerando novas plantas e mantendo a floresta em pé. Já morcegos, abelhas e outros insetos são importantes polinizadores, essenciais para a reprodução de diversas espécies vegetais, muitas delas com grande relevância econômica. Desta forma, a redução ou ausência da fauna na natureza levam à uma desregulação ambiental em série, afetando a dinâmica sucessional e gênica das espécies que dependem desses vetores de dispersão, limitando a ocorrência de algumas espécies e favorecendo a de outras.

9.1.2.4.1.4.4 Diversidade Biológica

Ao ocorrer o processo antrópico de fragmentação do habitat e de ruptura da continuidade da ou das unidades da paisagem (LORD e NORTON, 1990), que representam melhores qualidades de recursos para as populações estudadas (METZGER *et al*.,1997), a estrutura da paisagem é modificada. Aliando-se esse a diversos fatores históricos de uso e perturbação, o resultado são mudanças na composição e diversidade das comunidades.

Metzger e Décamps (1997), citando diversos autores, sugere que a perda da diversidade num fragmento estaria ligada à disposição do fragmento em relação a outros fragmentos do mesmo tipo (em termos de isolamento, por exemplo) e às características das outras unidades vizinhas.

Pode-se inferir que as espécies muito comuns (alta densidade de indivíduos por área) não necessitam grandes áreas (poucos hectares). Ao contrário, as espécies muito raras (baixa densidade de indivíduos por área) requerem áreas muito extensas (milhares de hectares) para a manutenção de sua população. Uma espécie no limite da raridade, por exemplo, em

que a literatura aponta como sendo de 1 árvore adulta por hectare, exige cerca de 500 hectares para representar uma população mínima viável.

Portanto, a importância das áreas remanescentes de vegetação nativa, como fonte de propágulos, habitat para polinizadores e dispersores, para a manutenção da biodiversidade e para a sustentabilidade das populações naturais (animais e vegetais) ao longo do tempo, torna-se um dos principais pontos a serem considerados.

Os fragmentos da AII do meio biótico do empreendimento, em geral, não possuem grandes dimensões espaciais, com alguns com áreas ínfimas e tão pouco tendo qualquer conectividade entre si. Tais fragmentos com estas características acabam por sofrer grande efeito de borda, além de não possuir muita interação com a fauna e possíveis dispersores, inibindo e atrasando o desenvolvimento da população de espécies em que a reprodução satisfatória e a manutenção da qualidade do fluxo gênico são dependentes disto. Isto torna os fragmentos limitados quanto ao número de espécies, tendo também, uma baixa ocorrência de espécies raras e uma qualidade genética limitada dentro das populações.

9.1.2.4.2 Caracterização da Comunidade Faunística

9.1.2.4.2.1 Avifauna

Através da bibliografia consultada, 230 espécies possuem possível ocorrência para a CGH Gentil Amigo. Já através das duas campanhas de levantamento realizadas, foram registradas 49 espécies, representando 21% das espécies com possível ocorrência.

Na Tabela 9.23 são apresentadas descritivamente todas as espécies levantadas da bibliografia consultada e as registradas em campo. No Paraná ocorrem 744 espécies de aves, portanto, o registrado corresponde a 6,5%, ou 30% quando considerado os dados secundários (SCHERER-NETO *et al*., 2011). Já em comparação a espécies ocorrentes no Brasil (1971 espécies), o registrado em campo corresponde a 2,4% das espécies brasileiras, ou 11,6% quando consideradas os dados secundários (PACHECO *et al*., 2021).

Tabela 9.23: Lista de espécies da avifauna para a CGH Gentil Amigo.
Legenda: HABITAT: Aa = Área aberta; Aq = Ambiente aquático; Bm = Borda de mata; Fl = Florestal. SENSIBILIDADE: A = Alta; B = Baixa; M = Média. GUILDA TRÓFICA: Cav = Carnívora; Fru = Frugívora; Gra = Granívora; Ins = Insetívora; Nec = Nectívora; Oni = Onívora; Pis = Piscívora; Sap = Saprófaga. ORIGEM: Nat = Nativo; Ex = exótico. MIGRAÇÃO: MGT = Migratória; MPR = Parcialmente migratória; ND = Não definido. CONTATO: Aud = Auditivo; Vis = Visual. FREQUÊNCIA: R = Raro; O = Ocasional; F = Frequente; Mf = Muito frequente.
Dados Secundários: 1 = CGH Salto Pintado (MF, 2020); 2 – Lima (2015).

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
ACCIPITRIFORMES																
Accipitridae																
Elanoides forficatus	Gavião-tesoura	Fl	M	Cav	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Elanus leucurus	Gavião-peneira	Fl	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Geranoaetus albicaudatus	Gavião-de-rabo-branco	Bm	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Geranoaetus melanoleucus	Águia-chilena	Aa	-	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Harpia harpyja	Gavião-real	Fl	A	Cav	Nat	Sim	Não	-	VU	VU	CR	2				
Heterospizias meridionalis	Gavião-caboclo	Aa	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2	1		O	Vis
Ictinia plumbea	Sovi	Bm	M	Cav	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Parabuteo leucorrhous	Gavião-de-sobre-branco	Bm	A	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pseudastur polionotus	Gavião-pombo-grande	Fl	A	Cav	Nat	Não	Sim	-	NT	-	-	2				
Rupornis magnirostris	Gavião-carijó	Bm	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	3		O	Vis
Spizaetus ornatus	Gavião-penacho	Fl	A	Cav	Nat	Não	Não	-	NT	-	EN	2				
Urubitinga urubitinga	Gavião-preto	Fl	M	Cav	Nat	Não	Não	-	-	-	-	2				
ANSERIFORMES																
Anatidae																
Amazonetta brasiliensis	Marreca-de-pé-vermelho	Aq	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Anas flavirostris	Marreca-pardinha	Aq	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	VU	2				
Anas georgica	Marreca-parda	Aq	M	Oni	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Cairina moschata	Pato-do-mato	Aq	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
APODIFORMES																
Apodidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Chaetura meridionalis	Andorinhão-do-temporal	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MGT	LC	-	-	2				
Cypseloides senex	Taperuçu-velho	Bm	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Trochilidae																
Chlorostilbon lucidus	Besourinho-bico-vermelho	Fl	B	Nec	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		1	O	Vis
Chrysuronia versicolor	Beija-flor-de-banda-branca	Fl	-	Nec	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Colibri serrirostris	Beija-flor-de-canto	Fl	-	Nec	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Florisuga fusca	Beija-flor-preto-de-rabo-branco	Fl	B	Nec	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1				
Leucochloris albicollis	Beija-flor-de-papo-branco	Fl	B	Nec	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		2	O	Vis
Stephanoxis loddigesii	Beija-flor-de-topete	Fl	M	Nec	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1				
Thalurania glaucopis	Beija-flor-de-fronte-violeta	Fl	M	Nec	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1				
CAPRIMULGIFORMES																
Caprimulgidae																
Hydropsalis anomala	Curiango-do-banhado	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	VU	-	EN	2				
Hydropsalis torquata	Bacurau-tesoura	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Lurocalis semitorquatus	Tuju	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Nyctidromus albicollis	Bacurau	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
CATHARTIFORMES																
Cathartidae																
Cathartes aura	Urubu-de-cabeça-vermelha	Aa	B	Sap	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Coragyps atratus	Urubu-de-cabeça-preta	Aa	B	Sap	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Sarcoramphus papa	Urubu-rei	Aa	B	Sap	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
CHARADRIIFORMES																
Charadriidae																
Vanellus chilensis	Quero-quero	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Jacanidae																
Jacana jacana	Jaçanã	Aq	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Recurvirostridae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Himantopus melanurus	Pernilongo-de-costas-brancas	Aq	M	Ins	Nat	Não	Não	-	-	-	-	2				
Scolopacidae																
Bartramia longicauda	Maçarico-do-campo	Aq	-	Ins	Nat	Não	Não	MGT	LC	-	-	2				
Gallinago paraguaiae	Narceja	Aq	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Tringa flavipes	Maçarico-de-perna-amarela	Aq	-	Ins	Nat	Não	Não	MGT	LC	-	-	2				
Tringa melanoleuca	Maçarico-grande-de-perna-amarela	Aq	-	Ins	Nat	Não	Não	MGT	LC	-	-	2				
CICONIIFORMES																
Ciconiidae																
Ciconia maguari	Cegonha	Aq	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
COLUMBIFORMES																
Columbidae																
Columba livia	Pombo-doméstico	Aa	B	Gra	Ex	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Columbina squammata	Fogo-apagou	Aa	-	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Columbina talpacoti	Rolinha-roxa	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Leptotila rufaxilla	Juriti-gemedeira	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Leptotila verreauxi	Juriti-pupu	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	3	1	Mf	Aud
Patagioenas cayennensis	Pomba-galega	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Patagioenas picazuro	Asa-branca	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	11	10	Mf	Vis
Patagioenas plumbea	Pomba-amargosa	Fl	-	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Zenaida auriculata	Pomba-de-bando	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	ND	LC	-	-	1; 2	7	8	Mf	Vis
CORACIIFORMES																
Alcedinidae																
Chloroceryle amazona	Martim-pescador-verde	Aq	M	Pis	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Chloroceryle americana	Martim-pescador-pequeno	Aq	B	Pis	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Megaceryle torquata	Martim-pescador-grande	Aq	M	Pis	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
CUCULIFORMES																
Cuculidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Crotophaga ani	Anu-preto	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Guira guira	Anu-branco	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		4	O	Vis
Piaya cayana	Alma-de-gato	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
FALCONIFORMES																
Falconidae																
Caracara plancus	Caracará	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Falco femoralis	Falcão-de-coleira	Aa	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Falco sparverius	Quiriquiri	Aa	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	3		O	Vis
Milvago chimachima	Carrapateiro	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	2		O	Vis
Milvago chimango	Chimango	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
GALBULIFORMES																
Bucconidae																
Nystalus chacuru	João-bobo	Bm	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
GALLIFORMES																
Cracidae																
Penelope obscura	Jacuguaçu	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
GRUIFORMES																
Rallidae																
Aramides saracura	Saracura-do-mato	Aq	M	Oni	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Gallinula galeata	Frango-d'água	Aq	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1	2	Mf	Vis
Laterallus leucopyrrhus	Pinto-d'água-avermelhado	Aq	A	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Laterallus melanophaius	Pinto-d'água-comum	Aq	-	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pardirallus nigricans	Saracura-sanã	Aq	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pardirallus sanguinolentus	Saracura-do-banhado	Aq	M	Oni	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1	3	1	Mf	Vis
NYCTIBIIFORMES																
Nyctibiidae																
Nyctibius griseus	Urutau	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
PASSERIFORMES																
Cardinalidae																
Cyanoloxia brissonii	Azulão-verdadeiro	Aa	M	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Conopophagidae																
Conopophaga lineata	Chupa-dente	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Corvidae																
Cyanocorax caeruleus	Gralha-azul	Fl	M	Oni	Nat	Não	Sim	-	NT	-	-	1; 2		4	O	Aud; Vis
Cyanocorax chrysops	Gralha-picaça	Fl	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	3	7	Mf	Aud; Vis
Dendrocolaptidae																
Campylorhamphus falcularius	Arapaçu-de-bico-torto	Fl	-	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Dendrocolaptes platyrostris	Arapaçu-grande	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Lepidocolaptes falcinellus	Arapaçu-escamoso-do-sul	Fl	A	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Sittasomus griseicapillus	Arapaçu-verde	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Xiphocolaptes albicollis	Arapaçu-grande-garganta-branca	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Xiphorhynchus fuscus	Arapaçu-rajado	Fl	A	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Formicariidae																
Chamaeza campanisona	Tovaca-campainha	Fl	A	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Fringillidae																
Euphonia chalybea	Cais-cais	Fl	M	Fru	Nat	Não	Sim	-	NT	-	-	1				
Euphonia chlorotica	Fi-fi-verdadeiro	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Spinus magellanicus	Pintassilgo	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	2		O	Vis
Furnariidae																
Anumbius annumbi	Cochicho	Aa	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Certhiaxis cinnamomeus	Curutié	Fl	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Clibanornis dendrocolaptoides	Cisqueiro	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Cranioleuca obsoleta	Arrédio-oliváceo	Bm	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Furnarius rufus	João-de-barro	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	15	10	Mf	Vis

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Heliobletus contaminatus	Trepadorzinho	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Leptasthenura setaria	Grimpeiro	Fl	-	Ins	Nat	Não	Sim	-	NT	-	-	2				
Leptasthenura striolata	Grimpeirinho	Fl	B	Ins	Nat	Sim	Sim	-	LC	-	EN	2				
Lochmias nematura	João-porca	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Synallaxis cinerascens	Pi-pui	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Synallaxis ruficapilla	Pichororé	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Synallaxis spixi	João-teneném	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Hirundinidae																
Petrochelidon pyrrhonota	Andorinha-de-sobre-acanelado	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Progne chalybea	Andorinha-doméstica-grande	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Progne tapera	Andorinha-do-campo	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1	1		O	Vis
Pygochelidon cyanoleuca	Andorinha-pequena-de-casa	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		1	O	Vis
Stelgidopteryx ruficollis	Andorinha-serradora	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Tachycineta leucorrhoa	Andorinha-de-testa-branca	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Icteridae																
Cacicus chrysopterus	Tecelão	Fl	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Cacicus haemorrhous	Guaxe	Fl	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1	4	1	Mf	Aud
Gnorimopsar chopi	Pássaro-preto	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Leistes superciliaris	Polícia-inglesa	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Molothrus bonariensis	Chupim	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	15		O	Vis
Pseudoleistes guirahuro	Chopim-do-brejo	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Mimidae																
Mimus saturninus	Sabiá-do-campo	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Motacillidae																
Anthus chii	Caminheiro-zumbidor	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Anthus hellmayri	Caminheiro-de-barriga-acanelada	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Anthus nattereri	Caminheiro-grande	Aa	-	Ins	Nat	Não	Não	-	VU	VU	EN	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Parulidae																
Basileuterus culicivorus	Pula-pula	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	2	3	Mf	Aud
Geothlypis aequinoctialis	Pia-cobra	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Myiothlypis leucoblephara	Pula-pula-assobiador	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		3	O	Aud
Setophaga pitiayumi	Mariquita	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Passerellidae																
Zonotrichia capensis	Tico-tico	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	7	10	Mf	Aud; Vis
Pipridae																
Chiroxiphia caudata	Tangará, dançador	Fl	B	Fru	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Platyrinchidae																
Platyrinchus mystaceus	Patinho	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Rhinocryptidae																
Eleoscytalopus indigoticus	Macuquinho	Fl	-	Ins	Nat	Sim	Sim	-	LC	-	-	2				
Scytalopus iraiensis	Macuquinho-da-várzea	Fl	-	Ins	Nat	Sim	Sim	-	EN	EN	EN	2				
Scytalopus speluncae	Tapaculo-preto	Fl	M	Ins	Nat	Sim	Sim	-	LC	-	-	2				
Rhynchocyclidae																
Leptopogon amaurocephalus	Cabeçudo	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Phylloscartes ventralis	Borboletinha-do-mato	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Poecilotriccus plumbeiceps	Tororó	Bm	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Tolmomyias sulphurescens	Bico-chato-orelha-preta	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Thamnophilidae																
Drymophila malura	Choquinha-carijó	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Drymophila rubricollis	Trovoada-de-bertoni	Fl	-	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Dysithamnus mentalis	Choquinha-lisa	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Thamnophilus caerulescens	Choca-da-mata	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1	1	Mf	Aud
Thamnophilus ruficapillus	Choca-boné-vermelho	Bm	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Thraupidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Coryphospingus cucullatus	Tico-tico-rei	Aa	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	2		O	Vis
Donacospiza albifrons	Tico-tico-do-banhado	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Emberizoides herbicola	Canário-do-campo	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Emberizoides ypiranganus	Canário-do-brejo	Aa	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Embernagra platensis	Sabiá-do-banhado	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Haplospiza unicolor	Cigarra-bambu	Fl	M	Gra	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Hemithraupis guira	Saíra-de-papo-preto	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Microspingus cabanisi	Tico-tico-da-taquara	Bm	M	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pipraeidea melanonota	Saíra-viúva	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Poospiza nigrorufa	Quem-te-vestiu	Bm	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Rauenia bonariensis	Sanhaçu-papo-laranja	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Saltator similis	Trinca-ferro-verdadeiro	Fl	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Sicalis flaveola	Canário-da-terra-verdadeiro	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	5	9	Mf	Vis
Sicalis luteola	Tipiu	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Sporophila caerulescens	Coleirinho	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2	5	8	Mf	Vis
Sporophila hypoxantha	Caboclinho-de-barriga-vermelha	Aa	M	Gra	Nat	Não	Não	MPR	LC	VU	VU	2				
Stephanophorus diadematus	Sanhaçu-frade	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Stilpnia preciosa	Saíra-preciosa	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Tachyphonus coronatus	Tiê-preto	Fl	B	Fru	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Tersina viridis	Saí-andorinha	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2		2	O	Aud; Vis
Thlypopsis pyrrhocoma	Cabecinha-castanha	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Thraupis sayaca	Sanhaçu-cinzento	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Trichothraupis melanops	Tiê-de-topete	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Volatinia jacarina	Tisiu	Aa	B	Gra	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Tityridae																
Pachyramphus polychopterus	Caneleirinho-preto	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Troglodytidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Cistothorus platensis	Corruira-do-campo	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	EN	2				
Troglodytes musculus	Corruíra	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1		O	Rdn
Turdidae																
Turdus albicollis	Sabiá-coleira	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Turdus amaurochalinus	Sabiá-poca	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2	2	4	Mf	Vis
Turdus leucomelas	Sabiá-barranco	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Turdus rufiventris	Sabiá-laranjeira	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	2	6	Mf	Rdn; Vis
Turdus subalaris	Sabiá-ferreiro	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Tyrannidae																
Camptostoma obsoletum	Risadinha	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Cnemotriccus fuscatus	Guaracavuçu	Fl	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Colonia colonus	Viuvinha	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Elaenia flavogaster	Guaracava-de-barriga-amarela	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Elaenia mesoleuca	Tuque	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Elaenia parvirostris	Guaracava-de-bico-curto	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Empidonomus varius	Peitica	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Heteroxolmis dominicanus	Noivinha-de-rabo-preto	Aa	-	Ins	Nat	Não	Não	-	VU	VU	EN	2				
Knipolegus lophotes	Maria-preta-de-penacho	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Lathrotriccus euleri	Enferrujado	Fl	-	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Legatus leucophaius	Bem-te-vi-pirata	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Machetornis rixosa	Suiriri-cavaleiro	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2	1		O	Vis
Megarynchus pitangua	Neinei	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1		O	Aud
Myiarchus swainsoni	Irrê	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2		1	O	Vis
Myiodynastes maculatus	Bem-te-vi-rajado	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Myiopagis caniceps	Guaracava-cinzenta	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Myiophobus fasciatus	Filipe	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Myiozetetes similis	Bem-te-vi-pequeno	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Nengetus cinereus	Primavera	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2	1		O	Vis
Phyllomyias fasciatus	Piolhinho	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pitangus sulphuratus	Bem-te-vi	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2	5	3	Mf	Vis
Pyrocephalus rubinus	Príncipe	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Satrapa icterophrys	Suiriri-pequeno	Bm	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Serpophaga nigricans	João-pobre	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Serpophaga subcristata	Alegrinho	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Sirystes sibilator	Suiriri-assobiador	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Tyrannus melancholicus	Suiriri	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2	4	4	Mf	Aud; Vis
Tyrannus savana	Tesourinha	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1; 2				
Xolmis velatus	Noivinha-branca	Aa	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Vireonidae																
Cyclarhis gujanensis	Gente-de-fora-vem	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Hylophilus poicilotis	Verdinho-coroado	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Vireo chivi	Juruviara	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	1				
PELECANIFORMES																
Ardeidae																
Ardea alba	Garça-branca-grande	Aq	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1	1	Mf	Vis
Ardea cocoi	Socó-grande	Aq	A	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Bubulcus ibis	Garça-vaqueira	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Butorides striata	Socozinho	Aq	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Egretta thula	Garça-branca-pequena	Aq	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		1	O	Vis
Syrigma sibilatrix	Maria-faceira	Aa	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		2	O	Vis
Threskiornithidae																
Mesembrinibis cayennensis	Coró-coró	Fl	-	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1		2	O	Aud; Vis
Plegadis chihi	Maçarico-preto	Aq	B	Oni	Nat	Não	Não	MPR	LC	-	-	2				
Theristicus caudatus	Curicaca	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	5	2	Mf	Aud; Vis

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
PHOENICOPTERIFORMES																
Podicipedidae																
Podilymbus podiceps	Mergulhão	Aq	M	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Tachybaptus dominicus	Mergulhão-pequeno	Aq	M	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
PICIFORMES																
Picidae																
Campephilus robustus	Pica-pau-rei	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1				
Colaptes campestris	Pica-pau-do-campo	Aa	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2		7	O	Vis
Colaptes melanochloros	Pica-pau-verde-barrado	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Dryocopus lineatus	Pica-pau-de-banda-branca	Fl	B	Ins	Nat	Não	Não	-	-	-	-	1				
Melanerpes candidus	Pica-pau-branco	Bm	B	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Melanerpes flavifrons	Benedito	Fl	-	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Piculus aurulentus	Pica-pau-dourado	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	NT	-	-	2				
Picumnus nebulosus	Pica-pau-anão-carijó	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	NT	-	-	2				
Picumnus temminckii	Pica-pau-anão-de-coleira	Fl	M	Ins	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
Veniliornis spilogaster	Picapauzinho-verde-carijó	Fl	M	Ins	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Ramphastidae																
Ramphastos dicolorus	Tucano-de-bico-verde	Fl	M	Fru	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2				
PSITTACIFORMES																
Psittacidae																
Amazona vinacea	Papagaio-de-peito-roxo	Fl	M	Fru	Nat	Não	Sim	-	EN	VU	VU	1; 2	7	20	Mf	Aud; Vis
Myiopsitta monachus	Caturrita	Fl	B	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-			5	O	Aud
Pionus maximiliani	Maitaca	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
Psittacara leucophthalmus	Maracanã-malhada	Fl	M	Fru	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Pyrrhura frontalis	Tiriba	Fl	M	Fru	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	1; 2	7		O	Aud; Vis
STRIGIFORMES																
Strigidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Sensibilidade	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Migração	IUCN	BR	PR	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Athene cunicularia	Coruja-buraqueira	Aa	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	3		O	Vis
Glaucidium brasilianum	Caburé	Fl	-	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1				
Megascops choliba	Corujinha-do-mato	Aa	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Pulsatrix koeniswaldiana	Murucututu-pequena	Fl	A	Cav	Nat	Não	Sim	-	LC	-	-	2				
Tytonidae																
Tyto furcata	Coruja-de-igreja	Bm	B	Cav	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
SULIFORMES																
Phalacrocoracidae																
Nannopterum brasilianum	Biguá	Aq	M	Pis	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2				
TINAMIFORMES																
Tinamidae																
Crypturellus obsoletus	Inhambuguaçu	Fl	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2	3	1	Mf	Aud
Nothura maculosa	Codorna	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
Rhynchotus rufescens	Perdiz, perdigão	Aa	B	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	2				
TROGONIFORMES																
Trogonidae																
Trogon surrucura	Surucuá-variado	Fl	M	Oni	Nat	Não	Não	-	LC	-	-	1; 2	1		O	Aud
												230	**36**	**34**		
	Total de Espécies:												**231**			

9.1.2.4.2.1.1 Estimativa de Riqueza

Foram calculados quatro estimadores de riqueza para a avifauna através da extrapolação da riqueza amostrada. O melhor estimador foi o Bootstrap, um estimador de riqueza não paramétrico, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 9.24: Estimadores de riqueza calculados para a avifauna.

Riqueza	Chao	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap
49	58,3 ± 5,1	63 ± 13,9	63	56 ± 7,1

Considerando a curva do coletor, produzido com rarefação dos dados utilizando o estimador de riqueza Bootstrap. De forma sucinta, 49 foi a riqueza de espécies acumulada em duas campanhas amostrais, onde se estima que ocorram de 49 a 63 espécies segundo o estimador de riqueza Bootstrap (Figura 9.57).

Resultado este satisfatório, principalmente pelo registro de espécies na campanha durante o inverno, que resultou em maior riqueza do que o esperado para uma sazonalidade não propícia (inverno), entretanto, sabe-se que é muito provável que ainda ocorram espécies não amostradas em campo e que o registro destas depende de condições ambientais específicas que não são sensíveis aos estimadores de riqueza, como fortes chuvas após períodos longos de estiagem, por exemplo.

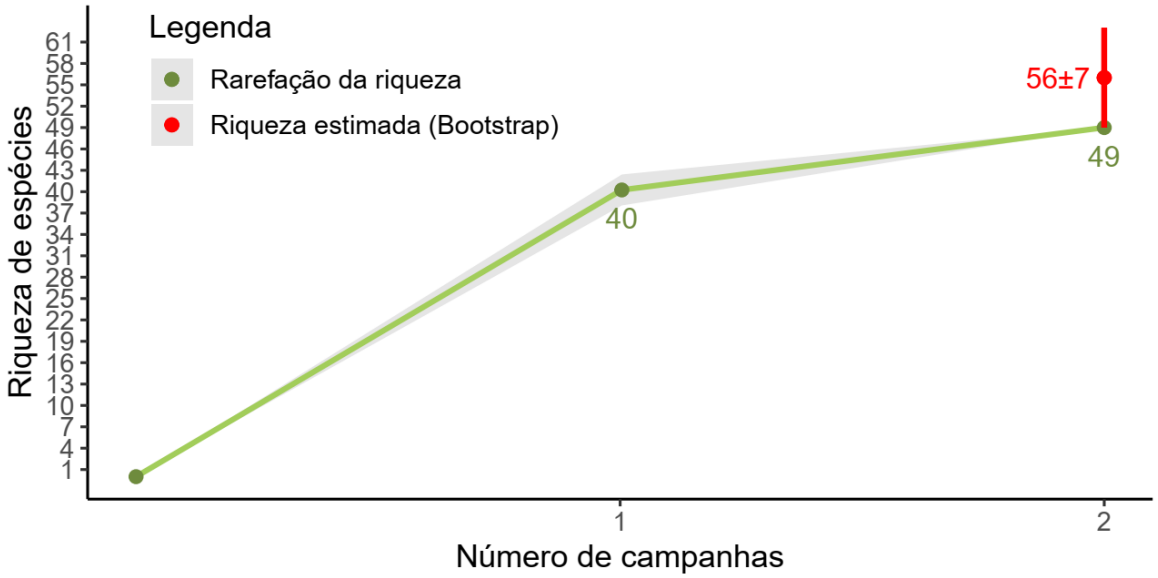


Figura 9.57: Riqueza estimada da avifauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas.

Também foi construído uma curva do coletor com extrapolação e interpolação da riqueza registrada para as três áreas de fauna. Este gráfico possibilita observar o incremento na riqueza com o aumento de esforços amostrais, ao mesmo tempo que se observa uma estabilidade na extrapolação dos dados, indicando certa suficiência amostral a partir de certa abundância de aves amostradas (Figura 9.58).

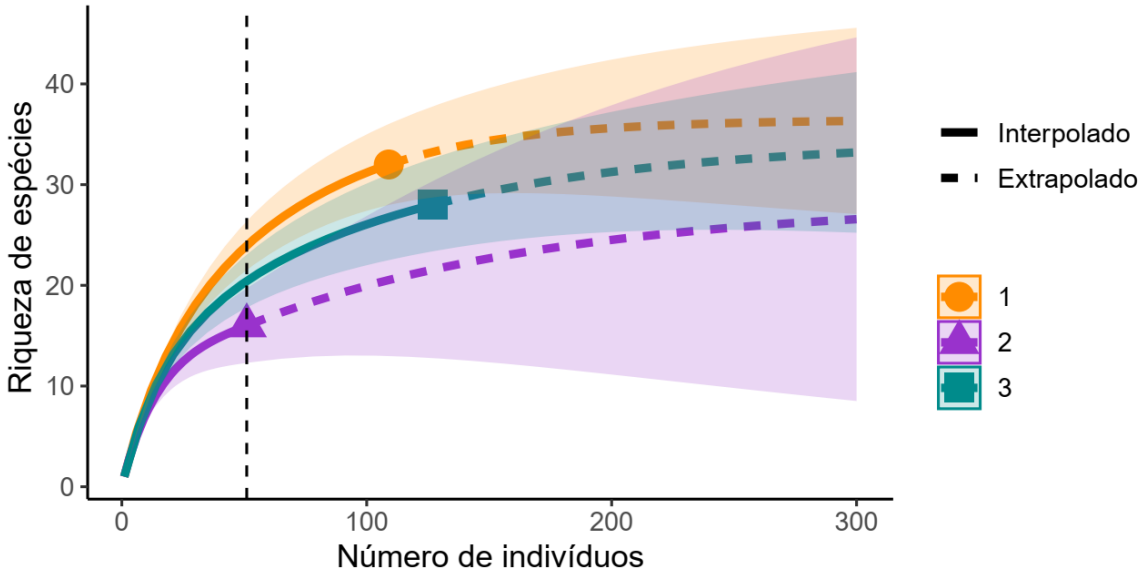


Figura 9.58: Riqueza estimada da avifauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostra.

A estabilidade das curvas tendeu a uma estabilização a partir da amostragem de 200 indivíduos. A FAU01 e FAU03 apresentaram maior riqueza e abundâncias de indivíduos com sobeposição da riqueza amostrada, enquanto que a FAU02 aparentemente apresenta menor riqueza e maior exclusividade de aves com relação ao desvio padrão de sua extrapolação.

9.1.2.4.2.1.2 Estimativa de Diversidade

9.1.2.4.2.1.2.1 Série de Hills

Através da Série de Hills apresentam-se medidas de diversidade que possibilitam interpretações variadas. No valor de q quando ele é “0” obtemos a riqueza registrada, quando ele é “1” obtemos a diversidade de Shannon, e quando ele é “2” obtemos a diversidade de Simpson, entre outras interpretações. Na Tabela 9.25 apresenta-se os valores dos índices de Shannon e de Simpson e na Figura 9.59 é apresentada a série de Hills para a avifauna.

Tabela 9.25: Principais indicadores de diversidade através da série de Hills para a avifauna.

FAU	Riqueza ($q = 0$)	Shannon ($q = 1$)	Simpson ($q = 2$)
FAU01	32	23,9	18,8
FAU02	16	12,6	10,2
FAU03	28	19,8	15,9

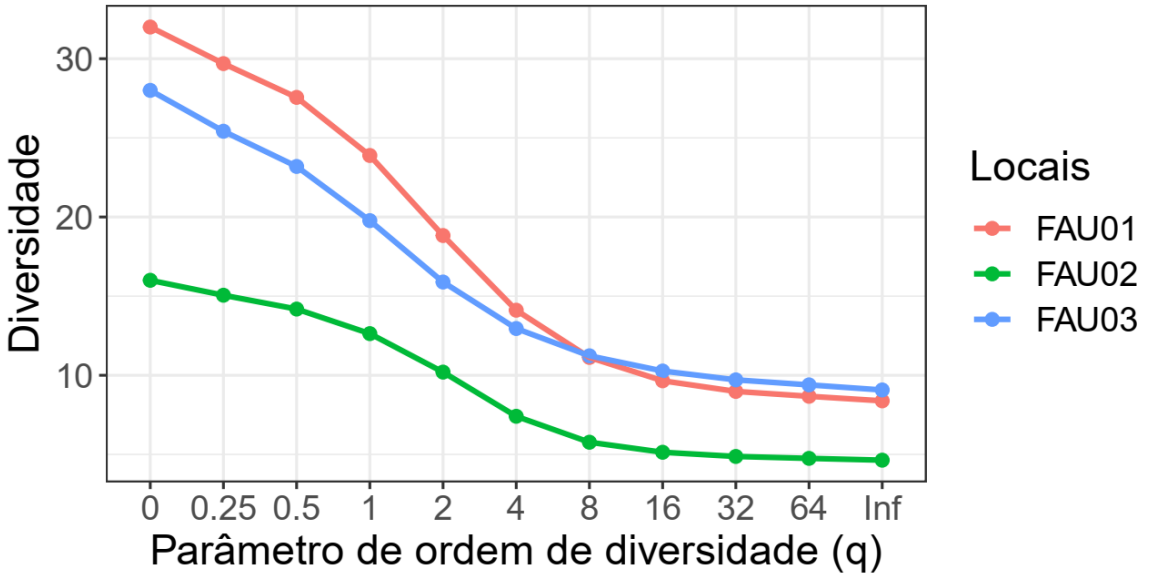


Figura 9.59: Série de Hills para a avifauna.

Observa-se que através das estimativas de diversidade, a FAU01 apresentou-se superior a FAU03 e FAU02 quanto a riqueza, e a FAU02 foi a menos diversa no geral. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, demonstrando que a FAU01 apresentou a maior diversidade de espécies raras.

Além disso, nota-se através do q próximo ao infinito, que a FAU03 apresenta maior diversidade de espécies dominantes, apesar de muito similar a FAU01, o que representa maiores abundâncias de um ou poucas espécies, como por exemplo o *Sporophila caerulescens* (Coleirinho) com 8 indivíduos na segunda campanha na FAU01 e *Molothrus bonariensis* (Chupim) com 9 indivíduos na primeira campanha na FAU03. A FAU02 não apresenta uma diversidade significativa de espécies dominantes, o que indica que ali ocorrem espécies exclusivas e que foram registradas por poucos ou apenas um indivíduo, como por exemplo *Thamnophilus caerulescens* (Choca-da-mata), que foi registrada por apenas 1 indivíduo na primeira e segunda campanhas.

9.1.2.4.2.1.2.2 Diversidade de Shannon

Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas. Desta forma, a FAU01 foi a mais diversa com 23,9 de índice, seguida da FAU03 com 19,8 e FAU02 com 12,6.

9.1.2.4.2.1.2.3 Diversidade de Simpson

O índice recíproco de Simpson começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

E, seguindo a diversidade de Shannon, a diversidade de Simpson calculada resultou em maiores diversidades para a FAU01, FAU03 e FAU02, nesta ordem.

9.1.2.4.2.1.3 Estimativa de Frequência

Uma vez que foram realizadas apenas duas campanhas, as espécies registradas em campo apresentaram 50 ou 100% de frequência de ocorrência e, portanto, sendo categorizadas como frequentes (F) ou muito frequentes (Mf), como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 9.26: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da avifauna.

Ordem	Família	Táxon	FO %	Frequência de Ocorrência	FR%	Frequência Relativa
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	*Heterospizias meridionalis*	50	O	0,35	R
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	50	O	1,05	R
APODIFORMES	Trochilidae	*Chlorostilbon lucidus*	50	O	0,35	R
APODIFORMES	Trochilidae	*Leucochloris albicollis*	50	O	0,70	R
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	100	Mf	1,39	R
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Patagioenas picazuro*	100	Mf	7,32	R
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Zenaida auriculata*	100	Mf	5,23	R
CUCULIFORMES	Cuculidae	*Guira guira*	50	O	1,39	R
FALCONIFORMES	Falconidae	*Falco sparverius*	50	O	1,05	R
FALCONIFORMES	Falconidae	*Milvago chimachima*	50	O	0,70	R
GRUIFORMES	Rallidae	*Gallinula galeata*	100	Mf	1,05	R
GRUIFORMES	Rallidae	*Pardirallus sanguinolentus*	100	Mf	1,39	R
PASSERIFORMES	Corvidae	*Cyanocorax caeruleus*	50	O	1,39	R
PASSERIFORMES	Corvidae	*Cyanocorax chrysops*	100	Mf	3,48	R
PASSERIFORMES	Fringillidae	*Spinus magellanicus*	50	O	0,70	R
PASSERIFORMES	Furnariidae	*Furnarius rufus*	100	Mf	8,71	R
PASSERIFORMES	Hirundinidae	*Progne tapera*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Icteridae	*Cacicus haemorrhous*	100	Mf	1,74	R
PASSERIFORMES	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	50	O	5,23	R
PASSERIFORMES	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	100	Mf	1,74	R
PASSERIFORMES	Parulidae	*Myiothlypis leucoblephara*	50	O	1,05	R
PASSERIFORMES	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	100	Mf	5,92	R
PASSERIFORMES	Thamnophilidae	*Thamnophilus caerulescens*	100	Mf	0,70	R
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Coryphospingus cucullatus*	50	O	0,70	R
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Sicalis flaveola*	100	Mf	4,88	R
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Sporophila caerulescens*	100	Mf	4,53	R
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Tersina viridis*	50	O	0,70	R
PASSERIFORMES	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	100	Mf	2,09	R
PASSERIFORMES	Turdidae	*Turdus rufiventris*	100	Mf	2,79	R
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Machetornis rixosa*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Myiarchus swainsoni*	50	O	0,35	R

Ordem	Família	Táxon	FO %	Frequência de Ocorrência	FR%	Frequência Relativa
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Nengetus cinereus*	50	O	0,35	R
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	100	Mf	2,79	R
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	100	Mf	2,79	R
PELECANIFORMES	Ardeidae	*Ardea alba*	100	Mf	0,70	R
PELECANIFORMES	Ardeidae	*Egretta thula*	50	O	0,35	R
PELECANIFORMES	Ardeidae	*Syrigma sibilatrix*	50	O	0,70	R
PELECANIFORMES	Threskiornithidae	*Mesembrinibis cayennensis*	50	O	0,70	R
PELECANIFORMES	Threskiornithidae	*Theristicus caudatus*	100	Mf	2,44	R
PICIFORMES	Picidae	*Colaptes campestris*	50	O	2,44	R
PSITTACIFORMES	Psittacidae	*Amazona vinacea*	100	Mf	9,41	R
PSITTACIFORMES	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	50	O	1,74	R
PSITTACIFORMES	Psittacidae	*Pyrrhura frontalis*	50	O	2,44	R
STRIGIFORMES	Strigidae	*Athene cunicularia*	50	O	1,05	R
TINAMIFORMES	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	100	Mf	1,39	R
TROGONIFORMES	Trogonidae	*Trogon surrucura*	50	O	0,35	R

Legenda: R = Rara; O = Ocasional; F= Frequente; Mf = Muito frequente.

Por outro lado, a frequência relativa resulta em menores valores, e as espécies foram todas categorizadas como raras (R) pela grande riqueza de espécies e abundâncias gerais, com destaque para *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) e *Furnarius rufus* (João-de-barro), com frequências relativas de 9,41% e 8,71% respectivamente, sendo as mais abundantes nos registros.

9.1.2.4.2.1.4 Estimativa de Abundância

Assim como comentado no item anterior, *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) e *Furnarius rufus* (João-de-barro) apresentaram as maiores frequências relativas e consequentemente as maiores abundâncias, com 27 e 25 indivíduos respectivamente, apesar de ambas serem classificadas como raras devido a grande amostragem, igualmente que as demais 49 espécies. A configuração da abundância por espécies pode ser visualizada na Figura 9.60.

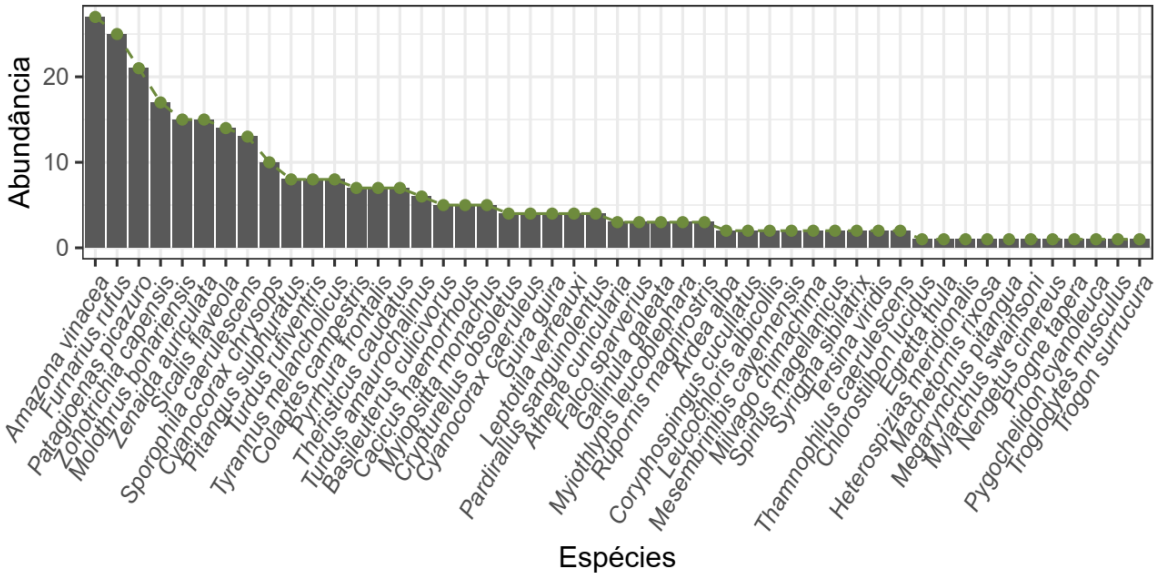


Figura 9.60: Acumulado da abundância por espécies da avifauna.

9.1.2.4.2.1.5 Similaridade Entre Locais Amostrados

Foi performado o índice de Jaccard para cálculo das similaridades entre as áreas amostrais com base nas espécies amostradas em cada área e utilizado o método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para formações de grupos (*clusters*) e do dendrograma (Figura 9.61).

Observou-se que foi formado um agrupamento entre a FAU01 e FAU03, entre elas as espécies tiveram a menor similaridade, com cerca de 70% de compartilhamento, ao passo que a FAU01 se apresentou bastante similar em diversidade com as outras áreas amostrais, ultrapassando 80%.

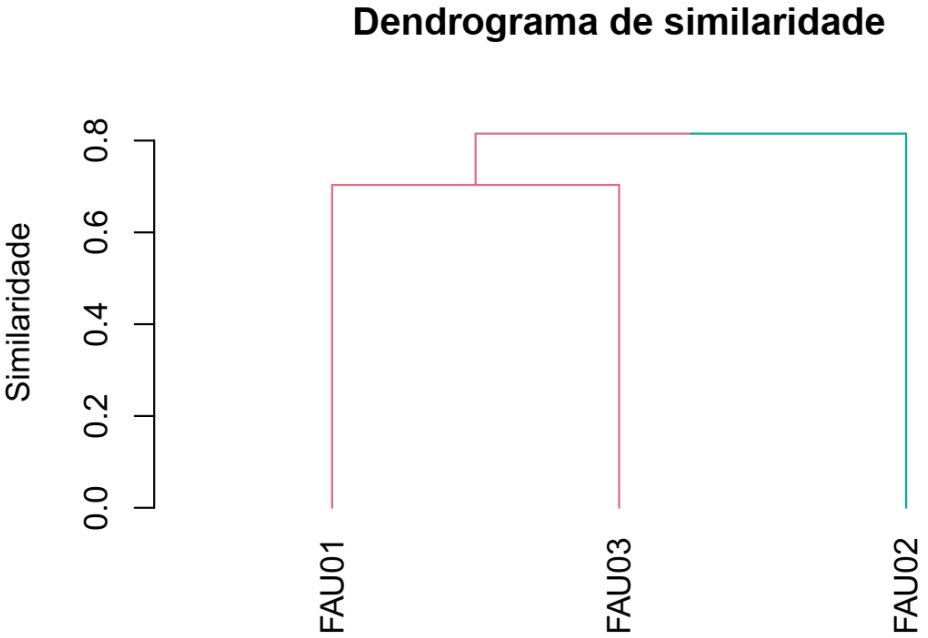


Figura 9.61: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a avifauna.

Nota-se que a FAU01 (margem direita, local mais antropizado) e FAU03 (região do reservatório e montante) apresentam características bastantes diferentes, a primeira formada por fragmentos com presença de faixa de vegetação ciliar e restante da área utilizada para atividade pastoril, com presença de poucas árvores, ou seja, com maior antropização, e a segunda apresenta fragmento florestal conservado junto de área alagada e de brejo, com vegetação característica destas áreas. Assim, espécies que forrageiam em áreas abertas com vegetação diversificada e com menor estatura facilitam os registros e consequentemente resultam em espécies por vezes de difícil registro.

9.1.2.4.2.1.6 Curva de Acumulação de Espécies

Em função da realização de apenas duas campanhas, optou-se pela construção da curva de acumulação por áreas amostrais (Figura 9.62), organizadas em ordem crescente de riqueza.

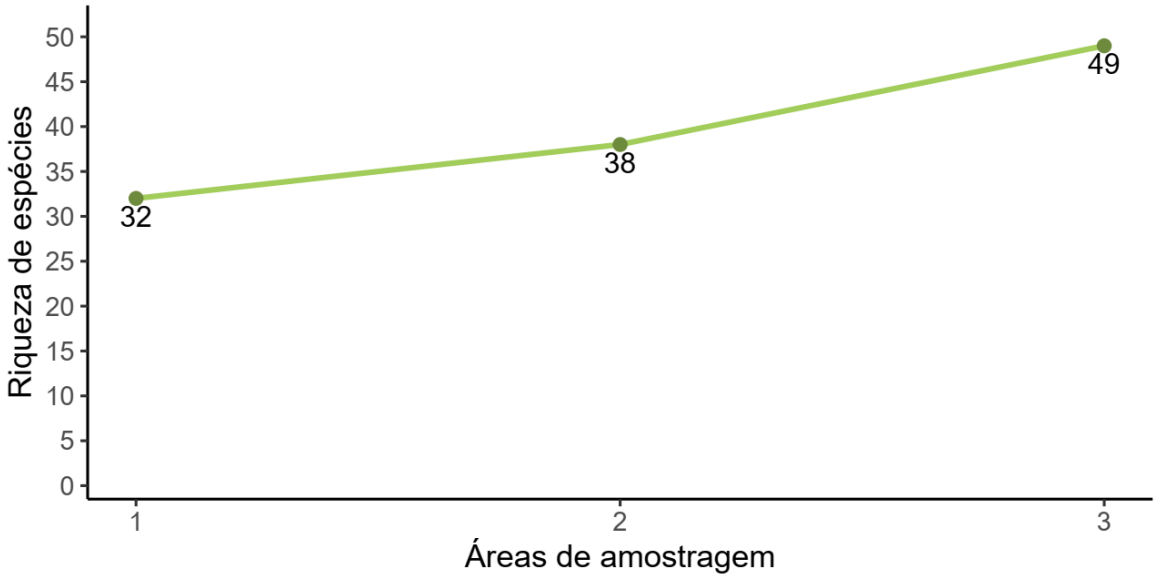


Figura 9.62: Curva de acumulação de espécies por área amostral para a avifauna.

Através da curva de acumulação podemos concluir que a riqueza de espécies deve aumentar com o acréscimo de áreas e esforço amostral. Entretanto, como visto no item 9.1.2.4.2.1.1 sobre a estimativa de riqueza, os estimadores apresentam que o esforço amostral foi satisfatório para inventário da avifauna.

9.1.2.4.2.1.7 Perfil da Avifauna

9.1.2.4.2.1.7.1 Guilda Trófica

Para a CGH Gentil Amigo, segundo a bibliografia consultada, a grande maioria das espécies é insetívora, chegando a compreender cerca de 47% dos registros. Já através da

primeira campanha, a maioria das espécies foram onívoras com 35%, enquanto que na segunda campanha a maioria foram de frugívoras com 33% (Figura 9.63).

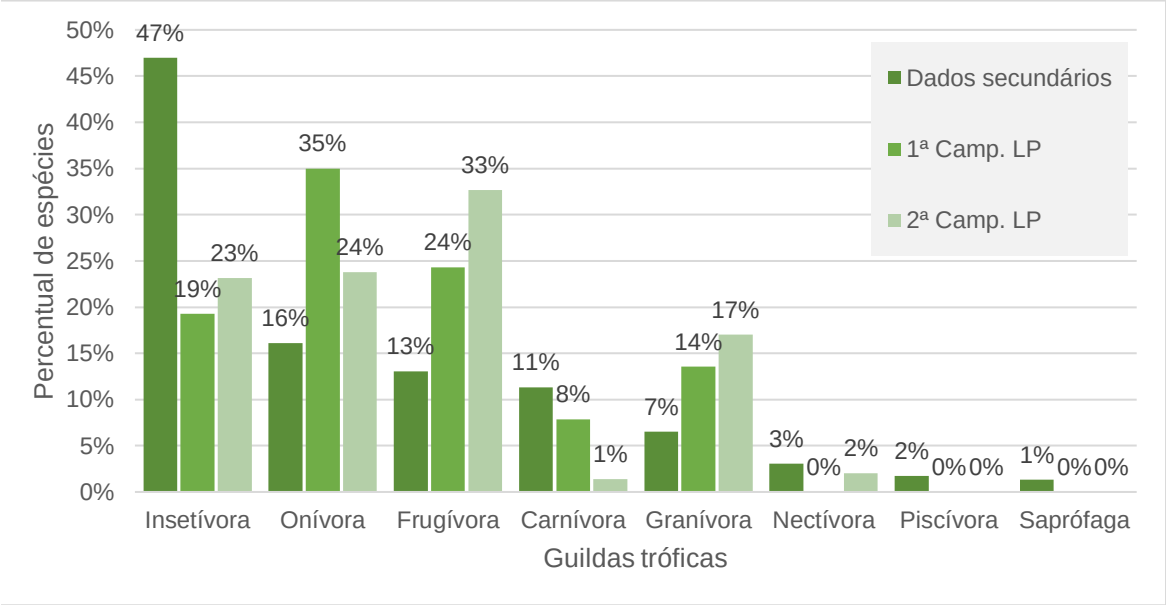


Figura 9.63: Guildas tróficas da avifauna.

O registro de determinadas guildas tróficas associadas a alimentação de plantas segue fortemente a disponibilidade dos recursos de cada estação do ano, como é o caso da prevalência de frugívoras na segunda campanha, período de verão.

As variações nas outras guildas entre campanhas não seguem variações sazonais claras, e podem ocorrer em função de diversos fatores como fortes chuvas, períodos de estiagem, frentes frias e etc.

Ainda assim, nota-se que houve uma diminuição no registro de espécies carnívoras da primeira para a segunda campanha, e um aumento de granívoras no mesmo período. As espécies de guildas mais especializadas como piscívoras e saprófogas não resultaram em representantes.

9.1.2.4.2.1.7.2 Grau de Sensibilidade

A avifauna como um todo pode ser considerada como sensível a alterações ambientais, principalmente por estar relacionada intrinsicamente à vegetação, como fonte alimentar, substrato para nidificação, ou locomoção, não tolerando alterações severas no ambiente. Entretanto, a maioria das espécies é categorizada como pouco sensíveis (baixo grau de sensibilidade).

No presente estudo, as espécies de baixo grau de sensibilidade foram maiores do que o levantado como dados secundários. Enquanto que as de médio grau de sensibilidade foram menos registradas na primeira campanha (inverno) e também na segunda campanha (verão), enão foram registradas espécies consideradas de alto grau de sensibilidade nas campanhas de amostragem (Figura 9.64).

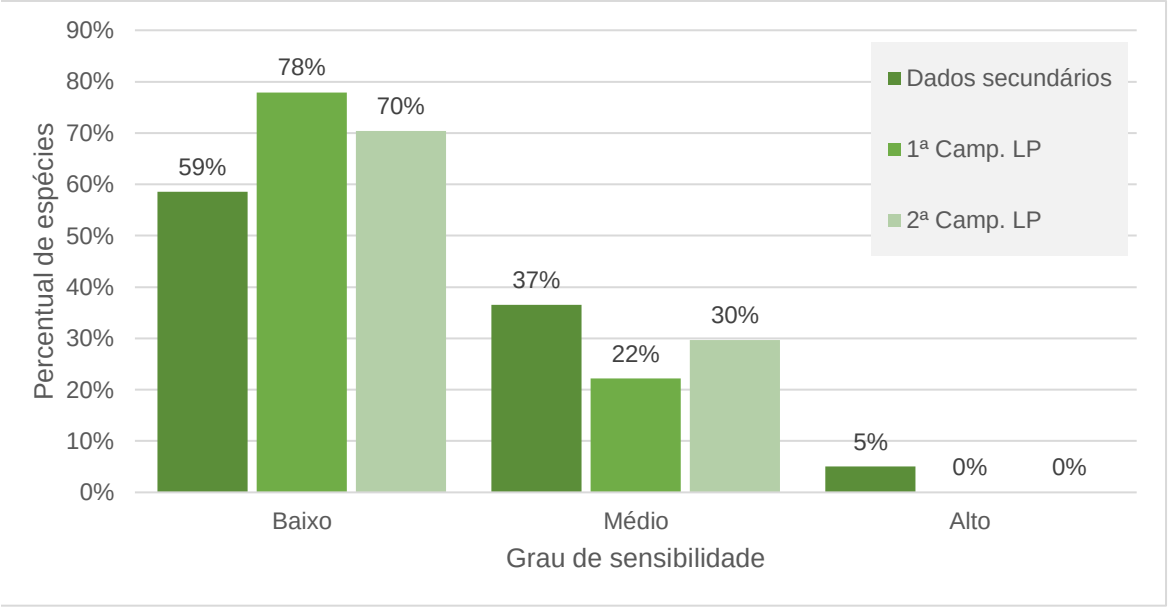


Figura 9.64: Grau de sensibilidade da avifauna.

9.1.2.4.2.1.7.3 Preferência de Habitat

As espécies registradas na CGH Gentil Amigo possuem preferências a habitats de áreas abertas, compreendendo 57% das espécies na primeira campanha (44% na segunda), e áreas florestadas, compreendendo 49% na segunda campanha (32% na primeira) (Figura 9.65). Esta variação traduz características fitofisionômicas do local e das espécies de aves, onde as áreas abertas como as pastagens na FAU01 e áreas de brejo na FAU03, que facilitam sua visualização e registro, além de serem importantes na manutenção das espécies e por consequência, dominância destas.

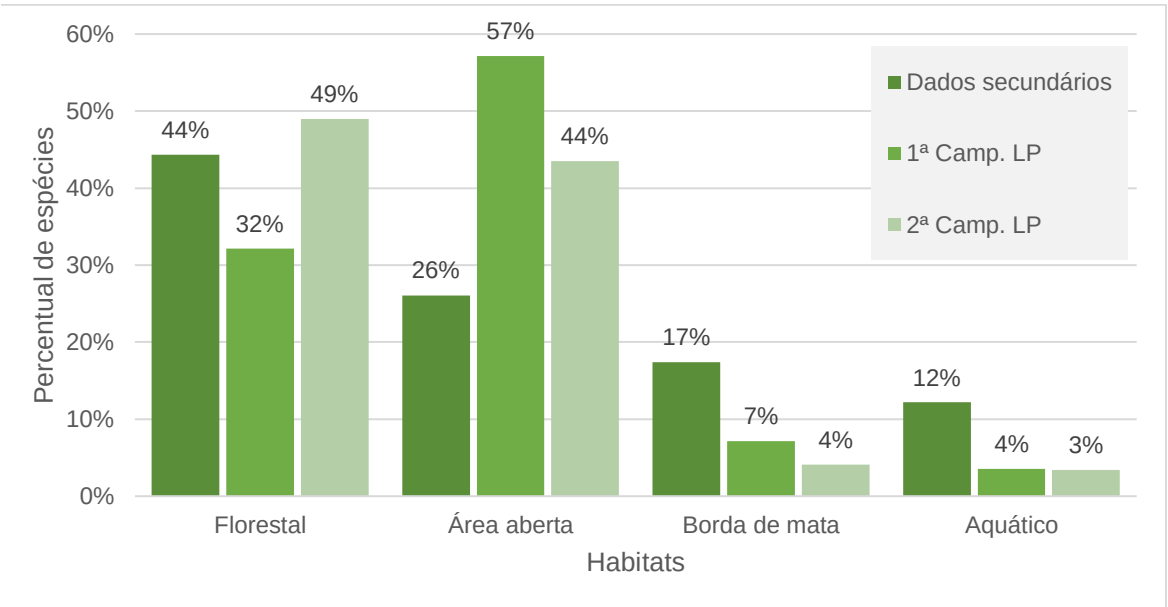


Figura 9.65: Habitats da avifauna.

Não distante, as espécies florestais, apesar de mais difícil registro visualização e registro, apresentaram-se bastante expressivas, e considerando que empreendimentos hidroelétricos impactam principalmente ambientes ripários vegetados, estas apresentam-se mais suscetíveis aos impactos da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.1.7.4 Estratégias Ecológicas

Na área de estudo, dentre as espécies levantadas, nenhuma é do tipo r-estrategista, sendo que de modo geral, pela história natural, todas apresentam comportamento do tipo K-estrategista, com cuidado parental e reduzido número de prole, com exceção do *Molothrus bonariensis* (Chupim), que apresenta comportamento de parasitismo de ninhos.

9.1.2.4.2.1.7.5 Capacidade de Deslocamento

As aves de modo geral os adultos apresentam grande capacidade de deslocamento, e por veses costumam ser mais inconspícuos, evitando contatos e prontamente evadindo-se do local, mesmo espécies ratitas (com locomoção terrestre).

9.1.2.4.2.1.7.6 Status de Ameaça

As espécies foram classificadas de acordo com seu status de ameaça nas listas oficiais a nível global (IUCN, 2023), federal (MMA, 148/22 e ICMBio, 2018) e estadual (Decreto N°11797/2018). De acordo com estas três listas, apenas *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) apresenta algo nível de ameaça, categorizado como “ameaçado” (EN) a nível global, e “vulnerável” (VU) no Brasil e no estado do Paraná. Além desta, apenas *Cyanocorax caeruleus* (Gralha-azul) é considerado como “quase ameaçado” (NT) a nível global.

9.1.2.4.2.1.7.7 Endemismo

Durante as duas campanhas amostrais foram registradas três espécies consideradas endêmicas da Mata Atlântica, sendo elas: a *Cyanocorax caeruleus* (Gralha-azul) registrada na segunda campanha, *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) registrada nas duas campanhas, com grande abundância na segunda e *Pyrrhura frontalis* (Tiriba) registrada na primeira campanha.

9.1.2.4.2.1.7.8 Raridade

Não foram registradas espécies de aves raras no levantamento de dados primários nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.1.7.9 Bioindicação

Como mencionado nos itens anteriores, as espécies candidatas como boas bioindicadoras para a CGH Gentil Amigo são a *Cyanocorax caeruleus* (Gralha-azul) e *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo), principalmente em função de seus graus de ameaça e pela abundância de registros no local.

9.1.2.4.2.1.7.10 Interesse para Saúde Pública

Em função da influenza aviária, as espécies de hábitos aquáticos e migratórios podem ser consideradas sentinelas quanto a saúde pública de modo geral. Dentre enstas características, a *Pardirallus sanguinolentus* (Saracura-do-banhado) é a única que apresenta hábitos aquáticos e também apresenta certa atividade migratória, sendo considerada parcialmente migratória.

9.1.2.4.2.1.7.11 Migração

Como mencionado anteriormente no tópico sobre a capacidade de deslocamento, este grupo apresenta, além de alta capacidade de deslocamento, comportamentos migratórios que podem promover povoamentos massivos em determinados períodos (geralmente períodos quentes) e desaparescimento durante certos períodos (geralmente períodos mais frios).

As espécies registradas na CGH Gentil Amigo não são consideradas migradoras, entretanto, foram registradas espécies consideradas “parcialmente migradoras”, em proporção similar ao indicado pelos dados secundários.

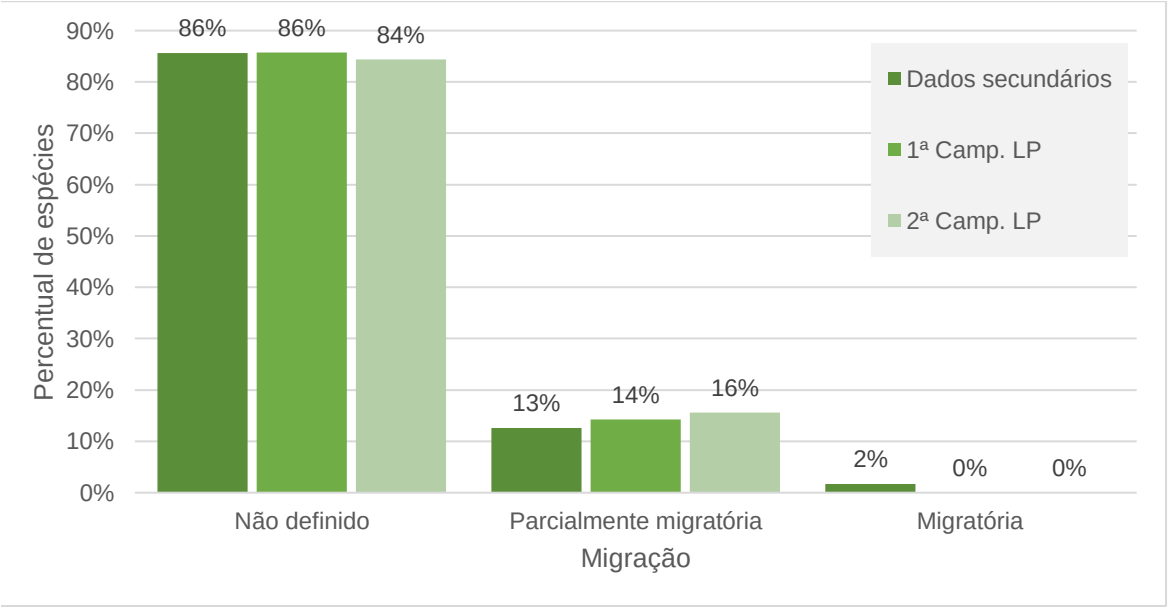


Figura 9.66: Migração da avifauna.

A listagem das espécies parcialmente migradoras é apresentada na Tabela 9.27.

Tabela 9.27: Espécies parcialmente migratórias da avifauna.

Ordem	Família	Táxon	Migração
GRUIFORMES	Rallidae	Pardirallus sanguinolentus	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Hirundinidae	*Progne tapera*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Sporophila caerulescens*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Thraupidae	*Tersina viridis*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Myiarchus swainsoni*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Parcialmente migratória
PASSERIFORMES	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Parcialmente migratória
	Total		**8**

9.1.2.4.2.1.7.12 Presença de Espécies Exóticas

Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

9.1.2.4.2.1.7.13 Sítios Relevantes para a Avifauna

Pelas características das espécies registradas e pela quantidade dos registros, foi demarcada uma área de 30 metros ao redor dos cursos d'água na AID do empreendimento, além de todas as áreas com vegetação não descaracterizada, com presença de araucárias, incluindo áreas abertas de brejo como áreas estratégicas para a avifauna (Figura 9.67).

Em função das informações apresentadas nos tópicos anterioremente, as áreas apresentadas como sítios relevantes contemplam a grande maioria das espécies registradas no levantamento. São nessas áreas que ocorreram a maior parte dos registros, e é nelas que as espécies encontram um ambiente menos antropizado e com melhor qualidade para que possam reproduzir, nidificar, forragear, enfim, manter condições para o desenvolvimento.

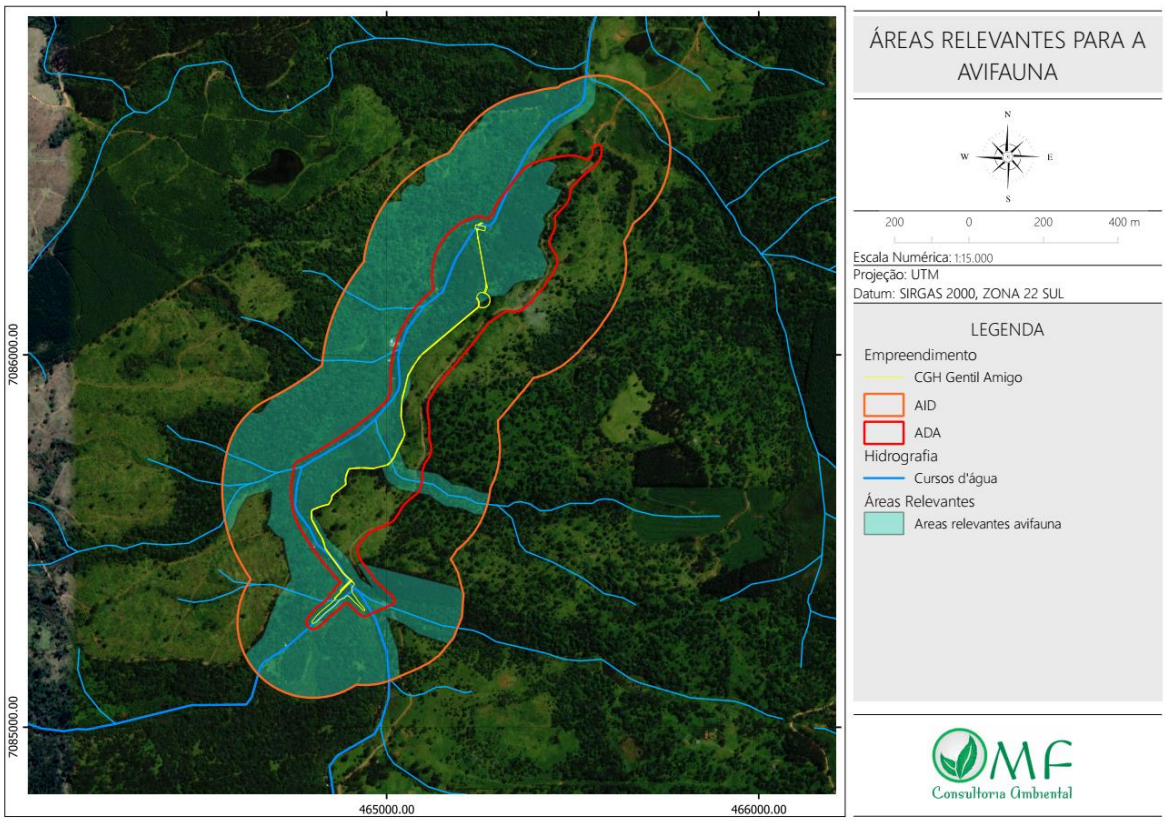


Figura 9.67: Áreas relevantes para a avifauna.

9.1.2.4.2.1.8 Registros Fotográficos da Avifauna



Figura 9.68: *Heterospizias meridionalis*.



Figura 9.69: *Rupornis magnirostris*.



Figura 9.70: *Chlorostilbon lucidus*.



Figura 9.71: *Leucochloris albicollis*.



Figura 9.72: *Patagioenas picazuro*.



Figura 9.73: *Falco sparverius*.



Figura 9.74: *Milvago chimachima*.



Figura 9.75: *Gallinula galeata*.



Figura 9.76: *Cyanocorax caeruleus* ("quase ameaçado" – NT a nível global).



Figura 9.77: *Cyanocorax chrysops*.



Figura 9.78: *Pygochelidon cyanoleuca*.



Figura 9.79: *Molothrus bonariensis*.



Figura 9.80: *Sicalis flaveola*.



Figura 9.81: *Tersina viridis*.



Figura 9.82: *Troglodytes musculus*.



Figura 9.83: *Turdus rufiventris*.



Figura 9.84: *Ardea alba*.



Figura 9.85: *Syrigma sibilatrix*.



Figura 9.86: *Mesembrinibis cayennensis*.



Figura 9.87: *Theristicus caudatus*.



Figura 9.88: *Colaptes campestres*.



Figura 9.89: *Amazona vinacea*, "ameaçada" – EN a nível global e "vulnerável" – VU a ível nacional e estadual.



Figura 9.90: *Pyrrhura frontalis*.



Figura 9.91: *Elaenia* sp.

9.1.2.4.2.2 Herpetofauna

Através da bibliografia consultada, 74 espécies possuem possível ocorrência para a CGH Gentil Amigo. Já através das duas campanhas de levantamento realizadas, foram registradas 18 espécies, representando 21,6% das espécies com possível ocorrência.

Na Tabela 9.28 são apresentadas descritivamente todas as espécies levantadas da bibliografia consultada e as registradas em campo. No Paraná ocorrem 301 espécies de anfíbios e répteis, portanto, foi registrado 16,2% deste total, ou 24,9% quando considerado os dados secundários (SANTOS-PEREIRA, POMBAL JR e ROCHA, 2018; COSTA e BÉRNILS, 2018).

Tabela 9.28: Lista de espécies da herpetofauna para a CGH Gentil Amigo.
Legenda: HABITAT: Aa = Área aberta; Fl = Florestal. HÁBITO: Aqu = Aquático; Arb = Arborícola; Cri = Criptozóico; Fos = Fossorial; Ter = Terrestre. GUILDA TRÓFICA: Des = Desconhecida; Gen = Generalista; Ins = Insetívora; Mir = Mirmecófaga. ORIGEM: Nat = Nativo; Ex = exótico; Inv = Invasor. CONTATO: Aud = Auditivo; Vis = Visual. FREQUÊNCIA: R = Raro; O = Ocasional; F = Frequente; Mf = Muito frequente.
Dados Secundários: 1 = CGH Salto Pintado (MF, 2020); 2 – Favretto e Onghero-Jr (2023).

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Ameaçada IUCN	Ameaçada BR	Ameaçada PR	Dados secundários	1ª camp.	2ª camp.	Frequência	Contato
ANURA															
Brachycephalidae															
Ischnocnema henselii	Rã-do-folhiço	Fl	Cri	Ins	Nat	Não	Sim	LC	-	-	2				
Bufonidae															
Melanophryniscus devincenzii	Sapinho-da-barriga-vermelha	Aa/Fl	Ter	Ins	Nat	Não	Não	EN	-	-	2				
Melanophryniscus tumifrons	Sapinho-da-barriga-vermelha	Aa/Fl	Ter	Des	Nat	Não	Sim	LC	-	-	2	1		O	Vis
Rhinella henseli	Sapo-cururuzinho	Aa/Fl	Ter	Des	Nat	Sim	Não	LC	-	-	2				
Rhinella icterica	Sapo-cururu	Aa/Fl	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2	1	2	Mf	Vis
Centrolenidae															
Vitreorana uranoscopa	Perereca-de-vidro	Fl	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2		22	O	Aud
Hylidae															
Aplastodiscus perviridis	Rã-flautiha	Fl	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2		18	O	Aud
Boana albopunctata	Perereca-cabrinha	Aa	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1				
Boana bischoffi	Perereca-de-inverno	Aa	Arb	Ins	Nat	Sim	Não	LC	-	-	2		8	O	Aud; Vis
Boana curupi	Perereca-de-riacho	Fl	Arb	Des	Nat	Não	Sim	LC	-	EN	2				
Boana faber	Sapo-martelo	Aa/Fl	Arb	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2		8	O	Aud; Vis
Boana leptolineata	Perereca-de-pijamas	Aa	Arb	Ins	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				
Boana prasina	Perereca-verde	Aa/Fl	Arb	Ins	Nat	Sim	Não	LC	-	-	2		7	O	Aud; Vis
Boana pulchella	Perereca-de-inverno	Aa/Fl	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Dendropsophus minutus	Pererequinha-do-bejo	Aa	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2	9	5	Mf	Aud; Vis
Dendropsophus nahdereri	Perereca-do-planalto	Aa/Fl	Arb	Des	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Ameaçada IUCN	Ameaçada BR	Ameaçada PR	Dados secundários	1ª camp.	2ª camp.	Frequência	Contato
Dendropsophus nanus	Pererequinha	Aa	Arb	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-			2	O	Aud
Pseudis cardosoi	Rã-boiadora	Aa	Aqu	Ins	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				
Scinax aromothyella	Pererequinha	Aa	Arb	Des	Nat	Não	Não	DD	-	-	2				
Scinax berthae	Pererequinha	Aa	Arb	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Scinax fuscovarius	Perereca-de-banheiro	Aa	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2	2		O	Vis
Scinax granulatus	Perereca-de-banheiro	Aa	Arb/Ter	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Scinax perereca	Perereca-de-banheiro	Aa/Fl	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2				
Scinax squalirostris	Perereca	Aa	Arb	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2	5		O	Aud; Vis
Scinax uruguayus	Perereca-uruguaia	Aa	Arb	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Sphaenorhynchus surdus	Perereca-de-bigode	Aa/Fl	Aqu/Arb	Ins	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2		4	O	Aud; Vis
Trachycephalus dibernardoi	Perereca-grudenta	Fl	Arb	Des	Nat	Não	Sim	LC	-	-	2				
Leptodactylidae															
Leptodactylus fuscus	Rã-assoviadora	Aa	Ter	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2				
Leptodactylus luctator	Rã-manteiga	Aa/Fl	Ter	Gen	Nat	Não	Não	-	-	-	1; 2		6	O	Aud; Vis
Leptodactylus mystacinus	Rã-assobiadora	Aa	Ter	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Leptodactylus plaumanni	Rã-listrada	Aa	Cri	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2		12	O	Aud
Physalaemus cuvieri	Rã-cachorro	Aa	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2		21	O	Aud
Physalaemus gracilis	Rã-chorona	Aa	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2		9	O	Aud
Physalaemus gracilis	Rã-chorona	Aa	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Physalaemus lateristriga	Rã-bugio	Fl	Cri	Des	Nat	Sim	Sim	-	-	-	2				
Pleurodema bibroni	Rã-de-quatro-olhos	Aa	Ter	Des	Nat	Não	Não	NT	-	-	2				
Microhylidae															
Elachistocleis bicolor	Sapo-guarda-de-barriga-amarela	Aa	Fos	Mir	Nat	Não	Não	LC	-	-	2		15	O	Aud
Odontophrynidae															
Odontophrynus asper	Sapo-escavador	Aa	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	1; 2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Ameaçada IUCN	Ameaçada BR	Ameaçada PR	Dados secundários	1ª camp.	2ª camp.	Frequência	Contato
Proceratophrys avelinoi	Sapo-de-chifre	Aa/Fl	Cri	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Proceratophrys bigibbosa	Sapo-de-chifre	Fl	Cri	Des	Nat	Não	Não	NT	-	-	2				
Proceratophrys brauni	Sapo-de-chifre	Fl	Cri	Des	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				
Phyllomedusidae															
Phyllomedusa tetraploidea	Pererecа-das-folhagens	Aa/Fl	Arb	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Pithecopus azureus	Pererecа-das-folhagens	Aa	Arb	Ins	Nat	Não	Não	DD	-	-	2				
Ranidae															
Lithobates catesbeianus	Rã-touro	Aa	Aqu	Gen	Exo/Inv	Não	Não	LC	-	-	1; 2				
GYMNOPHIONA															
Siphonopidae															
Siphonops paulensis	Cecília	Aa/Fl	Fos	Mir	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
SQUAMATA															
Amphisbaenidae															
Amphisbaena prunicolor	Cobra-de-duas-cabeças	Aa/Fl	Fos	Des	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				
Anguidae															
Ophiodes striatus	Cobra-de-vidro	Aa/Fl	Sfo	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Anomalepididae															
Liotyphlops beui	Cobra-cega	Fl	Fos	Mir	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Colubridae															
Chironius bicarinatus	Cobra-cipó	Fl	Arb/Ter	Anu	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Spilotes pullatus	Caninana	Fl	Arb/Ter	Cav	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Dipsadidae															
Atractus paraguayensis	Cobra-tijolo	Aa	Fos/Ter	Ane	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Boiruna maculata	Muçurana-preta	Aa/Fl	Ter	Ofi	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Echinanthera cyanopleura	Papa-rã	Fl	Cri/Ter	Anu	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Ameaçada IUCN	Ameaçada BR	Ameaçada PR	Dados secundários	1ª camp.	2ª camp.	Frequência	Contato
Erythrolamprus jaegeri	Cobra-verde	Aa	Ter	Pis	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Erythrolamprus miliaris	Cobra-d'água	Aa/Fl	Saq	Pis	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Erythrolamprus poecilogyrus	Cobra-de-capim	Aa	Ter	Anu	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Mesotes strigatus	Corredeira	Aa/Fl	Sar	Anu	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Oxyrhopus clathratus	Falsa-coral	Fl	Ter	Cav	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Oxyrhopus rhombifer	Falsa-coral	Fl	Ter	Cav	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Philodryas olfersii	Cobra-verde	Aa/Fl	Sar	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Philodryas patagoniensis	Parelheira	Aa	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Thamnodynastes hypoconia	Cobra-espada	Aa/Fl	Sar	Anu	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Tomodon dorsatus	Cobra-espada	Aa/Fl	Ter	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Xenodon guentheri	Boipevinha	Aa/Fl	Ter	Des	Nat	Sim	Sim	LC	-	-	2				
Elapidae															
Micrurus altirostris	Coral-verdadeira	Fl	Fos	Ofi	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Gymnophthalmidae															
Cercosaura schreibersii	Lagartinho	Aa	Ter	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Leiosauridae															
Anisolepis grilli	Calanguinho	Aa/Fl	Sar	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Teiidae															
Salvator merianae	Teiú	Aa/Fl	Ter	Gen	Nat	Não	Não	LC	-	-	2		1	O	Vis
Typhlopidae															
Amerotyphlops brongersmianus	Cobra-cega	Fl	Fos	Des	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Viperidae															
Bothrops alternatus	Urutu	Fl	Ter	Mas	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
Bothrops cotiara	Cotiara	Fl	Ter	Mas	Nat	Não	Sim	LC	-	-	2				
Bothrops jararaca	Jararaca	Fl	Ter	Mas	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	Ameaçada IUCN	Ameaçada BR	Ameaçada PR	Dados secundários	1ª camp.	2ª camp.	Frequência	Contato
Crotalus durissus	Cascavel	Aa	Ter	Cav	Nat	Não	Não	LC	-	-	2				
TESTUDINES															
Chelidae															
Phrynops hilarii	Cágado-de-barbelas	Al/Rio	Aqu	Car	Nat	Não	Não	-	-	-	2				
Emydidae															
Trachemys dorbigni	Tigre-d'água	Al/Rio	Aqu	Gen	Nat	Não	Não	-	-	-	2				
Total de Registros:											**74**	**5**	**15**		
												75			

9.1.2.4.2.2.1 Estimativa de Riqueza

Foram calculados quatro estimadores de riqueza para a herpetofauna através da extrapolação da riqueza amostrada. O melhor estimador foi o Bootstrap, um estimador de riqueza não paramétrico, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 9.29: Estimadores de riqueza calculados para a herpetofauna.

Riqueza	Chao	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap
18	50 ± 28,3	26 ± 9,2	26	22 ± 5,3

Considerando a curva do coletor, produzido com rarefação dos dados utilizando o estimador de riqueza Bootstrap. De forma sucinta, 18 foi a riqueza de espécies acumulada em duas campanhas amostrais, onde se estima que ocorram de 17 a 27 espécies segundo o estimador de riqueza Bootstrap (Figura 9.92).

Resultado este satisfatório, principalmente pelo registro de espécies na campanha durante o verão, entretanto, sabe-se que é muito provável que ainda ocorram espécies não amostradas em campo e que o registro destas depende de condições ambientais específicas que não são sensíveis aos estimadores de riqueza, como fortes chuvas após períodos longos de estiagem, por exemplo.

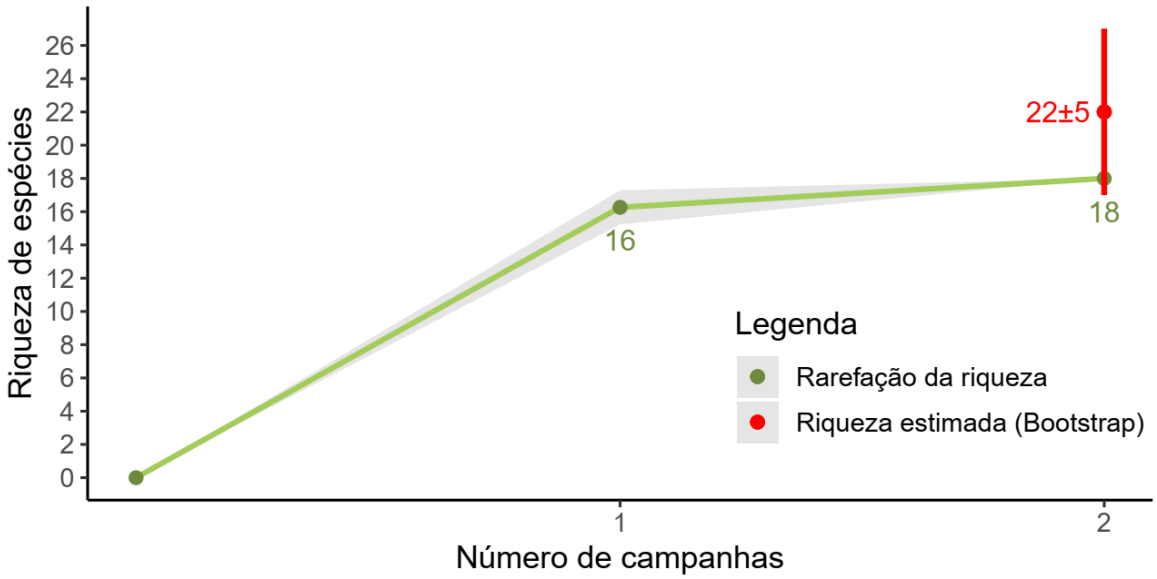


Figura 9.92: Riqueza estimada da herpetofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas.

Também foi construído uma curva do coletor com extrapolação e interpolação da riqueza registrada para as três áreas de fauna. Este gráfico possibilita observar o incremento na riqueza com o aumento de esforços amostrais, ao mesmo tempo que se observa uma estabilidade na extrapolação dos dados, indicando certa suficiência amostral a partir de certa abundância de répteis e anfíbios amostrados (Figura 9.93).

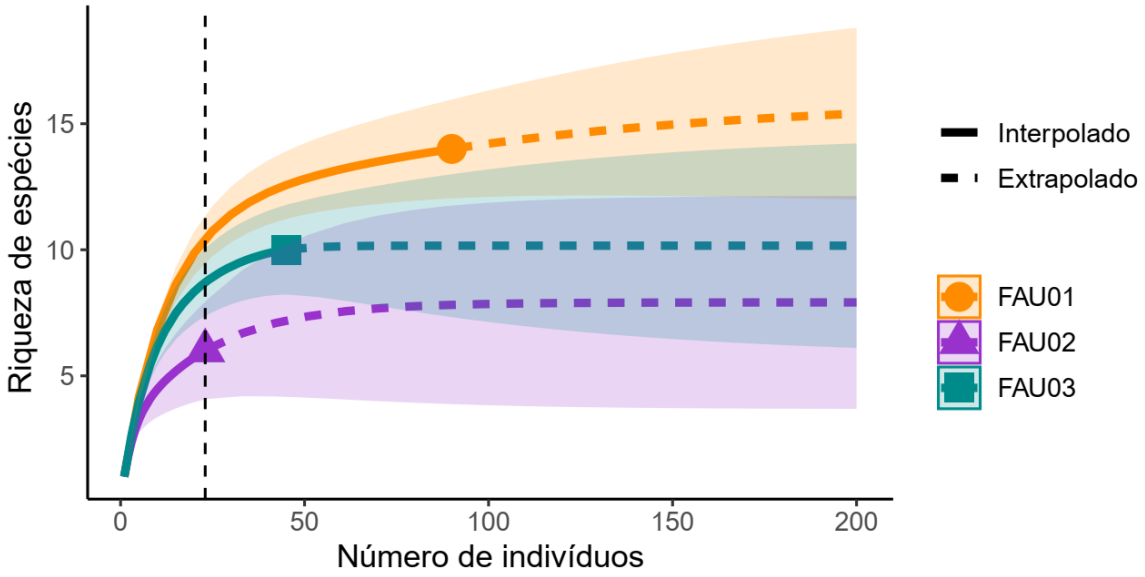


Figura 9.93: Riqueza estimada da herpetofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostral.

Nota-se que a riqueza extrapolada já tendeu a uma estabilidade com a amostragem aproximadamente 100 indivíduos para a FAU02, em 150 para a FAU01 enquanto que para a FAU03 a estabilidade já se apresentou em sua abundância real, com menos de 50 indivíduos. Também, nota-se que muito da riqueza entre áreas possivelmente é compartilhada, através da sobreposição do desvio padrão da extrapolação.

9.1.2.4.2.2.2 Estimativa de Diversidade

9.1.2.4.2.2.2.1 Série de Hills

Através da Série de Hills apresentam-se medidas de diversidade que possibilitam interpretações variadas. No valor de q quando ele é "0" obtemos a riqueza registrada, quando ele é "1" obtemos a diversidade de Shannon, e quando ele é "2" obtemos a diversidade de Simpson, entre outras interpretações. Na Tabela 9.30 apresentam-se os valores dos índices de Shannon e de Simpson e na Figura 9.94 é apresentada a série de Hills para a herpetofauna.

Tabela 9.30: Principais indicadores de diversidade da herpetofauna através da série de Hills.

FAU	Riqueza ($q = 0$)	Shannon ($q = 1$)	Simpson ($q = 2$)
FAU01	14	11,3	9,78
FAU02	6	4,57	3,92
FAU03	10	8,27	7,26

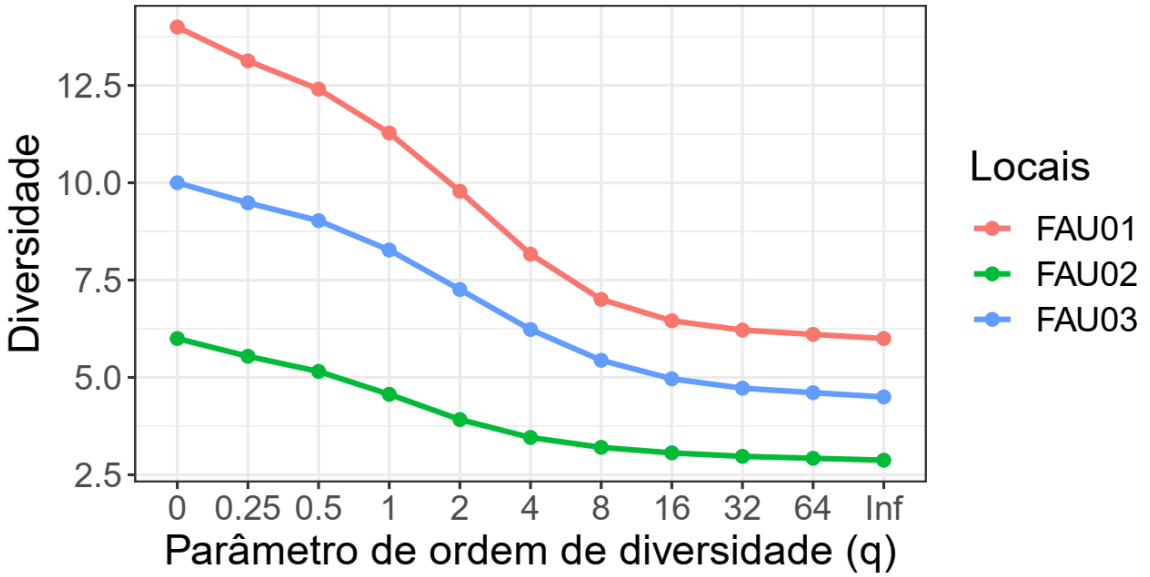


Figura 9.94: Série de Hills para a herpetofauna.

Observa-se que através das estimativas de diversidade, a FAU01 apresentou-se superior a FAU03 e a FAU02 foi a menos diversa. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, demonstrando que a FAU01 apresentou a maior diversidade de espécies raras.

Além disso, nota-se a FAU01 também apresenta maior quantidade de espécies dominantes, o que representa maiores abundâncias de um ou poucas espécies, em que destacam-se a *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro) e *Physalaemus cuvieri* (Rã-cachorro) como as mais abundantes e dominantes.

9.1.2.4.2.2.2.2 Diversidade de Shannon

Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas. Desta forma, a FAU01 foi a mais diversa com 11,3 de índice, seguida da FAU03 com 8,27 e FAU02 com 4,57.

9.1.2.4.2.2.2.3 Diversidade de Simpson

O índice recíproco de Simpson começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

E, seguindo a diversidade de Shannon, a diversidade de Simpson calculada resultou em maiores diversidades para a FAU01, FAU03 e FAU02, nesta ordem.

9.1.2.4.2.2.3 Estimativa de Frequência

Uma vez que foram realizadas apenas duas campanhas, as espécies registradas em campo apresentaram 50 ou 100% de frequência de ocorrência e, portanto, sendo categorizadas como frequentes (F) ou muito frequentes (Mf), como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 9.31: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da herpetofauna.

Ordem	Família	Táxon	Frequência de Ocorrência	FO%	Frequência Relativa	FR%
ANURA	Bufonidae	*Melanophryniscus tumifrons*	O	50	R	0,63
ANURA	Bufonidae	*Rhinella icterica*	Mf	100	R	1,90
ANURA	Centrolenidae	*Vitreorana uranoscopa*	O	50	O	13,92
ANURA	Hylidae	*Aplastodiscus perviridis*	O	50	O	11,39
ANURA	Hylidae	*Boana bischoffi*	O	50	R	5,06
ANURA	Hylidae	*Boana faber*	O	50	R	5,06
ANURA	Hylidae	*Boana prasina*	O	50	R	4,43
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus minutus*	Mf	100	R	8,86
ANURA	Hylidae	*Dendropsophus nanus*	O	50	R	1,27
ANURA	Hylidae	*Scinax fuscovarius*	O	50	R	1,27
ANURA	Hylidae	*Scinax squalirostris*	O	50	R	3,16
ANURA	Hylidae	*Sphaenorhynchus surdus*	O	50	R	2,53
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus luctator*	O	50	R	3,80
ANURA	Leptodactylidae	*Leptodactylus plaumanni*	O	50	R	7,59
ANURA	Leptodactylidae	*Physalaemus cuvieri*	O	50	O	13,29
ANURA	Leptodactylidae	*Physalaemus gracilis*	O	50	R	5,70
ANURA	Microhylidae	*Elachistocleis bicolor*	O	50	R	9,49
SQUAMATA	Teiidae	*Salvator merianae*	O	50	R	0,63

Por outro lado, a frequência relativa resulta em menores valores, e as espécies foram categorizadas como ocasionais (O) ou raras (R). Destacamos que as espécies menos frequentes foram o *Melanophryniscus tumifrons* (Sapinho-da-barriga-vermelha) e *Salvator merianae* (Teiú) registrados através de um único indivíduo, em oposição a *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro) e *Physalaemus cuvieri* (Rã-cachorro) registradas com a maior frequência relativa, com 13,92% e 13,29% dos indivíduos amostrados, respectivamente.

9.1.2.4.2.2.4 Estimativa de Abundância

Assim como comentado no item anterior, *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro) e *Physalaemus cuvieri* (Rã-cachorro) registraram as maiores frequências relativas e maiores abundâncias, com 22 e 21 indivíduos respectivamente, ao passo que *Melanophryniscus tumifrons* (Sapinho-da-barriga-vermelha) e *Salvator merianae* (Teiú) foram as menos

frequentes e menos abundantes, registrados por apenas um indivíduo. A configuração da abundância por espécies pode ser visualizada na Figura 9.95.

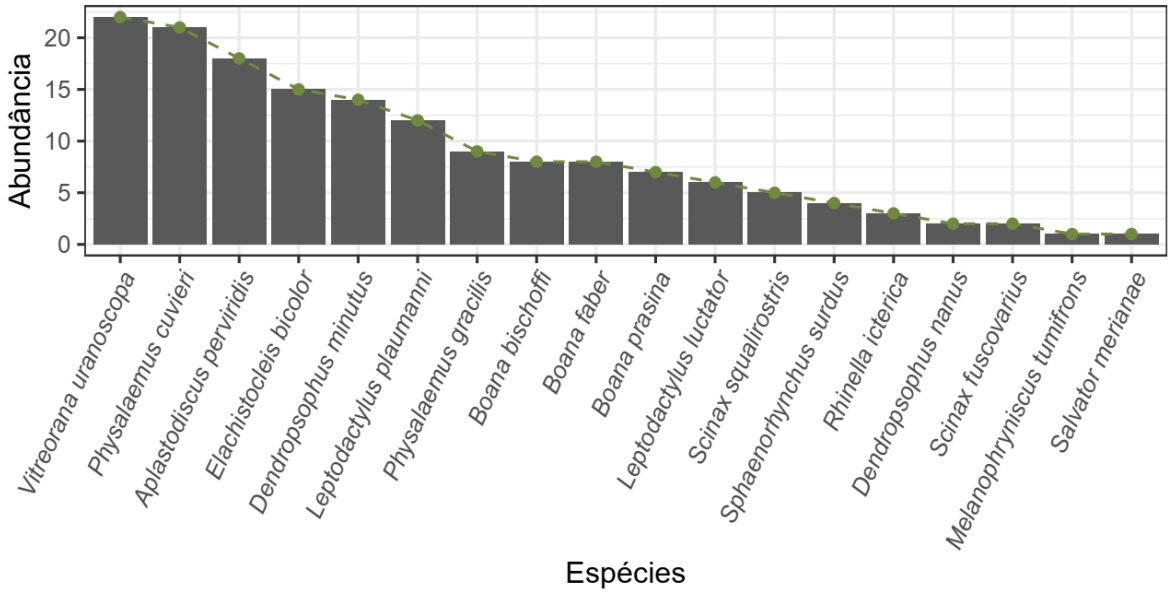


Figura 9.95: Acumulado da abundância por espécies da herpetofauna.

9.1.2.4.2.2.5 Similaridade Entre Locais Amostrados

Foi performado o índice de Jaccard para cálculo das similaridades entre as áreas amostrais com base nas espécies amostradas em cada área e utilizado o método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para formações de grupos (*clusters*) e do dendrograma (Figura 9.96).

Observou-se que foi formado um agrupamento entre a FAU02 e FAU03, entre elas as espécies tiveram a menor similaridade, com cerca de 69% de compartilhamento, ao passo que a FAU01 se apresentou bastante similar em diversidade com as outras áreas amostrais, ultrapassando 80%.

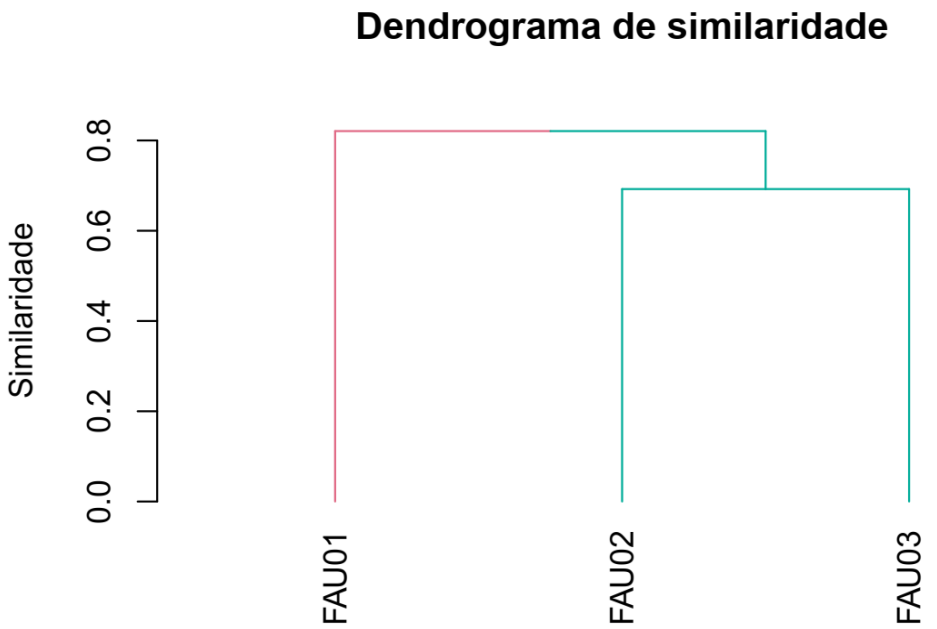


Figura 9.96: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a herpetofauna.

Nota-se que a FAU02 e FAU01, divididas pelo Rio São Manuel, apresentam características bastantes diferentes, a primeira apresenta fragmento florestal conservado, porém em declive acentuado, e a segunda formada por fragmentos com presença de faixa de vegetação ciliar e restante da área utilizada para atividade pastoril, com presença de poucas árvores, ou seja, com maior antropização.

9.1.2.4.2.2.6 Curva de Acumulação de Espécies

Em função da realização de apenas duas campanhas, optou-se pela construção da curva de acumulação por áreas amostrais (Figura 9.97), organizadas em ordem crescente de riqueza.

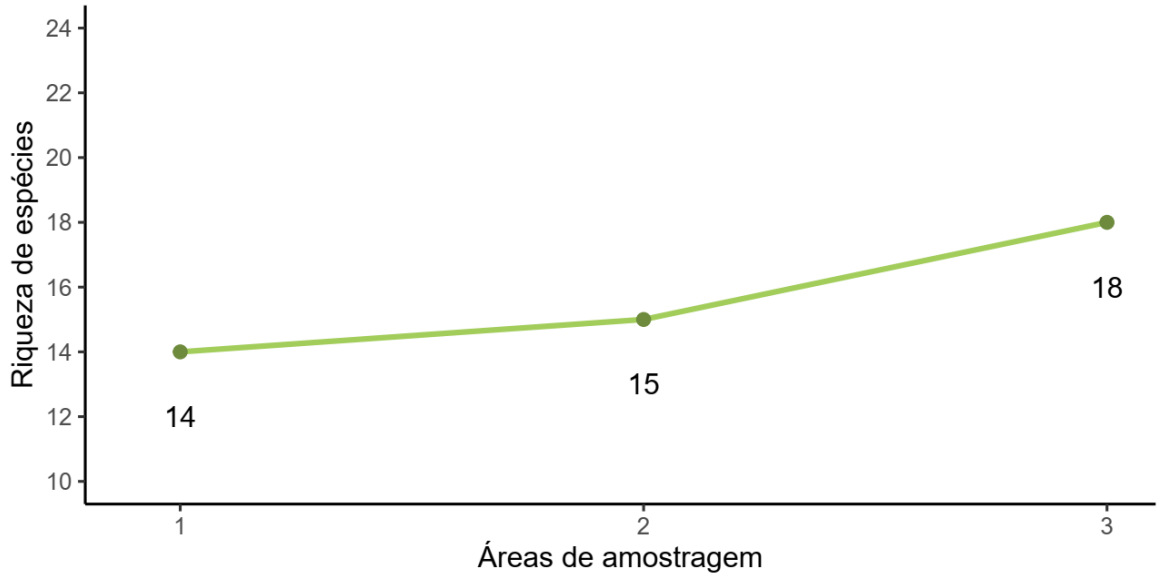


Figura 9.97: Curva de acumulação de espécies por área amostral para herpetofauna.

Através da curva de acumulação podemos concluir que a riqueza de espécies deve aumentar com o acréscimo de áreas e esforço amostral. Entretanto, como visto no item 9.1.2.4.2.2.1 sobre a estimativa de riqueza, os estimadores de riqueza apresentam que o esforço amostral foi satisfatório para inventário da herpetofauna.

9.1.2.4.2.2.7 Perfil da Herpetofauna

9.1.2.4.2.2.7.1 Guilda Trófica

Na CGH Gentil Amigo a grande maioria das espécies é insetívora, chegando a compreender cerca de 89% dos registros na primeira campanha (Figura 9.98). De modo geral, indivíduos adultos de anuros não são classificados em guildas tróficas especializadas, pois alimentam-se do recurso compatível ao seu tamanho corporal, e neste sentido, os anuros registrados neste estudo que se alimentam de insetos, são assim classificados muito provavelmente em função do tamanho corporal reduzido destes.

Considerando o citado por Kwet, Lingnau e Di-Bernado (2010) em relação a alimentação dos anfíbios, as espécies que consomem microrganismos suspenso tanto na superfície da água como no fundo de riachos, açudes e banhados, apresentaram 50% do total dos registros para a região do estudo. Porém, 22% das espécies de anfíbios apresenta carência em estudo quanto suas dietas.

Dados esses corroborados uma vez que guildas especializadas como anurófagos, mirmecófagos e mastófagos apresentaram baixas frequências.

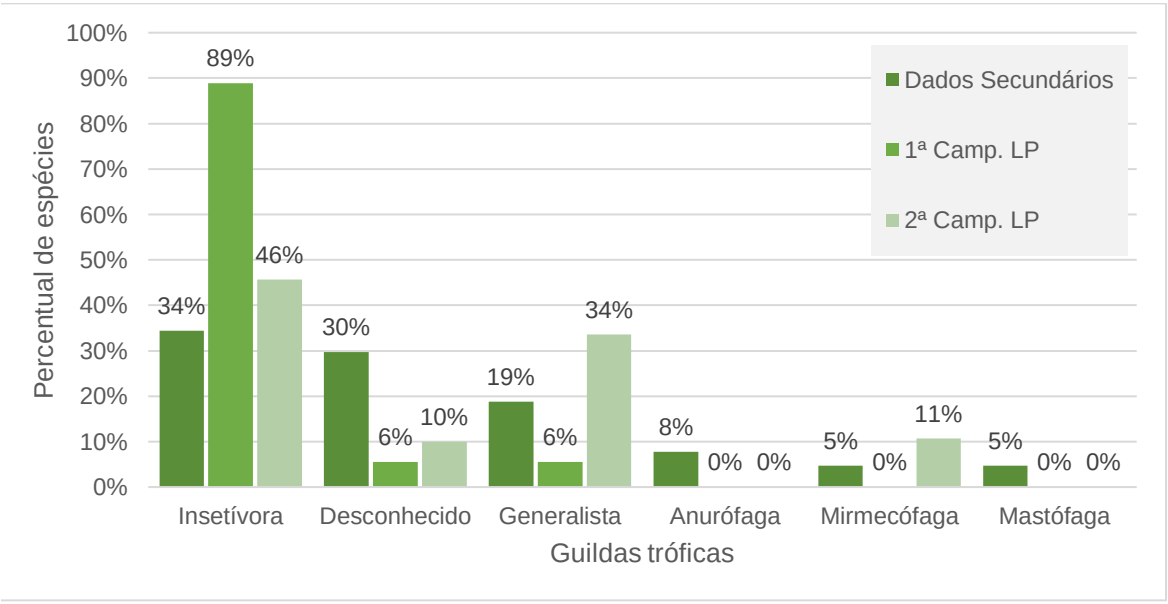


Figura 9.98: Guildas tróficas da herpetofauna.

9.1.2.4.2.2.7.2 Grau de Sensibilidade

A herpetofauna como um todo pode ser considerada como altamente sensível a alterações ambientais, algumas espécies não toleram mudanças no seu micro-habitat e microclima, principalmente em relação aos anfíbios. Sendo assim, podem ser usados como bioindicadores da qualidade ambiental diante de perturbações. No presente estudo, uma espécie destaca-se como espécie importante para monitoramento devido a sua alta dependência a ambientes preservados, a *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro), espéie de hábitos florestais que ocorre em córregos e é encontrada na vegetação marginal a estes onde se reproduz e deposita seus ovos. Na CGH Gentil Amigo esta espécie foi uma das mais abundantes, ocorrendo em todas as áreas amostradas, principalmente nos córregos e nas APPs da FAU01.

9.1.2.4.2.2.7.3 Preferência de Habitat e Hábitos

As espécies registradas na CGH Gentil Amigo possuem preferências a habitats de áreas abertas, compreendendo 89% das espécies na primeira campanha e 51% na segunda campanha (Figura 9.99). Por outro lado, houve preferência por hábitos arborícolas nestas espécies (Figura 9.100). Esta variação traduz características fitofisionômicas do local e das espécies de anuros, onde as áreas úmidas (principalmente em função dos anfíbios) geralmente ocorrem arbustos ou árvores que fornecem substrato para espécies com características escaladoras, como é o caso dos membros da família Hylidae (a mais numerosa), permitindo sua ocupação nestes ambientes.

Desta forma, evidenciando que fragmentos florestais próximos ou em áreas húmidas são importantes para manutenção e equilíbrio da fauna local.

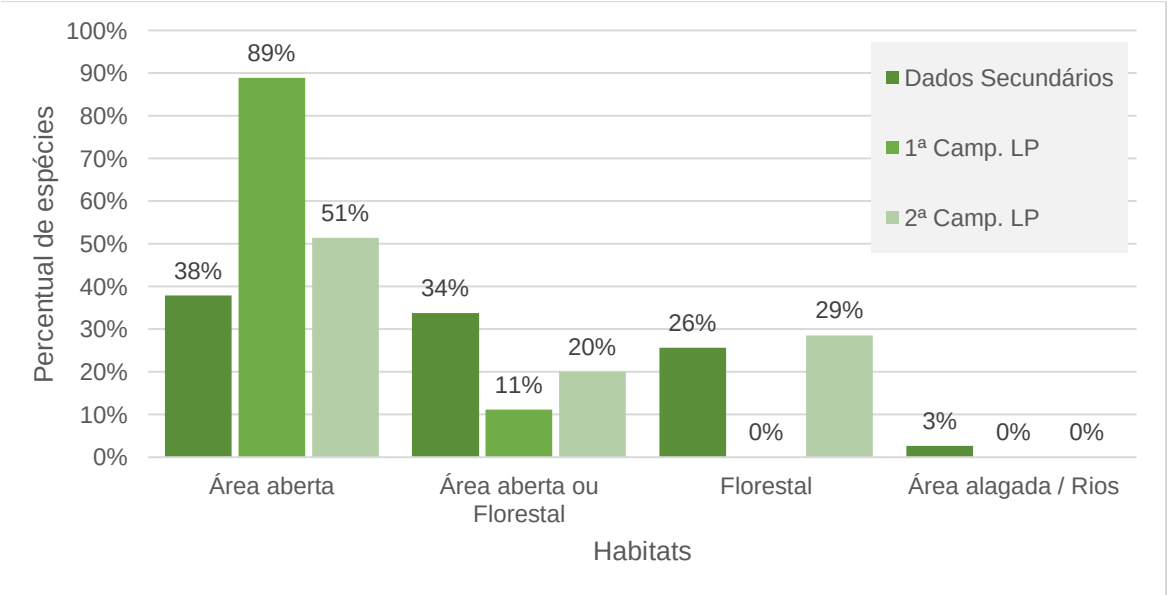


Figura 9.99: Habitats da herpetofauna.

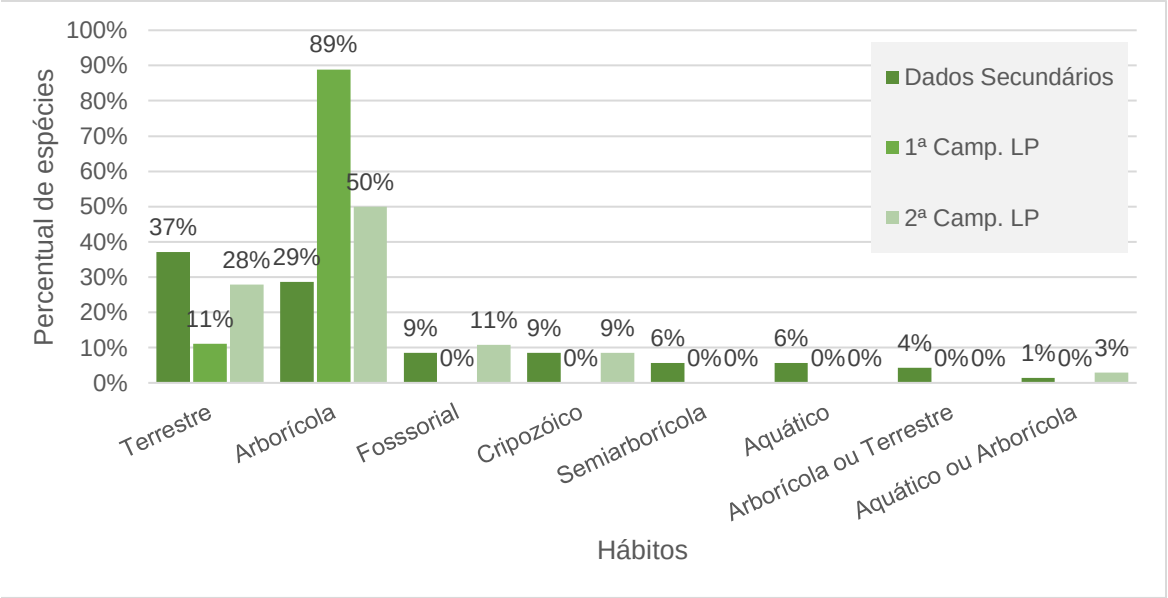


Figura 9.100: Hábitos da herpetofauna.

9.1.2.4.2.2.7.4 Estratégias Ecológicas

Na área de estudo, dentre as espécies levantadas, todas são consideradas r-estrategistas, nenhuma considerada do tipo K-estrategistas, principalmente pois é comum na herpetofauna, especialmente entre os anfíbios anuros, a reprodução acontecer com desova de centenas ou até milhares de ovos.

Por outro lado, a *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro), apresenta cuidado parental dos ovos até eclodirem e não deposita, portanto, uma grande quantidade de ovos, e desta forma seria a única espécie mais aproximada de uma K-estrategista.

As demais espécies apresentam variações principalmente reprodutivas em função das sazonalidades, e de outras características fisiológicas, que resultam em diferentes formas de disposição das ninhadas.

9.1.2.4.2.2.7.5 Capacidade de Deslocamento

Anfíbios e répteis são considerados espécies costumeiramente com área de vidas reduzidas, principalmente em relação aos anfíbios, como algumas espécies arborícolas que podem passar todo seu ciclo de vida uma única árvore ou bromélia ou possuírem hábitos fossoriais. Portanto, são considerados animais com baixa capacidade de deslocamento.

Tais características marcantes fazem com que o presente grupo seja diretamente afetado por qualquer interferência na paisagem, necessitando de especial cuidado em processos de supressão de vegetação.

9.1.2.4.2.2.7.6 Status de Ameaça

As espécies foram classificadas de acordo com seu status de ameaça nas listas oficiais a nível global (IUCN, 2023), federal (MMA, 148/22 e ICMBio, 2018) e estadual (Decreto N°11797/2018). De acordo com estas três listas, não foi registrada nenhuma espécie da herpetofauna ameaçada de extinção na área de estudo.

9.1.2.4.2.2.7.7 Endemismo

Durante as duas campanhas amostrais foram registradas quatro espécies consideradas endêmicas do Brasil, ou da Mata Atlântica, ou ainda de ambos. As espécies endêmicas são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 9.32: Espécies endêmicas da herpetofauna.

Táxon	Nome Popular	Endêmica BR	Endêmica MA
Melanophryniscus tumifrons	Sapinho-da-barriga-vermelha		X
Boana bischoffi	Perereca-de-inverno	X	
Boana prasina	Perereca-verde	X	
Sphaenorhynchus surdus	Perereca-de-bigode	X	X

9.1.2.4.2.2.7.8 Raridade

Não foram registradas espécies de anfíbios e répteis raras no levantamento de dados primários nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.2.7.9 Bioindicação

Como mencionado nos itens anteriores, um bom candidato como espécie bioindicadora para a CGH Gentil Amigo é a *Vitreorana uranoscopa* (Perereca-de-vidro), pois ocorre em abundância no local e é considerada bastante exigente quanto a qualidade ambiental.

9.1.2.4.2.2.7.10 Interesse para Saúde Pública

Não há informações para este grupo de fauna quanto a espécies sentinelas. No entanto, os répteis serpentiformes das famílias Elapidae e Viperidae são de alto interesse médico devido a possibilidade de acidentes ofídicos, e nenhum exemplar destas famílias foi registrado no levantamento.

9.1.2.4.2.2.7.11 Migração

Como mencionado no item 9.1.2.4.2.2.7.5, a migração para este grupo é restrita a deslocamentos entre fragmentos.

9.1.2.4.2.2.7.12 Presença de Espécies Exóticas

Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

9.1.2.4.2.2.7.13 Sítios Relevantes para a Herpetofauna

Pelas características das espécies registradas e pela quantidade dos registros, foi demarcada uma área de 30 metros ao redor dos cursos d'água na AID do empreendimento, como áreas estratégicas para a herpetofauna (Figura 9.101). Além destas, foi considerado uma área a montante do reservatório com características pantanosas, como área relevante para a herpetofauna.

De forma geral, nestas áreas ocorreram a maior parte dos registros, e é nelas que as espécies encontram um ambiente menos antropizado e com melhor qualidade para que se possam reproduzir, nidificar, forragear, enfim, manter condições para o desenvolvimento. Também foram indicadas regiões com presença de ambientes reprodutivos, incluindo um ponto fora da AID a jusante da casa de força, que apresenta grande importância como ambiente reprodutivo em área de pastagem.

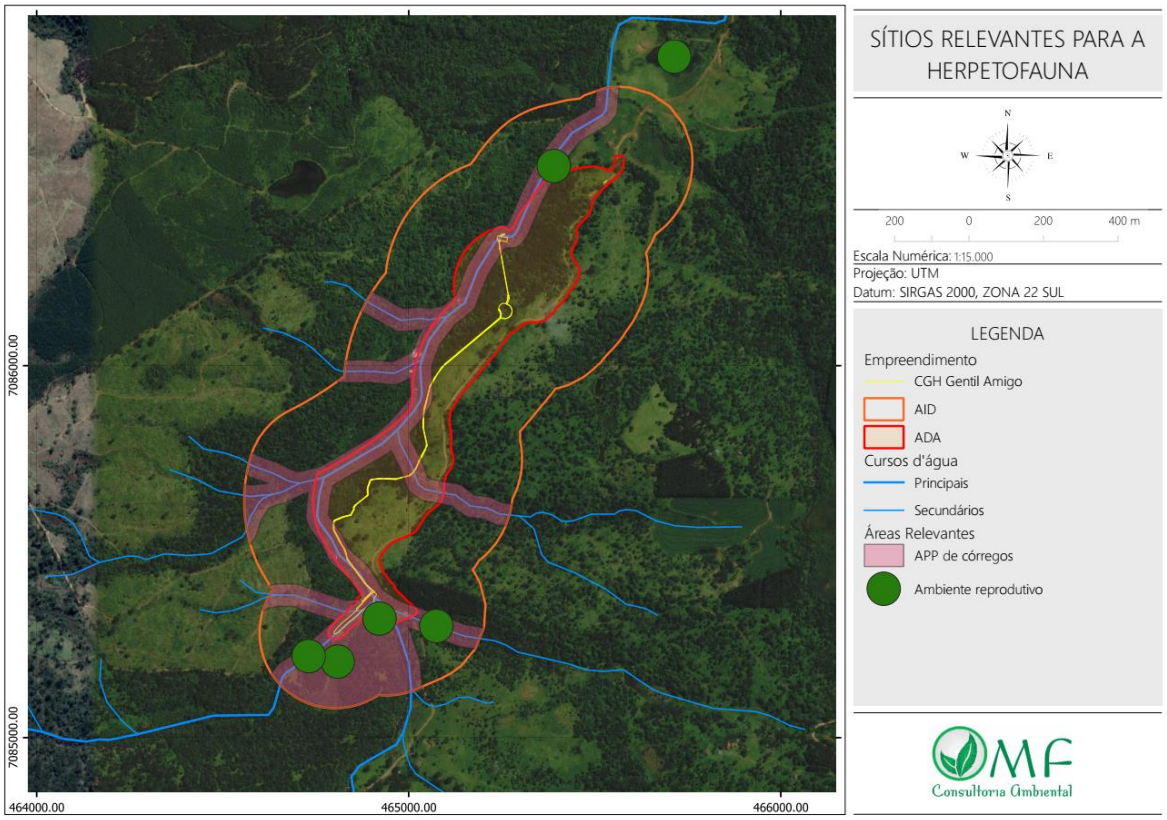


Figura 9.101: Sítios Relevantes para a herpetofauna.

9.1.2.4.2.2.8 Registros Fotográficos da Herpetofauna





Figura 9.102: *Melanophryniscus tumifrons* (Sapinho-da-barriga-vermelha).



Figura 9.103: *Rhinella icterica*.



Figura 9.104: *Boana bischoffi*.



Figura 9.105: *Boana faber*.



Figura 9.106: *Boana prasina*.



Figura 9.107: *Dendropsophus minutus*.



Figura 9.108: *Scinax fuscovarius*.



Figura 9.109: *Scinax squalirostris*.



Figura 9.110: *Sphaenorhynchus surdus*.



Figura 9.111: *Leptodactylus luctator*.



Figura 9.112: *Salvator merianae*.



Figura 9.113: Ambientes reprodutivos para a herpetofauna.

9.1.2.4.2.3 Mastofauna

Através da bibliografia consultada, 39 espécies possuem possível ocorrência para a CGH Gentil Amigo. Já através das duas campanhas de levantamento realizadas, foram registradas 8 espécies, representando 20,5% das espécies com possível ocorrência.

Na Tabela 9.33 são apresentadas descritivamente todas as espécies levantadas da bibliografia consultada e as registradas em campo. No Paraná ocorrem 183 espécies de mamíferos, portanto, o registrado corresponde a 4,3%, ou 22,4% quando considerado os dados secundários (REIS *et al*., 2009).

Tabela 9.33: Lista de espécies da mastofauna para a CGH Gentil Amigo.
Legenda: HABITAT: Aa = Área aberta; Al = Ambiente alagado; Bm = Borda de mata; Fl = Florestal; Rio = Rios, riachos ou córregos. HÁBITO: Arb = Arborícola; Saq = Semiaquático; Sar = Semiarborícola; Sfo = Semifossorial; Ter = Terrestre; Voa = Voador. GUILDA TRÓFICA: Car = Carnívora; Fru = Frugívora; Hem = Hematófaga; Her = Herbívora; Ins = Insetívora; Oni = Onívora; Pis = Piscívora. ORIGEM: Nat = Nativo; Ex = exótico. CONTATO: Af = Armadilha fotográfica; At = Armadilha tomahawk; Ves = Vestígio; Vis = Visual. FREQUÊNCIA: R = Raro; O = Ocasional; F = Frequente; Mf = Muito frequente.
Dados Secundários: 1 = CGH Salto Pintado (MF, 2020); 2 = Miranda e Passos (2008).

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	IUCN	BR	PR	CITES	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
CARNIVORA																
Canidae																
Cerdocyon thous	Graxaim	Aa/Fl	Ter	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	II	1; 2		5	O	Af; Ves
Chrysocyon brachyurus	Lobo-guará	Aa		Oni	Nat	Não	Não	NT	VU	VU	II	2				
Lycalopex gymnocercus	Raposa-do-campo	Aa/Bm	Ter	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	EN	II	2				
Felidae																
Herpailurus yagouaroundi	Gato-mourisco	Fl	Ter	Car	Nat	Não	Não	LC	VU	DD	I	2				
Leopardus guttulus	Gato-do-mato-pequeno	Fl	Sar	Car	Nat	Não	Não	VU	VU	VU	I	2				
Leopardus pardalis	Jaguatirica	Fl	Sar	Car	Nat	Não	Não	LC	-	VU	I	2				
Puma concolor	Onça-parda	Fl	Ter	Car	Nat	Não	Não	LC	-	VU	II	2				
Mustelidae																
Eira barbara	Irara	Fl	Ter	Car	Nat	Não	Não	LC	-	-	III	1; 2		1	O	Ves
Galictis cuja	Furão	Aa/Fl	Ter	Car	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Lontra longicaudis	Lontra	Fl/Rio	Saq	Pis	Nat	Não	Não	NT	-	NT	I	1	3	1	Mf	Ves
Procyonidae																
Nasua nasua	Quati	Aa/Fl	Sar	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	III	1; 2				
Procyon cancrivorus	Mão-pelada	Al/Fl	Ter	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
CETARTIODACTYLA																
Cervidae																

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	IUCN	BR	PR	CITES	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Mazama gouazoubira	Veado-catingueiro	Aa/Fl	Ter	Her	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Ozotoceros bezoarticus	Veado-campeiro	Aa/Fl	Ter	Her	Nat	Não	Não	NT	VU	CR	I	2				
Tayassuidae																
Dicotyles tajacu	Cateto	Aa/Fl	Ter	Her	Nat	Não	Não	LC	-	VU	II	2				
CHIROPTERA																
Molossidae																
Tadarida brasiliensis	Morcego	Aa/Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
Phyllostomidae																
Artibeus lituratus	Morcego	Fl	Voa	Fru	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1				
Chrotopterus auritus	Morcego	Fl	Voa	Car	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
Desmodus rotundus	Morcego-vampiro	Aa/Fl	Voa	Hem	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Sturnira lilium	Morcego	Aa/Fl	Voa	Fru	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Vespertilionidae																
Eptesicus furinalis	Morcego	Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
Histiotus montanus	Morcego	Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	DD	-	2				
Myotis levis	Morcego	Aa/Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
Myotis nigricans	Morcego	Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
Myotis ruber	Morcego	Fl	Voa	Ins	Nat	Não	Não	NT	-	-	-	2				
Myotis sp.													1		O	Vis
CINGULATA																
Chlamyphoridae																
Cabassous tatouay	Tatu-de-rabo-mole	Fl	Sfo	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	DD	III			1	O	Ves
Euphractus sexcinctus	Tatu-peba	Aa/Bm	Sfo	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2	1	1	Mf	Ves
Dasypodidae																
Dasypus novemcinctus	Tatu-galinha	Aa/Fl	Sfo	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	IUCN	BR	PR	CITES	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
DIDELPHIMORPHIA																
Didelphidae																
Didelphis albiventris	Gambá-de-orelha-branca	Aa/Fl	Sar	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Philander quica	Cuíca-de-quatro-olhos	Aa/Fl	Sar	Oni	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1		2	O	At
LAGOMORPHA																
Leporidae																
Lepus europaeus	Lebre-européia	Aa	Ter	Her	Ex	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
PILOSA																
Myrmecophagidae																
Tamandua tetradactyla	Tamanduá-mirim	Aa/Fl	Sar	Ins	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				
PRIMATES																
Atelidae																
Alouatta guariba clamitans	Bugio-ruivo	Fl	Arb	Her	Nat	Sim	Sim	NT	VU	NT	-	1; 2				
Cebidae																
Sapajus nigritus	Macaco-prego	Fl	Arb	Oni	Nat	Sim	Sim	NT	-	DD	-	2				
RODENTIA																
Caviidae																
Cavia aperea	Preá	Aa/Al/Bm	Ter	Her	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2				
Hydrochoerus hydrochaeris	Capivara	Aa/Fl	Saq	Her	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	1; 2		1	O	Ves
Cuniculidae																
Cuniculus paca	Paca	Fl	Saq	Her	Nat	Não	Não	LC	-	EN	III	1				
Dasyproctidae																
Dasyprocta azarae	Cutia	Aa/Fl	Ter	Fru	Nat	Não	Não	DD	-	-	-	1; 2				
Erethizontidae																
Coendou prehensilis	Ouriço-cacheiro	Fl	Sar	Her	Nat	Não	Não	LC	-	-	-	2				

Táxon	Nome Popular	Habitat	Hábito	Guilda Trófica	Origem	Endêmica BR	Endêmica MA	IUCN	BR	PR	CITES	Dados secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Contato
Sciuridae																
Guerlinguetus ingrami	Serelepe	Fl	Sar	Oni	Nat	Não	Não	-	-	-	-	2				
												39	**3**	**7**		
		Total de Registros											**41**			

9.1.2.4.2.3.1 Estimativa de Riqueza

Foram calculados quatro estimadores de riqueza para a mastofauna através da extrapolação da riqueza amostrada. O melhor estimador foi o Bootstrap, um estimador de riqueza não paramétrico, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 9.34: Estimadores de riqueza calculados para a mastofauna.

Riqueza	Chao	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap
8	12,5 ± 5,3	11 ± 3,4	11	9,5 ± 2

Considerando a curva do coletor, produzido com rarefação dos dados utilizando o estimador de riqueza Bootstrap. De forma sucinta, 8 foi a riqueza de espécies acumulada em duas campanhas amostrais, onde se estima que ocorram de 8 a 12 espécies segundo o estimador de riqueza Bootstrap (Figura 9.114).

Resultado este satisfatório, apesar do baixo número de abundância registrada, entretanto, sabe-se que é muito provável que ainda ocorram espécies não amostradas em campo e que o registro destas depende de condições ambientais específicas que não são sensíveis aos estimadores de riqueza, como épocas com maior disponibilidade de recursos no ambiente (alimento através de frutas, por exemplo), chuvas após períodos longos de estiagem, e etc.

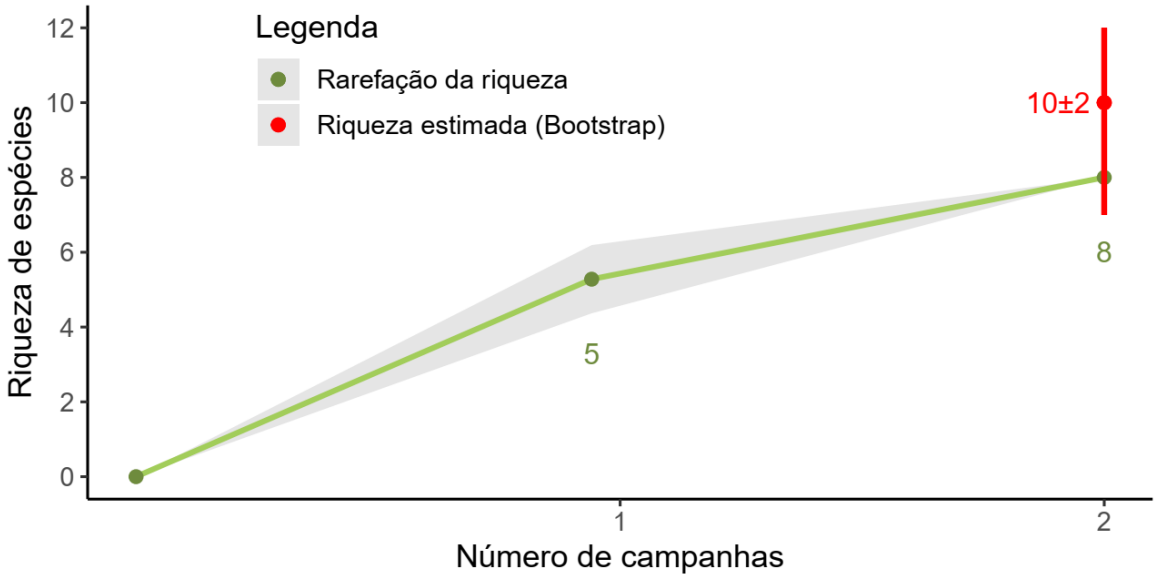


Figura 9.114: Riqueza estimada da mastofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas.

Também foi construído uma curva do coletor com extrapolação e interpolação da riqueza registrada para as três áreas de fauna. Este gráfico possibilita observar o incremento na riqueza com o aumento de esforços amostrais, ao mesmo tempo que se observa uma estabilidade na extrapolação dos dados, indicando certa suficiência amostral a partir de certa abundância de mamíferos amostrados (Figura 9.115).

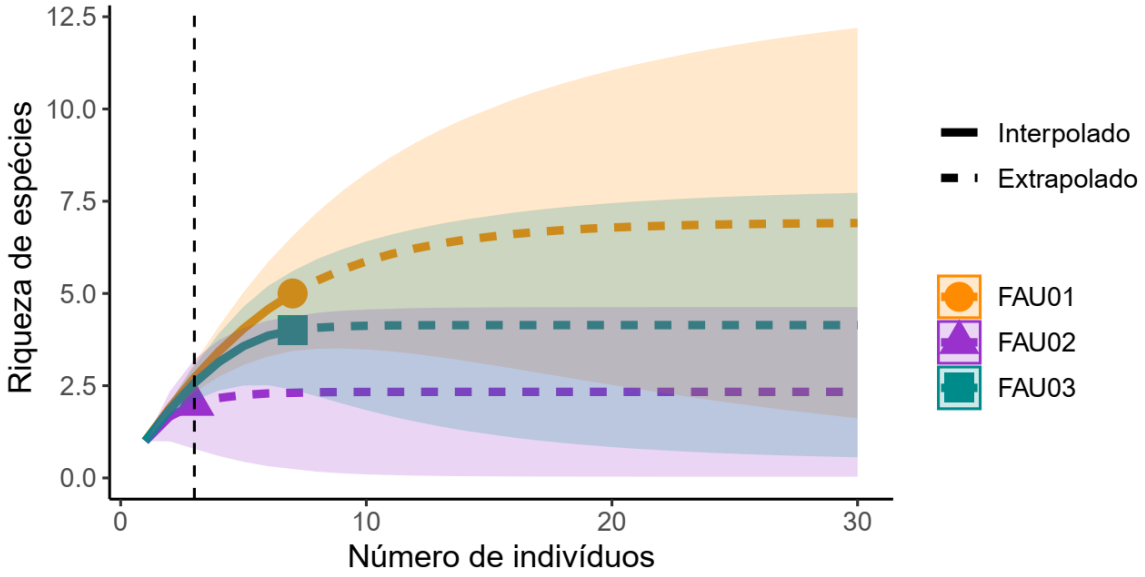


Figura 9.115: Riqueza estimada da mastofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostra.

9.1.2.4.2.3.2 Estimativa de Diversidade

9.1.2.4.2.3.2.1 Série de Hills

Através da Série de Hills apresentam-se medidas de diversidade que possibilitam interpretações variadas. No valor de q quando ele é "0" obtemos a riqueza registrada, quando ele é "1" obtemos a diversidade de Shannon, e quando ele é "2" obtemos a diversidade de Simpson, entre outras interpretações. Na Tabela 9.30 apresenta-se os valores dos índices de Shannon e de Simpson e na Figura 9.116 é apresentada a série de Hills para a mastofauna.

Tabela 9.35: Principais indicadores de diversidade da mastofauna através da série de Hills.

FAU	Riqueza ($q = 0$)	Shannon ($q = 1$)	Simpson ($q = 2$)
FAU01	5	4,71	4,45
FAU02	2	1,89	1,80
FAU03	4	3,86	3,77

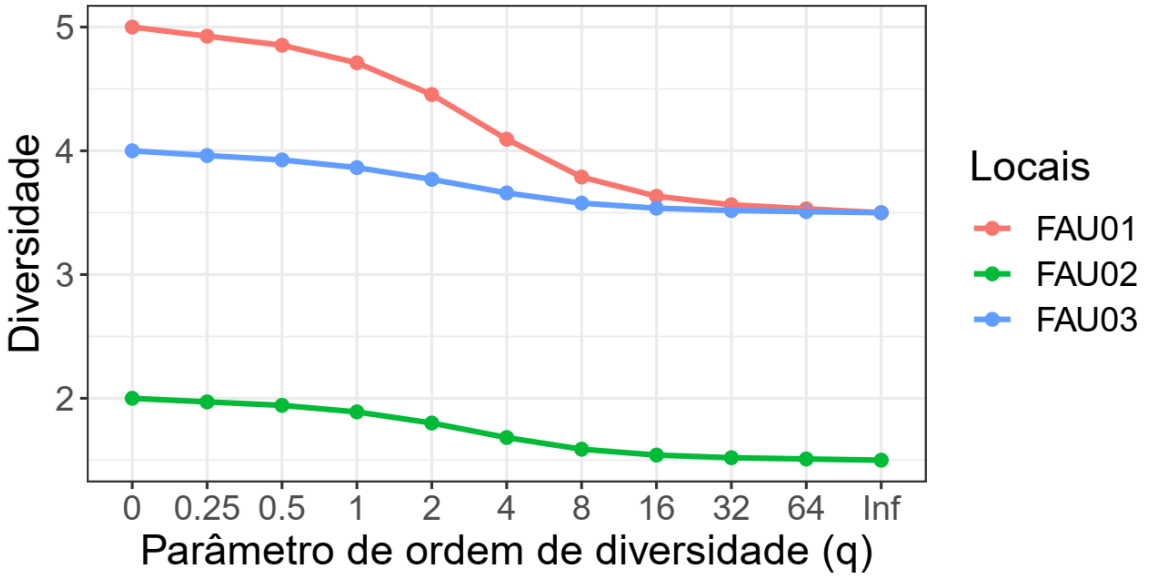


Figura 9.116: Série de Hills para a mastofauna.

Observa-se que através das estimativas de diversidade, a FAU01 apresentou-se superior a FAU03 e a FAU02 foi a menos diversa. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, demonstrando que a FAU01 apresentou a maior diversidade de espécies raras.

Além disso, nota-se que a FAU01 e FAU02 apresentaram a mesma diversidade de espécies dominantes, por ambas apresentarem mesma diversidade ao tenderem ao infinito, o que representa maiores abundâncias de um ou poucas espécies, em que destacam-se a *Lontra longicaudis e Cerdocyon thous* como as mais abundantes e dominantes.

9.1.2.4.2.3.2.2 Diversidade de Shannon

Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas. Desta forma, a FAU01 foi a mais diversa com 4,71 de índice, seguida da FAU03 com 3,86 e FAU02 com 1,89.

9.1.2.4.2.3.2.3 Diversidade de Simpson

O índice recíproco de Simpson começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

E, seguindo a diversidade de Shannon, a diversidade de Simpson calculada resultou em maiores diversidades para a FAU01, FAU03 e FAU02, nesta ordem.

9.1.2.4.2.3.3 Estimativa de Frequência

Uma vez que foram realizadas apenas duas campanhas, as espécies registradas em campo apresentaram 50 ou 100% de frequência de ocorrência e, portanto, sendo categorizadas como frequentes (F) ou muito frequentes (Mf), como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 9.36: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da mastofauna.

Ordem	Família	Táxon	Frequência de Ocorrência	FO%	Frequência Relativa	FR%
CARNIVORA	Canidae	*Cerdocyon thous*	O	50	F	29,41
CARNIVORA	Mustelidae	*Eira barbara*	O	50	R	5,88
CARNIVORA	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	Mf	100	O	23,53
CHIROPTERA	Vespertilionidae	*Myotis sp.*	O	50	R	5,88
CINGULATA	Chlamyphoridae	*Cabassous tatouay*	O	50	R	5,88
CINGULATA	Chlamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	Mf	100	O	11,76
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	*Philander quica*	O	50	O	11,76
RODENTIA	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	O	50	R	5,88

Destacamos que as espécies mais frequentes foram a *Lontra longicaudis* e *Euphractus sexcinctus* registradas em todas as campanhas. Por outro lado, a frequência relativa resulta em menores valores, e as espécies foram categorizadas como ocasionais (O) ou raras (R) em sua maioria, com exceção do *Cerdocyon thous*, categorizado como frequente (F) por sua abundância.

Em relação as frequências relativas, as menos frequentes foram *Eira barbara, Myotis* sp*., Cabassous tatouay* e *Hydrochoerus hydrochaeris,* registrados através de um único indivíduo, e *C. thous* citado anteriormente como frequente, com 5 indivíduos registrados e perfazendo 29,41% da amostragem.

9.1.2.4.2.3.4 Estimativa de Abundância

Assim como comentado no item anterior, foi registrado a maior frequência relativa para *Cerdocyon thous*, 29,41% através de 5 indivíduos, seguido pela *Lontra longicaudis* com 23,53% de frequência relativa por 4 indivíduos amostrados. Ao passo que *Eira barbara, Myotis* sp*., Cabassous tatouay* e *Hydrochoerus hydrochaeris,* foram as menos abundantes, registrados por apenas um indivíduo. A configuração da abundância por espécies pode ser visualizada na Figura 9.117.

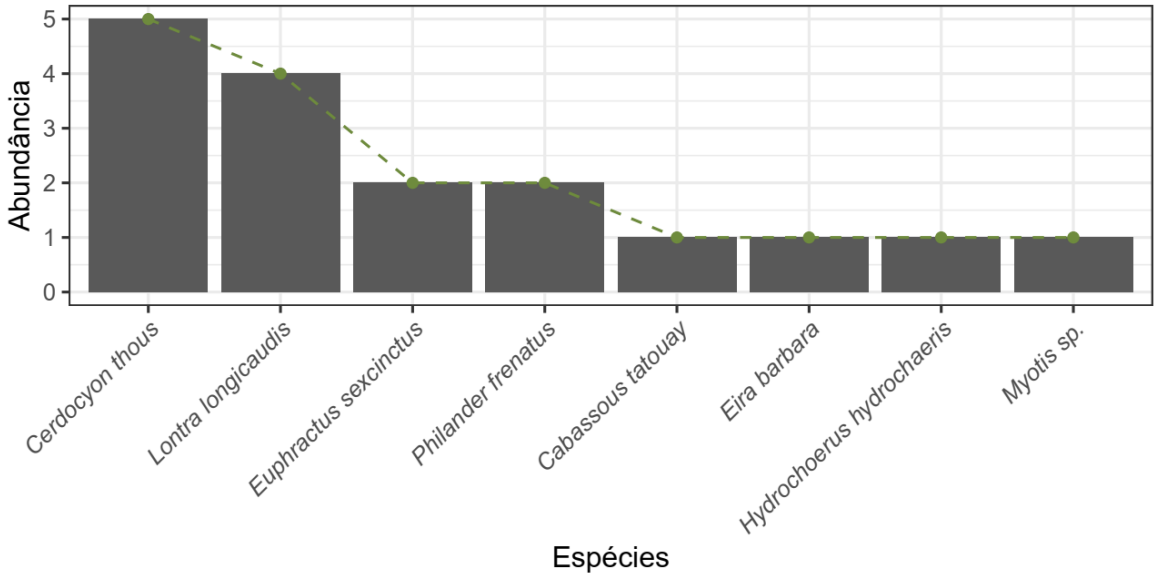


Figura 9.117: Acumulado da abundância por espécies da mastofauna.

9.1.2.4.2.3.5 Similaridade Entre Locais Amostrados

Foi performado o índice de Jaccard para cálculo das similaridades entre as áreas amostrais com base nas espécies amostradas em cada área e utilizado o método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para formações de grupos (*clusters*) e do dendrograma (Figura 9.118).

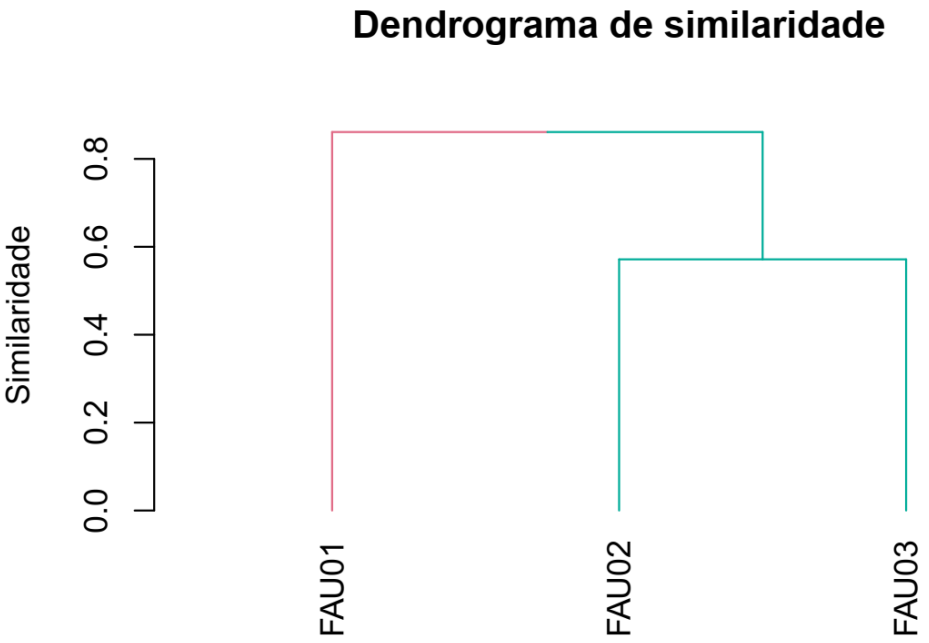


Figura 9.118: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a mastofauna.

Observou-se que foi formado um agrupamento entre a FAU02 e FAU03, neste as espécies tiveram a menor similaridade, com cerca de 57% de compartilhamento, ao passo que a

FAU01 se apresentou bastante similar em diversidade com as outras áreas amostrais, ultrapassando 80%.

Nota-se que a FAU02 e FAU01, divididas pelo Rio São Manuel, apresentam características bastantes diferentes, a primeira apresenta fragmento florestal conservado, porém em declive acentuado, e a segunda formada por fragmentos com presença de faixa de vegetação ciliar e restante da área utilizada para atividade pastoril, com presença de árvores, ou seja, com maior antropização.

9.1.2.4.2.3.6 Curva de Acumulação de Espécies

Em função da realização de apenas duas campanhas, optou-se pela construção da curva de acumulação por áreas amostrais (Figura 9.119), organizadas em ordem crescente de riqueza.

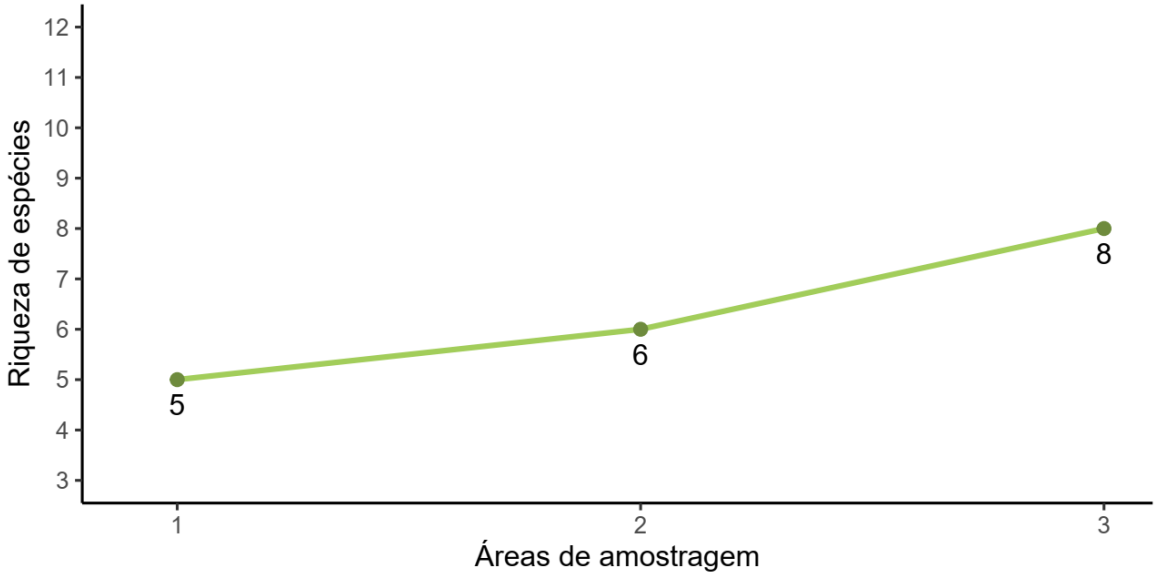


Figura 9.119: Curva de acumulação de espécies por área amostral para mastofauna.

Através da curva de acumulação podemos concluir que a riqueza de espécies deve aumentar com o acréscimo de áreas e esforço amostral. Entretanto, como visto no item 9.1.2.4.2.3.1 sobre a estimativa de riqueza, os estimadores de riqueza apresentam que o esforço amostral foi satisfatório para inventário da mastofauna.

9.1.2.4.2.3.7 Perfil da Mastofauna

9.1.2.4.2.3.7.1 Guilda Trófica

Na CGH Gentil Amigo a grande maioria das espécies é onívora, chegando a compreender cerca de 67% dos registros na segunda campanha (Figura 9.120), por outro lado, na primeira campanha houve predomínio da guilda piscívora com 75%.

Os onívoros junto dos herbívoros são as duas guildas mais abundantes na região da CGH Gentil Amigo amostrados pela bibliografia consultada. É de conhecimento geral que estas duas guildas são as melhores adaptadas a ambientes antropizados, visto que herbívoros sempre terão opções alimentícias, inclusive fazendo o uso de espécies cultivadas em monoculturas. Já os onívoros são mais oportunistas quanto a disponibilidade de recursos.

A presença de carnívoros especializados como os piscívoros é um bom indicador da qualidade dos ambientes, e sua grande porcentagem é em função do registro e dominância da Lontra (*Lontra longicaudis*).

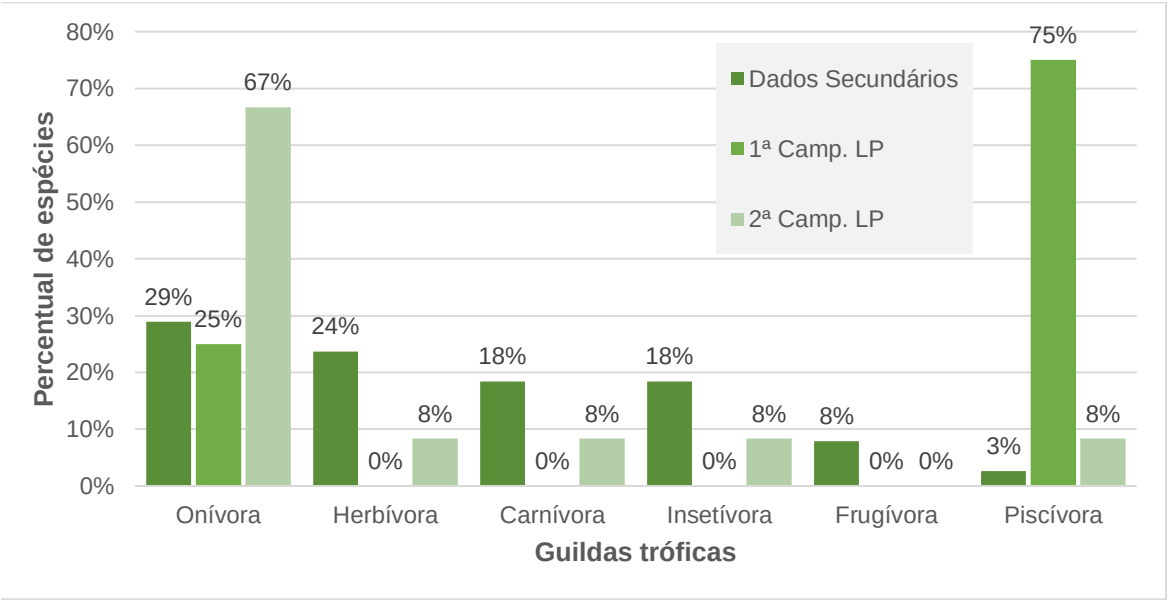


Figura 9.120: Guildas tróficas da mastofauna.

9.1.2.4.2.3.7.2 Grau de Sensibilidade

Alterações em ambientes naturais provocam efeitos negativos em todas as espécies, independente de função trófica destas nas comunidades. Apesar disso, a fauna de mamíferos apresenta diferentes formas de sensibilidade, especialmente em relação a ocupação dos ambientes e grau de especialização trófica.

Portanto, espécies mais dependentes das condições de habitats como as de florestas são mais suscetíveis aos tipos de degradação locais (desmatamento), enquanto que carnívoros costumam apresentar mais dependência da oferta de recursos para manutenção das populações.

Desta forma, destacamos que as espécies *Eira barbara* (Irara), *Lontra longicaudis* (Lontra) e *Cabassous tatouay* (Tatu-de-rabo-mole) apresentam maior sensibilidade as alterações ambientais esperadas para a CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.3.7.3 Habitat e Hábitos

A mastofauna local consultada por dados secundários é bastante heterogênea quanto a ocupação dos habitats, ocupando ou apresentando dependência por ambientes

florestados. E em função das características atuais de fragmentação na Mata Atlântica, as espécies registradas ocupam tanto áreas abertas como florestadas (67% na primeira campanha), e pelo menos fator mencionado sobre as guildas alimentares, houve uma predominância da Lontra (*Lontra longicaudis*), e consequentemente elevando para 75% a ocupação de áreas florestadas associadas a rios (Figura 9.121).

Já quanto aos hábitos, estes representam como estas espécies ocupam o ambiente, demonstrando que é também bastante heterogêneo, com os terrestre predominando (com 50% na segunda campanha), mas também com presença de semiarborícolas, semiaquáticos e semifossoriais (Figura 9.122).

Tanto roedores, mustelídeos, cingulados e canídeos possuem espécies com habitats florestais como preferência, demonstrando que a manutenção de ambientes florestados estáveis é essencial, em face da atual fragmentação e destruição da Mata Atlântica.

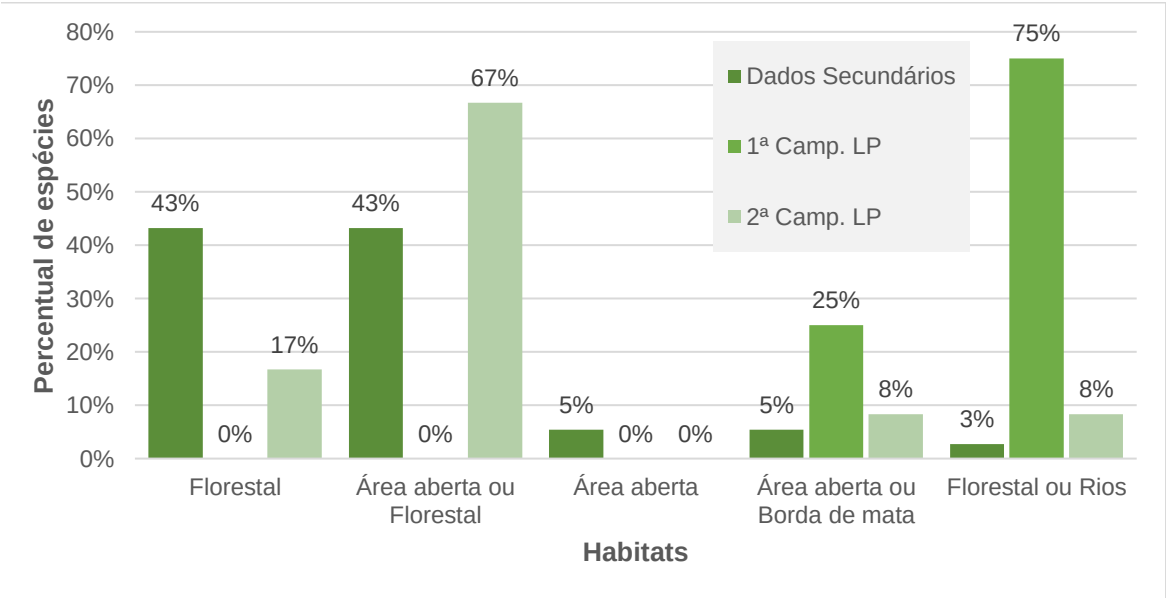


Figura 9.121: Habitats da mastofauna.

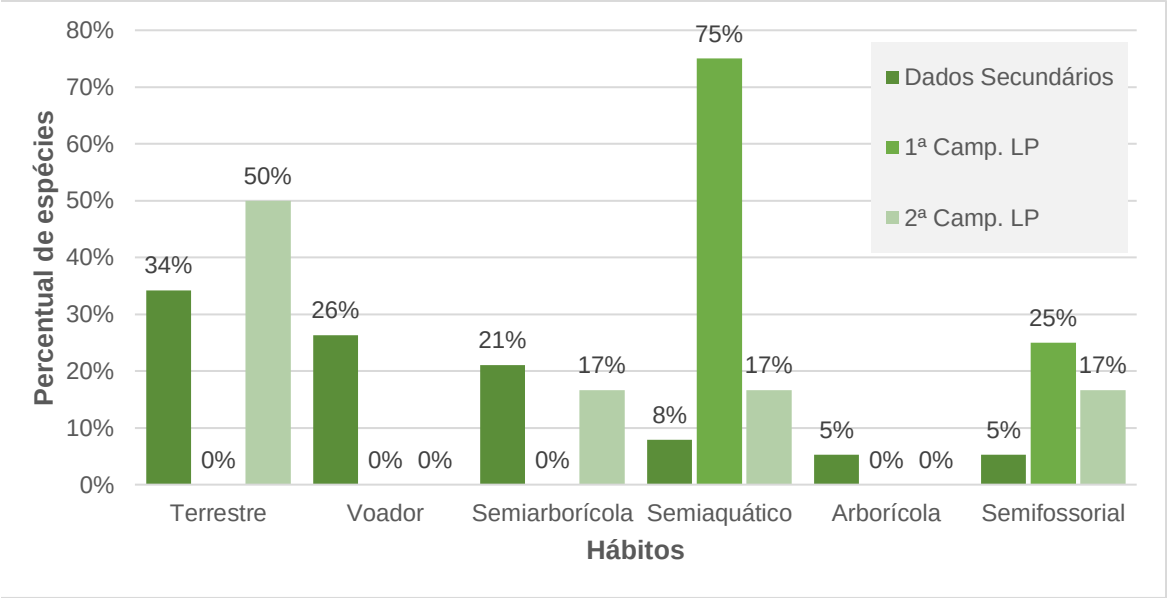


Figura 9.122: Hábitos da mastofauna.

9.1.2.4.2.3.7.4 Estratégias Ecológicas

Sem exceções, mamíferos, pela sua história natural e evolutiva são K-estrategistas, com estreito cuidado parental, podendo durar desde o nascimento até a fase adulta da prole.

9.1.2.4.2.3.7.5 Capacidade de Deslocamento

De modo geral, todas as espécies registradas apresentam grande capacidades de deslocamento, com exceção de *Philander quica* (Cuíca-de-quatro-olhos) que apresenta hábito semiarborícolas, movimentando-se através da vegetação.

Quando considerado o habitat, podemos citar o *Cabassous tatouay* (Tatu-de-rabo-mole) e *Eira barbara* (Irara) que dependem de ambientes florestados, portanto, podem ter mobilidade reduzida quando expostos a fragmentação ou grandes áreas abertas.

9.1.2.4.2.3.7.6 Status de Ameaça

As espécies foram classificadas de acordo com seu status de ameaça nas listas oficiais a nível global (IUCN, 2023), federal (MMA, 148/22 e ICMBio, 2018) e estadual (Decreto N°11797/2018). De acordo com estas três listas, apenas *Lontra longicaudis* é categorizado em uma categoria de quase ameaça, como “quase ameaçada” (LC), a nível global pela IUCN e a nível estadual (PR). Além desta, *Cabassous tatouay* encontra-se como “dados insuficientes” (DD) no estado do Paraná.

Também, é apresentado na Tabela 9.37 a presença das espécies nos anexos do CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*).

Tabela 9.37: Mastofauna presente no CITES.

Espécie	Nome Popular	CITES
Cerdocyon thous	Graxaim	Anexo II
Eira barbara	Irara	Anexo III
Lontra longicaudis	Lontra	Anexo I
Cabassous tatouay	Tatu-de-rabo-mole	Anexo III

9.1.2.4.2.3.7.7 Endemismo

Durante as duas campanhas amostrais não foram registradas espécies consideradas endêmicas do Brasil ou da Mata Atlântica na CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.3.7.8 Raridade

Não foram registradas espécies de mamíferos raros no levantamento de dados primários nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.3.7.9 Bioindicação

Segundo Kinouchi (2014) todas as espécies de mamíferos são bioindicadores, ou seja, indicam algum grau de qualidade do ambiente, seja ele ruim ou bom. Seguindo critérios de avaliação (ICMBIO, 2013) como endemismo, especificidade de habitats, dieta e sensibilidade a pressão antrópica, espécies de grandes mamíferos, como antas, veados e felinos, são considerados “bons indicadores de qualidade ambiental”. Pois são espécies que apresentam maior exigência em relação ao status de conservação de determinados ambientes para sua subsistência.

Neste contexto temos a presença de *Lontra longicaudis* (Lontra) como bioindicador de boa qualidade ambiental, principalmente devido a sua especialização alimentar, a sua classificação de ameaça no estado do Paraná, e por apresentar comportamento aquático e florestal, ocupando tanto os cursos d’água locais como as áreas de vegetação das APPs.

9.1.2.4.2.3.7.10 Interesse para Saúde Pública

Na área de estudo não foi registrado nenhuma espécie de interesse para a saúde pública (espécie sentinela).

9.1.2.4.2.3.7.11 Migração

Como mencionado no item 9.1.2.4.2.3.7.5, a migração para este grupo é algo que provavelmente ocorre com facilidade, principalmente entre fragmentos, mas com menor frequência para espécies de hábitos florestados ou arborícolas.

9.1.2.4.2.3.7.12 Presença de Espécies Exóticas

Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

9.1.2.4.2.3.7.13 Sítios Relevantes para a Mastofauna

Pelas características das espécies registradas e pela quantidade dos registros, foi demarcada uma área de 30 metros ao redor dos principais cursos d'água na AID do empreendimento, conectando aos fragmentos florestais mais densos e preservados para definir as áreas estratégicas para a mastofauna (Figura 9.123).

A escolha por áreas florestais e APP como prioridade foi baseado no exposto anteriormente, pelas características das espécies com menor capacidade de locomoção/migração, e ameaças. Além disso, são nestas áreas que as espécies encontram um ambiente menos antropizado e com melhor qualidade para que se possam reproduzir, nidificar, forragear, enfim, manter condições para o desenvolvimento.

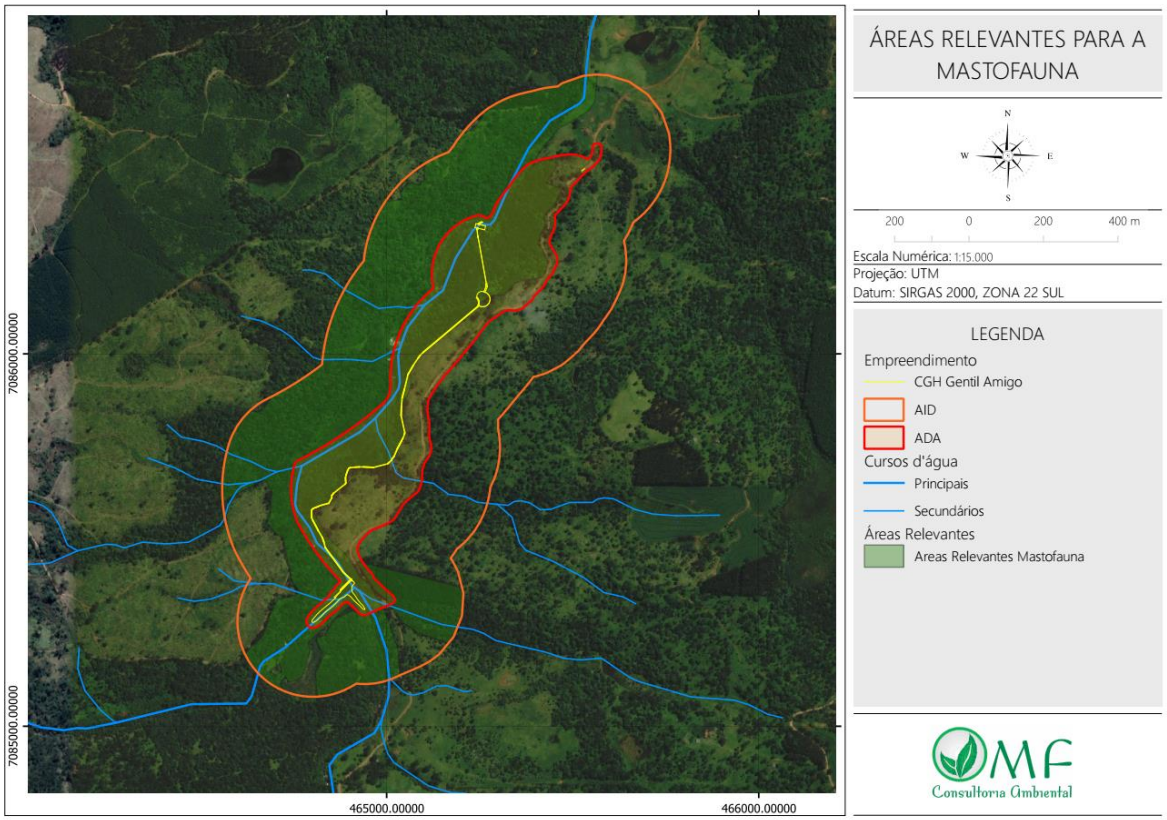


Figura 9.123: Áreas relevantes para a mastofauna.

9.1.2.4.2.3.8 Registros Fotográficos da Mastofauna



Figura 9.124: *Cerdocyon thous* registrado por armadilha fotográfica e vestígio.



Figura 9.125: *Eira barbara* registrada através de vestígios.



Figura 9.126: *Lontra longicaudis* registrada através de vestígios (espécie "quase ameaçada ").



Figura 9.127: *Myotis* sp. registrado em rede de neblina.



Figura 9.128: *Cabassous tatouay* registrado através de vestígio.



Figura 9.129: *Euphractus sexcinctus* registrado através de vestígio.



Figura 9.130: *Hydrochoerus hydrochaeris* registrado através de vestígio.





Figura 9.131: *Philander quica* registrado através de armadilha Tomahawk

9.1.2.4.2.4 Entomofauna

Na área de influência direta (AID) da CGH Gentil Amigo foram registradas 49 ocorrências de himenópteros nas duas campanhas de amostragem, sendo 13 na amostra realizada em agosto de 2022 (inverno), 36 na amostra realizada no mês de fevereiro (verão) de 2023.

Na FAU01 foram registradas 13 ocorrências, na FAU02 14 e na FAU03 22. Foram identificados 24 táxons, sendo 11 espécies de formigas e 13 espécies de vespas. Dentre as formigas, *Linepithema gallardoi* (BRÈTHES, 1914), *Pheidole dyctiota* Kempf, 1972, *Pheidole risii* Forel, 1892 e *Solenopsis stricta* Emery, 1896 se destacaram quanto à abundância. *Diolcogaster* sp., *Polybia* sp. 1 e *Protopolybia* sp. entre a fauna de vespas. A maior riqueza foi obtida na FAU03 (S = 15), seguida pela FAU01 (S = 10) e a FAU02 (S = 9) (Tabela 9.38). A maior riqueza foi amostrada na amostra 2 (S = 18), seguida pela amostra 21 (S = 11) (Tabela 9.39).

Tabela 9.38: Riqueza e abundância de formigas, vespas e abelhas amostradas.

Táxon	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Total
Formigas				
Subfamília Dolichoderinae				
Linepithema gallardoi (Brèthes, 1914)	0	3	1	4
Subfamília Formicinae				
Brachymyrmex coactus Mayr, 1887	0	1	0	1
Camponotus cameranoi Emery, 1894	0	0	1	1
Camponotus lespesii Forel, 1886	1	0	0	1
Nylanderia fulva (Mayr, 1862)	0	0	1	1
Subfamília Myrmicinae				
Crematogaster sp.1	1	0	0	1
Pheidole aberrans Mayr, 1868	1	0	0	1
Pheidole dyctiota Kempf, 1972	3	0	1	4
Pheidole risii Forel, 1892	0	2	1	3
Octostruma sp.	0	1	0	1
Solenopsis stricta Emery, 1896	2	0	1	3
Vespas				
Agelaia sp.	0	0	1	1
Apanteles sp.	0	1	1	2
Campoctonus sp.	0	0	2	2
Cotesia sp.1	1	0	0	1
Cotesia sp.2	0	1	1	2
Casinaria sp.	0	0	2	2
Casinaria sp.	0	0	2	2
Diolcogaster sp.	1	0	3	4
Iconella sp.	0	1	1	2
Polistes sp.	1	0	0	1
Polybia sp.1	0	2	3	5
Protopolybia sp.	1	2	0	3
Notiospathius sp.1	1	0	0	1
Riqueza de formigas	**5**	**4**	**6**	**11**

Táxon	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Total
Riqueza de vespas	**5**	**5**	**9**	**13**

Tabela 9.39: Riqueza e abundância de formigas, vespas e abelhas amostradas.

Táxon	Amostra 1	Amostra 2	Pantrap	Malaise
Formigas				
Subfamília Dolichoderinae				
Linepithema gallardoi (Brèthes, 1914)	0	4	4	0
Subfamília Formicinae	0	0	0	0
Brachymyrmex coactus Mayr, 1887	0	1	1	0
Camponotus cameranoi Emery, 1894	1	0	0	1
Camponotus lespesii Forel, 1886	1	0	0	1
Nylanderia fulva (Mayr, 1862)	0	1	1	0
Subfamília Myrmicinae	0	0	0	0
Crematogaster sp. 1	1	0	1	0
Pheidole aberrans Mayr, 1868	1	0	1	0
Pheidole dyctiota Kempf, 1972	0	4	4	0
Pheidole risii Forel, 1892	0	3	3	0
Octostruma sp.	0	1	1	0
Solenopsis stricta Emery, 1896	2	1	3	0
Vespas	0	0	0	0
Agelaia sp.	0	1	0	1
Apanteles sp.	0	2	0	2
Campoctonus sp.	0	2	0	2
Cotesia sp. 1	1	0	1	0
Cotesia sp. 2	2	0	2	0
Casinaria sp.	1	1	1	1
Casinaria sp.	1	1	1	1
Diolcogaster sp.	0	4	1	3
Iconella sp.	1	1	0	2
Polistes sp.	0	1	0	1
Polybia sp. 1	0	5	0	5
Protopolybia sp.	1	2	1	2
Notiospathius sp. 1	0	1	0	1

Quanto à constância nas amostras, todas as espécies foram classificadas como acidentais. Quanto à dominância, *Linepithema gallardoi* (Brèthes, 1914), *Pheidole dyctiota* Kempf, 1972, *Pheidole risii* Forel, 1892, *Solenopsis stricta* Emery, 1896, *Diolcogaster* sp., *Polybia* sp. 1 e *Protopolybia* sp. foram classificadas como dominantes. Todas as espécies tiveram ocorrências acidentais (Tabela 9.40).

Tabela 9.40: Frequência, constância e dominância da fauna de formigas, vespas e abelhas amostradas.

Táxon	Frequência	Constância	Dominância
Formigas			
Subfamília Dolichoderinae			
Linepithema gallardoi (Brèthes, 1914)	19,0	Acidentral	Dominante
Subfamília Formicinae			
Brachymyrmex coactus Mayr, 1887	4,8	Acidentral	Não dominante
Camponotus cameranoi Emery, 1894	4,8	Acidentral	Não dominante
Camponotus lespesii Forel, 1886	4,8	Acidentral	Não dominante
Nylanderia fulva (Mayr, 1862)	4,8	Acidentral	Não dominante
Subfamília Myrmicinae			
Crematogaster sp. 1	4,8	Acidentral	Não dominante
Pheidole aberrans Mayr, 1868	4,8	Acidentral	Não dominante
Pheidole dyctiota Kempf, 1972	19,0	Acidentral	Dominante
Pheidole risii Forel, 1892	14,3	Acidentral	Dominante
Octostruma sp.	4,8	Acidentral	Não dominante
Solenopsis stricta Emery, 1896	14,3	Acidentral	Dominante
Vespas			
Agelaia sp.	3,6	Acidentral	Não dominante
Apanteles sp.	7,1	Acidentral	Não dominante
Campoctonus sp.	7,1	Acidentral	Não dominante
Cotesia sp. 1	3,6	Acidentral	Não dominante
Cotesia sp. 2	7,1	Acidentral	Não dominante
Casinaria sp.	7,1	Acidentral	Não dominante
Casinaria sp.	7,1	Acidentral	Não dominante
Diolcogaster sp.	14,3	Acidentral	Dominante
Iconella sp.	7,1	Acidentral	Não dominante
Polistes sp.	3,6	Acidentral	Não dominante
Polybia sp. 1	17,9	Acidentral	Dominante
Protopolybia sp.	10,7	Acidentral	Dominante
Notiospathius sp. 1	3,6	Acidentral	Não dominante

9.1.2.4.2.4.1 Formigas

A riqueza da subfamília Mymicinae predomina nas amostras da mirmecofauna do sul do Brasil (ULYSSÉA *et al*., 2011; FLECK, CANTARELLI e GRANZOTTO, 2015; LUTINSKI *et al*., 2017; RIZZOTTO *et al*., 2019). Formigas Myrmecíneas exercem uma variedade de funções ecossistêmicas, ocupam diferentes nichos, colonizam diferentes estratos desde o subsolo, serrapilheira até o topo do dossel e algumas espécies estabelecem relações com fungos, plantas e até mesmo outras formigas (FERNÁNDEZ, 2003; BACCARO *et al*., 2015). Enquanto formigas *Atta* (cortadeiras) se alimentam de fungos cultivados sobre folhas frescas, *Pheidole* se caracterizam como generalistas (BACCARO *et al*., 2015).

A subfamília Myrmecinae é diversificada e abundante nos Biomas brasileiros como a Mata Atlântica e Cerrado, tanto em número de gêneros quanto de espécies. Algumas

características são marcantes para o sucesso dessas formigas, entre elas destacam-se a diversidade de hábitos alimentares e de nidificação (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). A predominância de Myrmicinae pode ser explicada pelo fato de ser um grupo adaptado às alterações nas diferentes condições do ambiente podendo ocupar diversos nichos (FOWLER *et al*., 1991).

O gênero *Pheidole* foi o mais rico no inventário. São descritas como formigas epígeas, onívoras e dominantes (SILVESTRE *et al*., 2003). A diversidade de espécies deste gênero descrito para o Brasil (BACCARO *et al*., 2015) faz com que seja comum o registro de dezenas de espécies em estudos localizados. A ampla distribuição geográfica e a grande habilidade de dispersão fazem com que algumas espécies se tornem localmente abundantes. Silvestre *et al*. (2003) associam a estes gêneros a nidificação no solo, formação de grandes colônias, indivíduos pequenos, monomórficos ou dimórficos com comportamento generalista e agressivo. São frequentemente encontradas em ambientes antropizados (LUTINSKI e GARCIA, 2005). Estes fatores contribuem para o sucesso das formigas deste gênero colonizarem diferentes ambientes na AID.

Formigas dos gêneros *Pheidole* são conhecidas como dominantes onívoras de solo. A ampla distribuição geográfica e a habilidade de dispersão fazem com que algumas dessas espécies se tornem localmente abundantes. Esta condição de impacto ambiental se observa na prática já que a AID é formada por um mosaico de ambientes ocupados pela agricultura, restando apenas pequenos remanescentes de fragmentos florestais capazes de abrigar uma entomofauna mais diversificada.

A subfamília Formicinae é a segunda mais rica, dentre Formicidae, na região Neotropical (MARTINS *et al*., 2020). Essa subfamília possui gêneros abundantes, são de fácil amostragem, a maioria possui hábitos arborícolas, enquanto outras habitam o solo ou a serapilheira (BACCARO *et al*., 2015). O gênero *Camponotus* é constantemente registrado em amostras na Mata Atlântica austral (CANTARELLI *et al*., 2015; LUTINSKI *et al*., 2017). Formigas *Camponotus* são formigas generalistas, embora possam estabelecer relações estreitas com outros insetos, como os afídeos que ocorrem em todos os biomas terrestres da região Neotropical, ocupam diferentes nichos em ambientes conservados (SILVESTRE *et al*., 2003) inclusive ambientes antropizados como áreas urbanas (VEIGA *et al*., 2015; LUTINSKI *et al*., 2017).

O gênero *Camponotus* foi o segundo mais rico no inventário. Aproximadamente 400 espécies deste gênero são descritas para a região neotropical, dentre as quais se observa acentuado polimorfismo e a onivoria é muito frequente. Podem ser observadas forrageando desde o solo até a copa das árvores. A defesa química e o mutualismo são comumente observados nas relações com outros organismos (SILVESTRE *et al*., 2003). Formigas deste gênero são comuns estudos na região sul do Brasil (ULYSSÉA *et al*., 2011) e frequentes em ambientes antropizados (LUTINSKI *et al*., 2013). *Camponotus crassus* e *C. rufipes* são amplamente distribuídas em Santa Catarina (ULYSSÉA *et al*., 2011) e comuns em ambientes antropizados.

Dolichoderinae é registrada de forma constante nas amostras realizadas no Bioma Mata Atlântica. De maneira geral, costumam apresentar relações com algumas plantas, das quais extraem líquidos açucarados dos nectários florais para sua alimentação (RODRIGUES *et al*., 2008). O gênero *Linepithema* engloba formigas generalistas que suportam a fragmentação e ambientes antropizados (LUTINSKI *et al*., 2017). O caráter

onívoro verificado neste grupo as torna de fácil amostragem. Suas interações agressivas com outras espécies as tornam importantes agentes causadores de danos tanto à fauna quanto à flora local.

9.1.2.4.2.4.2 Vespas

As vespas Braconidae consistem na segunda maior família dentro dos himenópteros com pelo menos 40.000 espécies descritas (SHARKEY, 1993). Além da riqueza, são comuns e abundantes em todos os ecossistemas terrestres desempenham papel importante no equilíbrio destes ecossistemas devido à sua habilidade de regular populações de insetos fitófagos. Isto os faz essenciais na manutenção do balanço ecológico e uma força colaboradora para a diversidade de outros organismos (LA SALLE e GAULD, 1993).

Ichneumonidae é a maior família dos Hymenoptera, com mais de 35.000 espécies conhecida apenas na região neotropical (GAULD *et al*., 2002). Essa família inclui grande número de táxons, muitos monofiléticos (WAHL, 1993), quase todos ricos em gêneros e espécies com diversas interações ecológicas, podendo apresentar padrões de diversidade biológica que contribuem para a manutenção e evolução dos diversos ecossistemas terrestres. Vespas do gênero *Polistes* são descritas no Brasil como agentes de controle de pragas em agroecossistemas, uma vez que a ação predatória sobre herbívoros invertebrados mantém a população no nível de controle (BUTIGNOL, 1992).

Os parasitoides são os mais importantes agentes de controle biológico e responsáveis pela maioria dos benefícios econômicos e ambientais produzidos pelos programas com essa finalidade, podendo fornecer subsídios para os estudos de biologia e conservação. Como agentes de controle biológico, eles reagem ao tamanho das populações de seus hospedeiros. Sua ação de mortalidade aumenta com o aumento da população dos hospedeiros e diminui com o decréscimo da mesma. As duas populações ligadas flutuam entre si de modo a impedir tanto o aumento em massa como a extinção da população de hospedeiros (GREATHEAD, 1986).

9.1.2.4.2.4.3 Abelhas

Não foram amostradas abelhas nas metodologias empregadas.

9.1.2.4.2.4.4 Estimativa de Diversidade

As amostras da entomofauna realizadas no verão foram consideravelmente mais ricas e diversas que as amostras realizadas no inverno. Os maiores índices de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade foram verificados para a FAU03 (Tabela 9.41) O índice de diversidade de Shannon (H') para a amostra realizada no inverno foi de 2,35 e para a amostra realizada no verão foi de 3,69, enquanto que a Equitabilidade J foi de 0,98 e 0,93 para as amostras 1 e 2, respectivamente. As amostras realizadas com armadilhas Pantrap resultaram em maior riqueza, abundância e diversidade (Tabela 9.42). O estimador Chao1 apontou que a fauna de Hymenoptera pode ser 32,7% maior do que a amostrada (Tabela 9.41).

Tabela 9.41: Indicadores ecológicos da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas.

Índices	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Total
Riqueza	10	9	15	24
Abundância	13	14	22	49
Shannon (H´)	2,21	2,11	2,60	3,02
Equitabilidade (J´)	0,96	0,96	0,96	0,95
Chao1	24,0	11,5	26,3	31,9

Tabela 9.42: Indicadores ecológicos da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas.

Índices	Amostra 1	Amostra 2	Pantrap	Malaise
Riqueza	11	18	15	13
Abundância	13	36	26	23
Shannon (H´)	2,35	2,69	2,53	2,40
Equitabilidade (J´)	0,98	0,93	0,93	0,94
Chao1	23,0	29,3	37,5	17,2

O valor do índice de diversidade indica que a comunidade de insetos presente na AID da CGH é pobre quanto comparada à entomofauna encontrada em áreas com características semelhantes encontradas na região (LUTINSKI *et al*., 2008). Segundo Pinto-Coelho (2000), o índice de equitabilidade varia entre zero e um, sendo o resultado maior que 0,5 é considerado um indicativo de uniformidade na distribuição das espécies no local avaliado. A distribuição das espécies de formigas nas quatro amostras foi homogênea (J'). A heterogeneidade nas amostras realizadas nas três estações amostradas revela-se uma informação ecológica importante (VARGAS *et al*., 2007), já que os insetos têm suas atividades reguladas pela temperatura. Neste sentido, explica-se a menor riqueza observada na amostra realizada no inverno, período de temperaturas mais baixas em relação a amostra realizada no verão.

9.1.2.4.2.4.5 Curva de Acumulação de Espécies

As curvas de acumulação de espécies associadas ao método de rarefação indicaram que o esforço amostral não amostrou completamente a entomofauna de himenópteros, nem nas amostras (Figura 9.132) e nem nos pontos de amostragem (Figura 9.133) e tampouco nos métodos (Figura 9.134), pois as curvas não alcançaram assíntota. A riqueza observada nas amostras foi diferente, significativamente menor na estação do inverno em relação ao verão. Quanto aos pontos, o Ponto 3 apresentou a maior riqueza. O padrão foi ratificado pelas estimativas (Chao 1) indicando que a riqueza de Hymenoptera pode ser maior do que aquela amostrada. Chao *et al*. (2009) estimam que o esforço amostral adicional necessário para coletar todas as espécies existentes em ambiente pode ser de até 10 vezes superior ao esforço original.

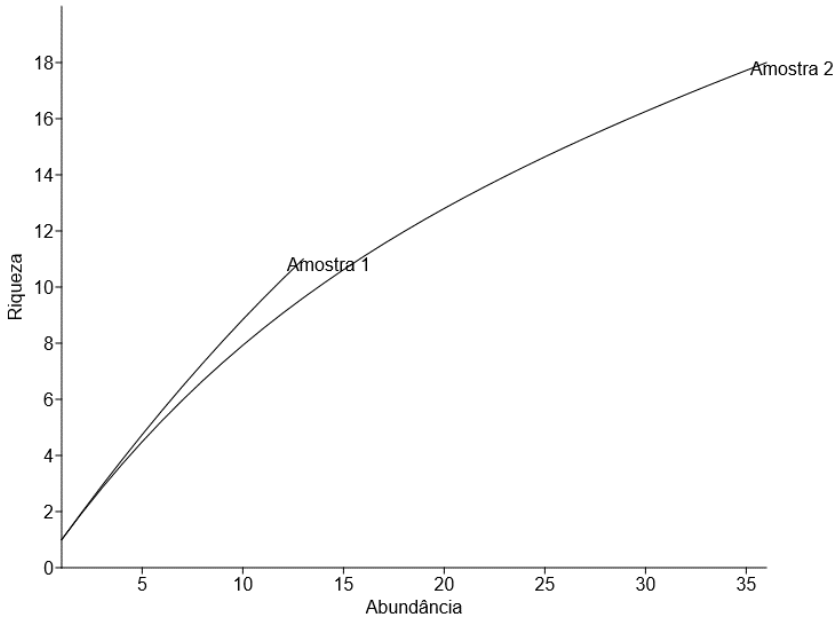


Figura 9.132: Comparativo pelo método de rarefação de duas amostras (inverno e verão) da assembleia de formigas, vespas e abelhas.

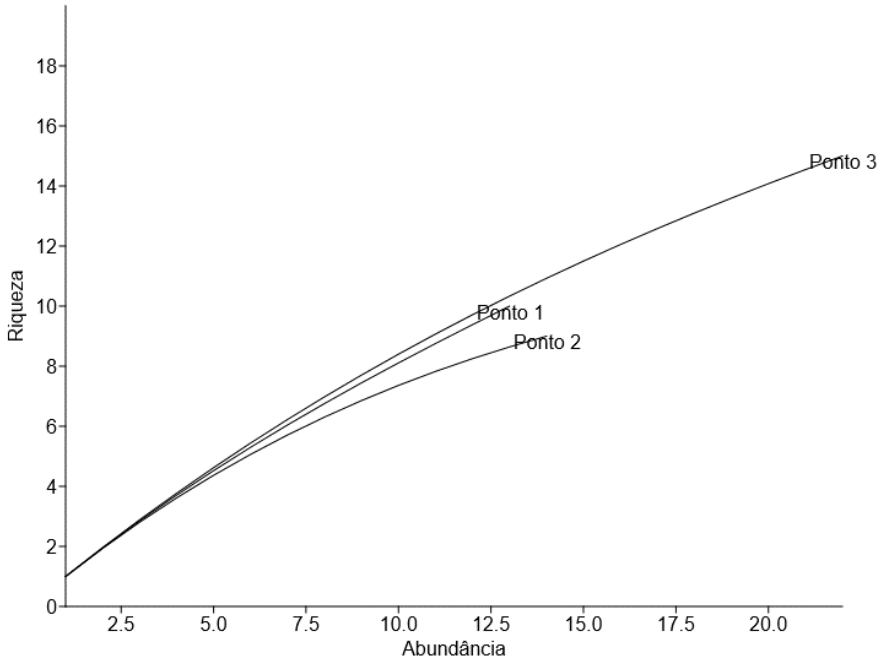


Figura 9.133: Comparativo pelo método de rarefação da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas em três.

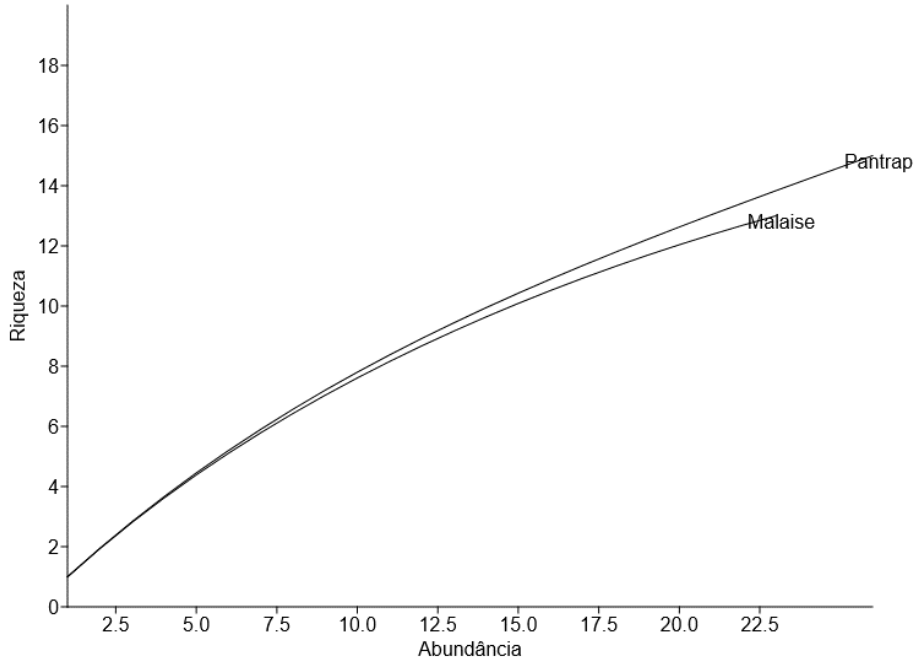


Figura 9.134: Comparativo pelo método de rarefação da assembleia de formigas, vespas e abelhas amostradas em três pontos.

9.1.2.4.2.4.6 Similaridade Entre Locais Amostrados

A sazonalidade exerceu influenca na composição e na abundância da fauna de Hymenoptera, sobre as amostras, independentemente dos pontos de amostragem. Com uma similaridade aproximada de 90%, as amostras obtidas com armadilhas Malaise foram similares às amostras obtidas com armadilhas pantrap (Figura 9.135).

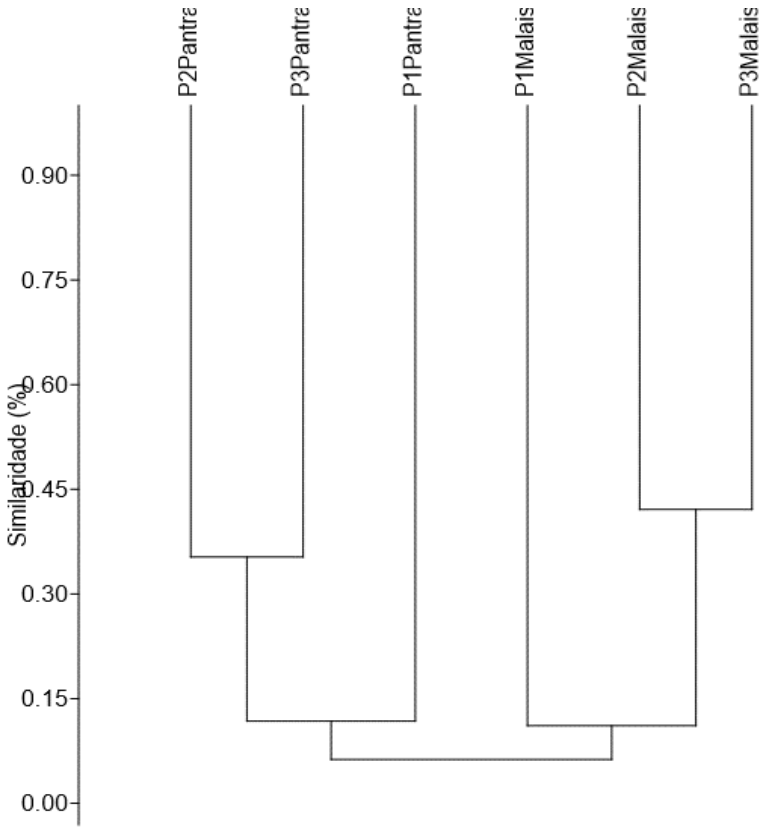


Figura 9.135: Similaridade (Bray-Curtis) da assembleia de formigas, vespas e abelhas.

9.1.2.4.2.4.7 Considerações

A riqueza amostrada nas campanhas sazonais se mostrou em acordo com o esperado, ou seja, a hipótese de regulação da atividade da entomofauna pelas temperaturas mais elevadas do verão (HÖLLDOBLER e WILSON 1990) se confirmou. Temperatura e umidade durante as campanhas de amostragem podem estar associadas ao resultado verificado. Períodos de baixas temperaturas como as que são comuns na região, no período das amostras (agosto e novembro) podem explicar as ocorrências de determinadas espécies nas amostras e a ausência de outras.

Considerando riqueza, a abundância e a diversidade de Hymenoptera amostrados e os indicativos de impacto antrópico existente na AID da CGH, verificados in loco, tais como o uso do solo do entorno para a agricultura e a fragmentação dos ambientes, pode-se afirmar que o impacto do empreendimento sobre a fauna de invertebrados será pequeno. A ocorrência de espécies exclusivas em cada amostra é um indicativo de que a flutuação populacional da fauna da entomofauna vem sendo impactada por fatores sazonais.

Em que pese pequenas variações espaciais na riqueza da entomofauna, a biodiversidade de insetos amostrados se resume a espécies comuns, amplamente distribuídas na região sul do Brasil e características de ambientes antropizados. Ainda que os fragmentos florestais amostrados tenham sido afetados pela formação do lago da CGH, o impacto sobre a entomofauna pode ser considerado pequeno.

9.1.2.4.2.4.8 Registros Fotográficos da Entomofauna



Figura 9.136: Amostragem por armadilhas Pantraps.



Figura 9.137: Amostragel por armadilhas Malaise.

9.1.2.4.2.5 Ictiofauna

Através da bibliografia consultada, 131 espécies possuem ocorrência na Bacia do Rio Iguaçu, e possivelmente podem ocorrer na CGH Gentil Amigo. Já através das duas campanhas de levantamento realizadas, foram registradas 11 espécies, representando 8,4% das espécies com possível ocorrência.

Na Tabela 9.43 são apresentadas descritivamente todas as espécies levantadas da bibliografia consultada e as registradas em campo.

Tabela 9.43: Lista de espécies da ictiofauna para a CGH Gentil Amigo.
Legenda: IUCN, BR e PR: LC = Menos preocupante; NT = Quase ameaçada; VU = Vulnerável; EN = Ameaçada; CR = Criticamente ameaçada; DD = Dados insuficientes. FREQUÊNCIA: R = Rara; O = Ocasional; F = Frequente; Mf = Muito frequente.
Dados Secundários: Cordova (2018).

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
ATHERINIFORMES										
Atherinopsidae										
Odontesthes bonariensis	Peixe-rei	Exótica	DD	-	-	X				
CHARACIFORMES										
Anostomidae										
Leporinus elongatus	Piapara	Exótica	LC	-	-	X				
Leporinus friderici	Piau-três-pintas	Exótica	LC	-	-	X				
Leporinus macrocephalus	Piavuçu	Exótica	LC	-	-	X				
Leporinus obtusidens	Piau	Exótica	LC	-	-	X				
Leporinus octofasciatus	Flamenguinho	Exótica	LC	-	-	X				
Characidae										
Astyanax lacustris	Lambari-relógio	Nativa	LC	-	-	X	1		O	Emalhe
Astyanax bifasciatus	Lambari-de-rabo-vermelho	Endêmica	LC	-	-	X		1	O	Emalhe
Astyanax dissimilis	Lambari	Endêmica	LC	-	-	X	9		O	Emalhe
Astyanax gymnodontus	Lambarizão	Endêmica	LC	-	-	X				
Astyanax gymnogenys	Lambarizão	Endêmica	-	-	VU	X				
Astyanax jordanensis	Lambari	Endêmica	-	-	-	X				
Astyanax longirhinus	Lambari	Endêmica	LC	-	-	X				
Astyanax minor	Lambari-de-rabo-amarelo	Endêmica	LC	-	-	X				
Astyanax serratus	Lambari	Endêmica	LC	-	-	X		1	O	
Astyanax sp. 1*	Lambari	Endêmica	-	-	-	X		4	O	Emalhe
Astyanax sp. 2*	Lambari	Endêmica	-	-	-	X				
Astyanax totae		Endêmica	LC	-	-	X				
Brycon hilarii	Piraputanga	Exótica	-	-	-	X				

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Bryconamericus ikaa	Lambarizinho	Endêmica	-	-	-	X				
Bryconamericus pyahu	Lambarizinho	Endêmica	-	-	-	X				
Bryconamericus sp.	Lambarizinho	Endêmica	-	-	-	X				
Cyanocharax alburnus	Lambarizinho	Nativa	-	-	-	X				
Gênero indeterminado sp.*		Endêmica	-	-	-	X				
Glandulocauda caerulea		Endêmica	EN	-	EN	X				
Hasemania maxillaris	Lambari	Endêmica	CR	CR	DD	X				
Hasemania melanura	Lambari	Endêmica	CR	CR	DD	X				
Hyphessobrycon bifasciatus	Lambari	Exótica	-	-	-	X				
Hyphessobrycon griemi	Lambari	Exótica	LC	-	-	X				
Hyphessobrycon reticulatus	Lambarizinho	Nativa	-	-	-	X				
Hyphessobrycon taurocephalus	Lambari	Endêmica	CR	CR	DD	X				
Mimagoniates microlepis	Lambari-azul	Nativa	LC	-	-	X				
Oligosarcus brevioris	Peixe-cachorro	Exótica	-	-	-	X				
Oligosarcus longirostris	Saicanga	Endêmica	LC	-	-	X				
Salminus brasiliensis	Dourado	Exótica	-	-	VU	X				
Crenuchidae										
Characidium fasciatum	Canivete	Nativa	-	-	-	X				
Characidium sp.1*	Charutinho	Endêmica	-	-	-	X				
Characidium sp.2*	Charutinho	Endêmica	-	-	-	X				
Curimatidae										
Cyphocharax santacatarinae	Sanguiri	Nativa	LC	-	-	X				
Steindachnerina brevipinna	Saguiru	Nativa	-	-	-	X				
Erythrinidae										
Hoplias aff. *malabaricus*	Traíra	Nativa	LC	-	-	X				
Hoplias sp. 1	Traíra	Nativa	-	-	-	X		1	O	Emalhe
Hoplias sp. 2	Traíra	Nativa	-	-	-	X		1	O	Emalhe

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Parodontidae										
Apareiodon vittatus	Canivete	Endêmica	LC	-	-	X				
Prochilodontidae										
Prochilodus lineatus	Curimba	Exótica	-	-	-	X				
Serrasalmidae										
Piaractus mesopotamicus	Pacu	Exótica	-	-	-	X				
CYPRINIFORMES										
Cyprinidae										
Ctenopharyngodon idella	Carpa-capim	Exótica	LC	-	-	X				
Cyprinus carpio	Carpa-comum	Exótica	VU	-	-	X				
Hypophthalmichthys molitrix	Carpa-prateada	Exótica	NT	-	-	X				
Hypophthalmichthys nobilis	Carpa-cabeçuda	Exótica	DD	-	-	X				
CYPRINODONTIFORMES										
Anablepidae										
Jenynsia diphyes	Canivete	Endêmica	EN	-	-	X				
Jenynsia eigenmanni	Canivete	Endêmica	LC	-	-	X				
Poeciliidae										
Cnesterodon carnegiei	Barrigudinho	Endêmica	VU	VU	VU	X				
Cnesterodon decemmaculatus	Barrigudinho	Exótica	-	-	-	X				
Cnesterodon omorgmatos	Barrigudinho	Endêmica	CR	CR	EN	X				
Phalloceros caudimaculatus	Barrigudinho	Exótica	-	-	-	X				
Phalloceros harpagos	Barrigudinho	Nativa	LC	-	-	X				
Rivulidae										
Austrolebias carvalhoi		Endêmica	CR	CR	CR	X				
GYMNOTIFORMES										
Apteronotidae										

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Apteronotus ellisi	Ituí-cavalo	Exótica	LC	-	-	X				
Apteronotus sp.	Ituí-cavalo	Exótica	-	-	-	X				
Gymnotidae										
Gymnotus carapo	Carapo	Exótica	LC	-	-	X				
Gymnotus inaequilabiatus	Morenita	Exótica	-	-	-	X				
Gymnotus sylvius	Morenita	Exótica	LC	-	-	X				
PERCIFORMES										
Centrarchidae										
Micropterus salmoides	Black-bass	Exótica	LC	-	-	X				
PERCIFORMES										
Cichlidae										
Australoheros angiru	Cará	Nativa	-	-	-	X				
Australoheros facetus	Acará-camaleão	Exótica	-	-	-	X				
Australoheros kaaygua	Cará	Endêmica	-	-	-	X				
Cichla kelberi	Tucunaré	Exótica	LC	-	-	X				
Cichlasoma paranaense	Cará	Exótica	LC	-	-	X				
Cichlaurus facetus	Acará	Exótica	-	-	-	X				
Crenicichla iguassuensis	Joaninha	Endêmica	-	-	-	X				
Crenicichla tesay	Joaninha	Endêmica	-	-	-	X				
Crenicichla yaha	Joaninha	Nativa	-	-	-	X				
Geophagus brasiliensis	Cará	Nativa	LC	-	-	X				
Sarotherodon niloticus	Tilápia	Exótica	LC	-	-	X				
Tilapia rendalli	Tilápia	Exótica	LC	-	-	X				
SILURIFORMES										
Auchenipteridae										
Glanidium riberoi	Bocudo	Endêmica	-	-	-	X				

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Tatia jaracatia	Bagre-sapo	Endêmica	LC	-	-	X				
Callichthyidae										
Callichthys callichthys	Tamboatá	Exótica	-	-	-	X				
Corydoras carlae	Limpa-vidro	Endêmica	LC	-	-	X				
Corydoras ehrhardti	Limpa-vidro	Nativa	LC	-	-	X				
Corydoras paleatus	Limpa-fundo	Endêmica	-	-	-	X				
Hoplosternum littorale	Tamboatá	Exótica	-	-	-	X				
Clariidae										
Clarias gariepinus	Bagre-africano	Exótica	LC	-	-	X				
Heptapteridae										
"Pariolius" hollandi	Bagre-pedra	Endêmica	-	-	-	X				
"Pariolius" sp.	Bagre-pedra	Endêmica	-	-	-	X				
Heptapterus sp.	Bagre-da-pedra	Endêmica	-	-	-	X				
Heptapterus stewarti	Cobrissa	Endêmica	LC	-	-	X				
Imparfinis hollandi	Bagre-anguila	Endêmica	-	-	-	X				
Pimelodella gracilis	Chorão	Exótica	LC	-	-	X				
Rhamdia branneri	Jundiá	Endêmica	LC	-	-	X	1	2	Mf	Emalhe
Rhamdia quelen	Jundiá	Nativa	LC	-	-	X				
Rhamdia sp.	Jundiá	Endêmica	-	-	-	X				
Rhamdia voulezi	Jundiá	Endêmica	LC	-	-	X				
Rhamdiopsis moreirai	Mandizinho	Endêmica	LC	-	VU	X				
Ictaluridae										
Ictalurus punctatus	Bagre-de-canal	Exótica	LC	-	-	X				
Loricariidae										
Ancistrus abilhoai	Cascudo roseta	Endêmica	LC	-	-	X				
Ancistrus agostinhoi	Cascudo-roseta	Endêmica	LC	-	-	X				
Ancistrus mullerae	Cascudo-roseta	Endêmica	LC	-	-	X				

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Ancistrus sp.	Cascudo-roseta	Endêmica	-	-	-	X				
Hemipsilichthys sp.		Nativa	-	-	-	X				
Hisonotus sp.	Cascudinho	Endêmica	-	-	-	X				
Hisonotus yasi	Cascudinho	Endêmica	LC	-	-	X				
Hypostomus albopunctatus	Cascudo	Nativa	-	-	-	X				
Hypostomus commersoni	Cascudo-avião	Nativa	-	-	-	X				
Hypostomus derbyi	Cascudo-amarelo	Nativa	-	-	-	X		7	O	Emalhe
Hypostomus myersi	Cascudo	Nativa	LC	-	-	X				
Loricariichthys melanocheilus	Cascudo-chinelo	Nativa	-	-	-	X				
Loricariichthys rostratus	Cascudo-chinelo	Nativa	-	-	-	X				
Neoplecostomus sp.	Cascudinho	Endêmica	-	-	-	X				
Pareiorhaphis parmula		Endêmica	LC	-	-	X	2	2	Mf	Emalhe
Rineloricaria maacki		Endêmica	LC	-	-	X				
Rineloricaria pentamaculata		Exótica	LC	-	-	X				
Pimelodidae										
Pimelodus britskii	Mandi-pintado	Endêmica	-	-	-	X				
Pimelodus ortmanni	Pintadinho	Endêmica	-	-	-	X				
Pseudoplatystoma corruscans	Pintado	Exótica	-	VU	-	X				
Pseudoplatystoma reticulatum	Cachara	Exótica	-	-	-	X				
Steidachneridion melanodermatum	Surubim-do-Iguaçu	Endêmica	-	EN		X				
Trichomycteridae										
Trichomycterus castroi	Candiru	Endêmica	LC	-	-	X				
Trichomycterus crassicaudatus	Candiru	Endêmica	EN	-	-	X				
Trichomycterus davisi	Candiru	Nativa	-	-	-	X				
Trichomycterus igobi	Candiru	Endêmica	EN	-	-	X				
Trichomycterus mboycy	Candiru	Endêmica	EN	-	-	X				
Trichomycterus naipi	Candiru	Endêmica	LC	-	-	X				

Táxon	Nome Popular	Origem	IUCN	BR	PR	Dados Secundários	1ª Camp.	2ª Camp.	Frequência	Metodologia
Trichomycterus papilliferus	Candiru	Endêmica	EN	-	-	X				
Trichomycterus plumbeus	Candiru	Endêmica	LC	-	-	X				
Trichomycterus sp. 1	Candiru	Nativa	-	-	-	X				
Trichomycterus sp. 2	Candiru	Nativa	-	-	-	X				
Trichomycterus stawiarski	Candiru	Endêmica	LC	-	-	X	1		O	Puçá
Trichomycterus taroba	Candiru	Endêmica	LC	-	-	X				
SYNBRANCHIFORMES										
Synbranchidae										
Synbranchus marmoratus	Mussum	Exótica	LC	-	-	X				
	Total de Registros:					**131**	**5**	**8**		
							131			

9.1.2.4.2.5.1 Estimativa de Riqueza

Foram calculados quatro estimadores de riqueza para a ictiofauna através da extrapolação da riqueza amostrada. O melhor estimador foi o Bootstrap, um estimador de riqueza não paramétrico, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 9.44: Estimadores de riqueza calculados para a ictiofauna.

Riqueza	Chao1	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap
11	21,1 ± 10,3	15,5 ± 4,5	15,5	13,3 ± 2,5

Considerando a curva do coletor, produzido com rarefação dos dados utilizando o estimador de riqueza Bootstrap. De forma sucinta, 11 foi a riqueza de espécies acumulada em duas campanhas amostrais, onde se estima que ocorram de 10,8 a 15,8 espécies segundo o estimador de riqueza Bootstrap (Figura 9.138).

Resultado este satisfatório através do estimador de riqueza, principalmente pelo registro de espécies na campanha durante o verão, entretanto, sabe-se que é muito provável que ainda ocorram espécies não amostradas em campo e que o registro destas depende de condições ambientais específicas que não são sensíveis aos estimadores de riqueza, como chuvas ou estiagens, por exemplo.

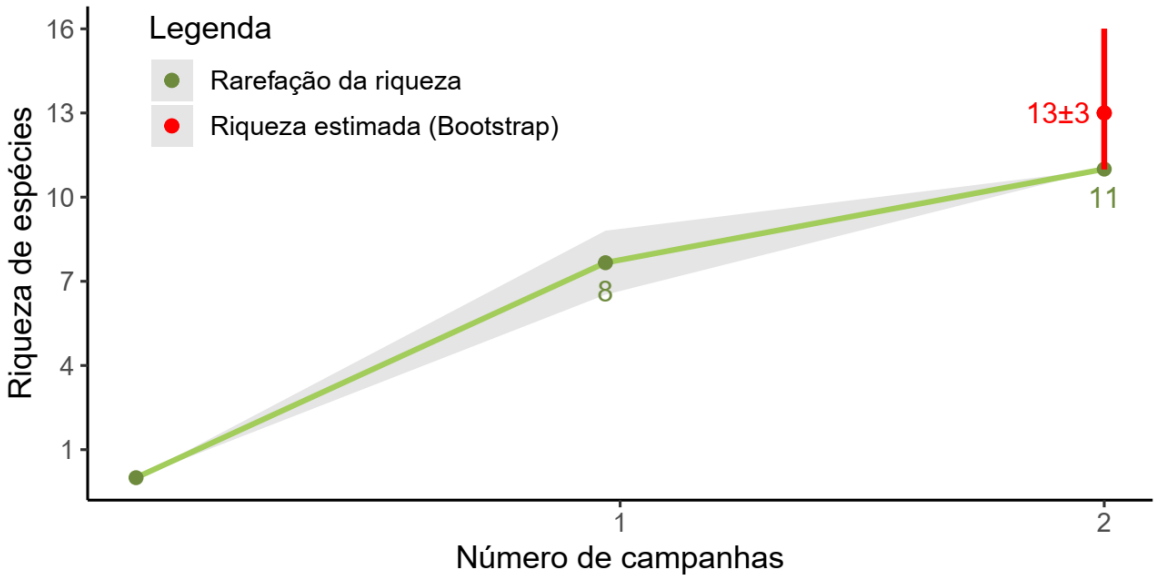


Figura 9.138: Riqueza estimada da ictiofauna por rarefação dos dados para as duas campanhas realizadas.

Também foi construído uma curva do coletor com extrapolação e interpolação da riqueza registrada para os cinco pontos de amostragem da ictiofauna. Este gráfico possibilita observar o incremento na riqueza com o aumento de esforços amostrais, ao mesmo tempo que se observa quando ocorre uma estabilidade na extrapolação dos dados, indicando certa suficiência amostral a partir de certa abundância amostrada (Figura 9.139).

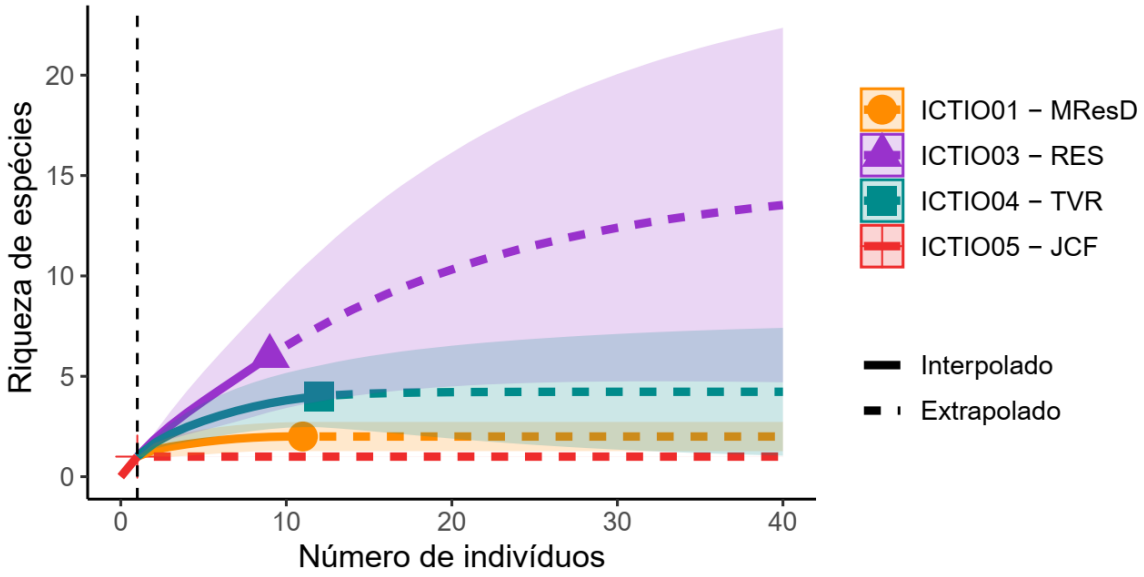


Figura 9.139: Riqueza estimada da ictiofauna por extrapolação e interpolação da riqueza registrada por área amostral.

Ressalta-se que através das metodologias empregadas, estas não resultaram na captura de nenhum indivíduo no ponto ICTIO02 – montante do reservatório (Rio São Manuel). Dentre as amostragens que resultaram em capturas, três pontos apresentam-se similares em número de indivíduos, e o ponto ICTIO05 – jusante da casa de força, é representado por apenas um indivíduo.

Verifica-se que houve estabilidade na riqueza nos pontos ICTIO01 – montante do reservatório (Rio São João) e ICTIO04 – trecho de vazão reduzida com a abundância amostrada, enquanto que o ponto ICTIO03 – reservatório apresentou crescente riqueza com o aumento do esforço, indicando que principalmente no reservatório pode haver mais espécies a serem registradas.

9.1.2.4.2.5.2 Estimativa de Diversidade

9.1.2.4.2.5.2.1 Série de Hills

Através da Série de Hills apresentam-se medidas de diversidade que possibilitam interpretações variadas. No valor de q quando ele é “0” obtemos a riqueza registrada, quando ele é “1” obtemos a diversidade de Shannon, e quando ele é “2” obtemos a diversidade de Simpson, entre outras interpretações. Na Tabela 9.45 apresentam-se os valores dos índices de Shannon e de Simpson e na Figura 9.140 é apresentada a série de Hills para a ictiofauna.

Tabela 9.45: Principais indicadores de diversidade da ictiofauna através da série de Hills.

Pontos	Riqueza ($q = 0$)	Shannon ($q = 1$)	Simpson ($q = 2$)
ICTIO01	2	1,61	1,42
ICTIO03	6	4,86	3,86
ICTIO04	4	3,06	2,48

Pontos	Riqueza ($q = 0$)	Shannon ($q = 1$)	Simpson ($q = 2$)
ICTIO05	1	1	1

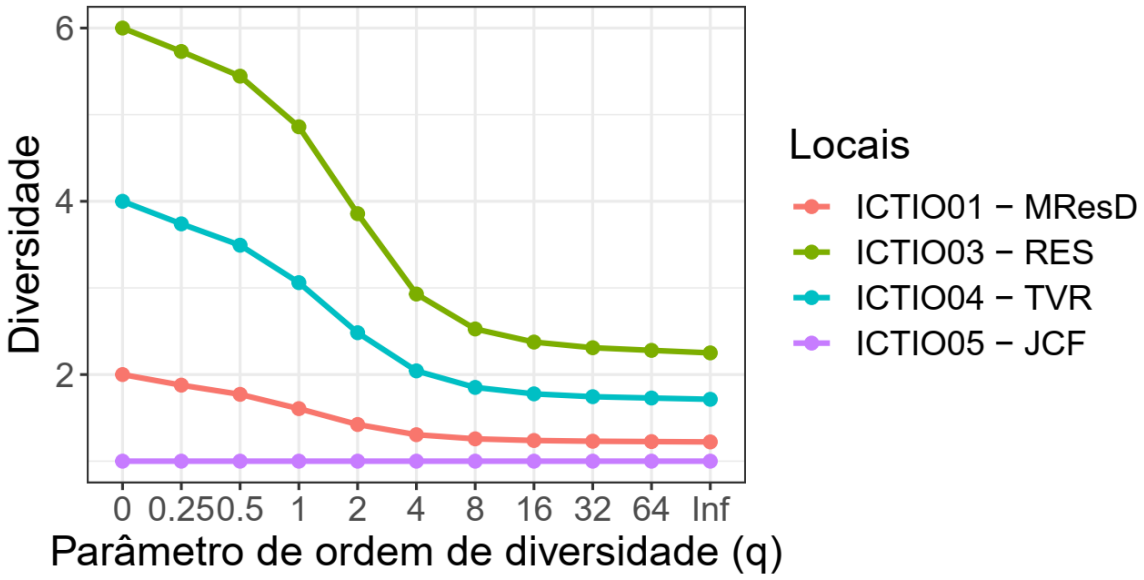


Figura 9.140: Série de Hills para a ictiofauna.

Observa-se que através das estimativas de diversidade, o ICTIO03 apresentou-se superior aos demais, em que o ICTIO05 apresentou apenas valores de diversidade = 1, por haver sido amostrado apenas um indivíduo. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, demonstrando que o ICTIO03 apresentou a maior diversidade de espécies raras.

Além disso, nota-se que o ICTIO03 também apresenta maior quantidade de espécies dominantes, em que a espécie *Astyanax* sp.1 apresentou abundância de quatro indivíduos, enquanto que as demais cinco espécies foram amostradas por apenas um indivíduo.

9.1.2.4.2.5.2.2 Diversidade de Shannon

Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas. Desta forma, o ICTIO03 foi o mais diverso com 4,86 de índice, seguida de ICTIO04 com 3,06 e ICTIO01 com 1,61.

9.1.2.4.2.5.2.3 Diversidade de Simpson

O índice recíproco de Simpson começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

E, seguindo a diversidade de Shannon, a diversidade de Simpson calculada resultou em maiores diversidades para o ICTIO03, ICTIO04 e ICTIO01, nesta ordem, com índices de 3,86, 2,48 e 1,42 respectivamente.

9.1.2.4.2.5.3 Estimativa de Frequência

Uma vez que foram realizadas apenas duas campanhas, as espécies registradas em campo apresentaram 50 ou 100% de frequência de ocorrência e, portanto, sendo categorizadas como frequentes (F) ou muito frequentes (Mf), como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 9.46: Frequências de ocorrência e relativas para cada espécie da ictiofauna.

Ordem	Família	Táxon	FO%	Frequência de Ocorrência	FR%	Frequência Relativa
Characiformes	Characidae	*Astyanax lacustris*	50	O	3,03	R
Characiformes	Characidae	*Astyanax bifasciatus*	50	O	3,03	R
Characiformes	Characidae	*Astyanax dissimilis*	50	O	27,27	F
Characiformes	Characidae	*Astyanax serratus*	50	O	3,03	R
Characiformes	Characidae	*Astyanax* sp.1	50	O	12,12	O
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias* sp.1	50	O	3,03	R
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias* sp.2	50	O	3,03	R
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia branneri*	100	Mf	9,09	R
Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus derbyi*	50	O	21,21	O
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhaphis parmula*	100	Mf	12,12	O
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus stawiarski*	50	O	3,03	R

Por outro lado, a frequência relativa resulta em menores valores, e as espécies foram categorizadas como ocasionais (O), raras (R) ou frequentes (F). Destacamos que as espécies menos frequentes foram aquelas registradas com abundâncias de apenas um indivíduo, enquanto que as espécies mais frequentetes ou dominantes foram a *Astyanax dissimilis* (Lambari) e *Hypostomus derbyi* (Cascudo-amarelo) com 27,27% e 21,12% de frequências relativas, respectivamente.

9.1.2.4.2.5.4 Estimativa de Abundância

Assim como comentado no item anterior, *Astyanax dissimilis* (Lambari) e *Hypostomus derbyi* (Cascudo-amarelo) registraram as maiores frequências relativas e maiores abundâncias, com 9 e 7 indivíduos respectivamente, ao passo que *A. lacustres* (Lambari-relógio), *A. bifasciatus* (Lambari-de-rabo-vermelho), *A. serratus* (Lambari), *Hoplias* sp.1, *Hoplias* sp.2 e *Trichomycterus stawiarski* (Candiru) foram as menos frequentes e menos abundantes, registrados por apenas um indivíduo. A configuração da abundância por espécies pode ser visualizada na Figura 9.141.

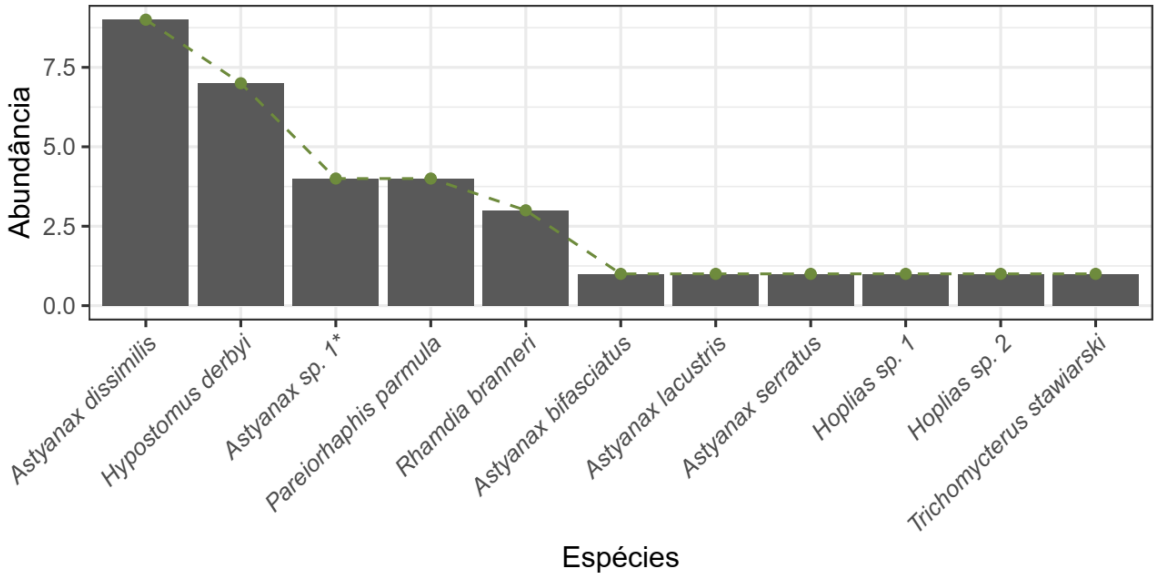


Figura 9.141: Acumulado da abundância por espécies da ictiofauna.

9.1.2.4.2.5.5 Similaridade Entre Locais Amostrados

Foi performado o índice de Jaccard para cálculo das similaridades entre as áreas amostrais com base nas espécies amostradas em cada área e utilizado o método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para formações de grupos (clusters) e do dendrograma (Figura 9.142).

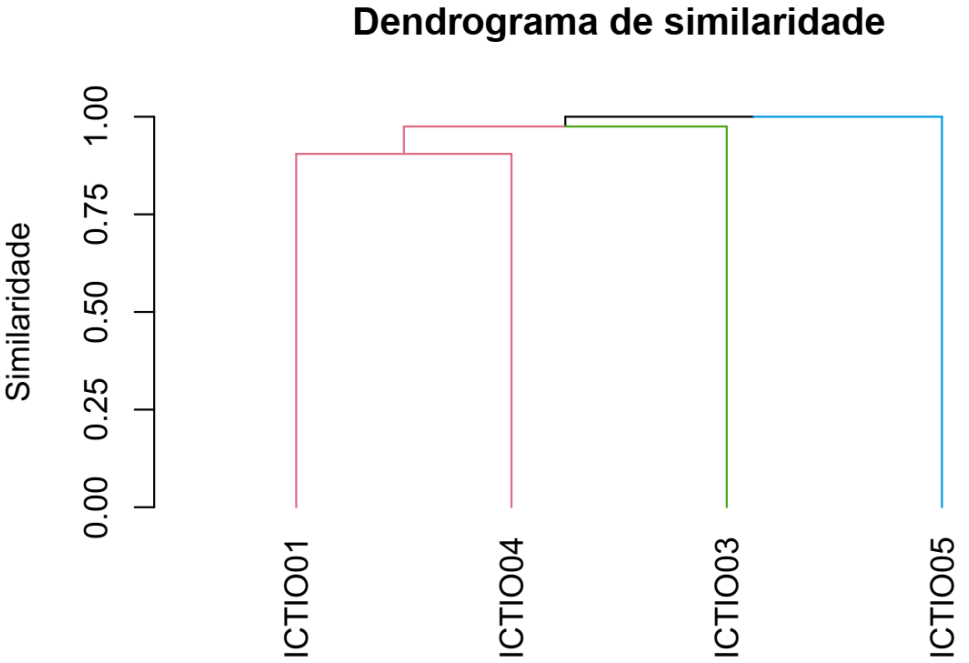


Figura 9.142: Dendrograma de similaridade pelo índice de Jaccard para a ictiofauna.

Observou-se que foi formado um agrupamento entre o ICTIO01 e ICTIO04, entre elas as espécies tiveram a menor similaridade, mas ainda assim foram superiores a 80% de

similaridade, ao passo que a ICTIO03 compreendeu quase que 100% das espécies presentes no grupo formado, e o ICTIO05 apresentou-se o ponto mais isolado.

9.1.2.4.2.5.6 Curva de Acumulação de Espécies

Em função da realização de apenas duas campanhas, optou-se pela construção da curva de acumulação por áreas amostrais organizadas em ordem crescente de riqueza (Figura 9.143), lembrando que dos cinco pontos amostrais, um deles não resultou em espécies, e está omitido na construção da curva.

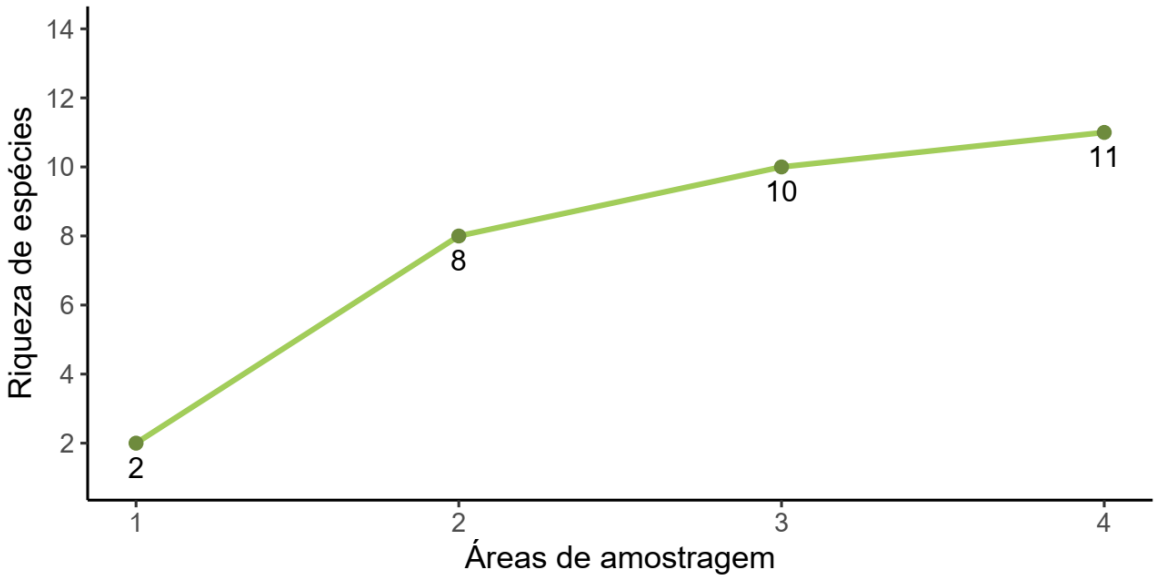


Figura 9.143: Curva de acumulação de espécies por área amostral da ictiofauna.

Através da curva de acumulação podemos concluir que a riqueza de espécies deve aumentar com o acréscimo de áreas e esforço amostral. Entretanto, como visto no item 9.1.2.4.2.5.1 sobre a estimativa de riqueza, os estimadores de riqueza apresentam que o esforço amostral foi satisfatório para inventário da ictiofauna.

9.1.2.4.2.5.7 Perfil da Ictiofauna

9.1.2.4.2.5.7.1 Guilda Trófica

Em relação as guildas tróficas das espécies neste estudo, foram observadas 4 estratégias alimentares, onde a mais comumente observadas foram a insetivora, detritívora, piscívora, invertívora (Figura 9.144).

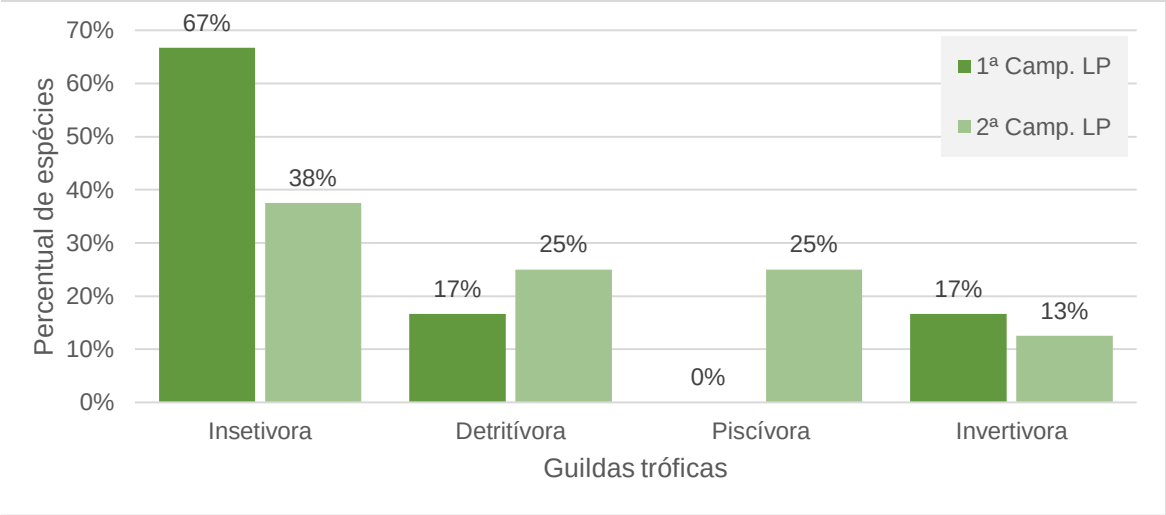


Figura 9.144: Guildas tróficas da ictiofauna.

Observas-e que durante a segunda campanha (verão) houve aumento no número de espécies detritívoras e só nesta amostragem foi registrado espécies carnívoras especializadas (piscívoras), compostas basicamente pelas duas espécies de *Hoplias*.

Além disso, a maioria das espécies é categorizada como insetívora, tanto as registradas na primeira campanha como na segunda.

9.1.2.4.2.5.7.2 Grau de Sensibilidade

Quanto a classificação das espécies registradas neste estudo, não foram registradas espécies de hábitos migratórios. Desta forma, considera-se que as espécies não apresentam grau de sensibilidade elevado.

9.1.2.4.2.5.7.3 Preferência de Habitat e Hábitos

Para a ictiofauna, foi utilizada as classificações ecológicas disponíveis no banco de dados de Froese e Pauly (2023) conhecido como “FishBase”, sendo classificados de acordo com a zona vertical da coluna d’agua em que ocorrem, como bentopelágicos e demersais.

A maioria das espécies apresenta preferências por habitats bentopelágicos, ocupando tanto o fundo como a superfície da coluna d’água. Ao passo que as espécies demersais somaram cerca de 17% e 25% nas duas campanhas, apresentando hábito menos ativo, estando fixados ou não ao substrato e em meio a vegetação do leito ou margens (Figura 9.145).

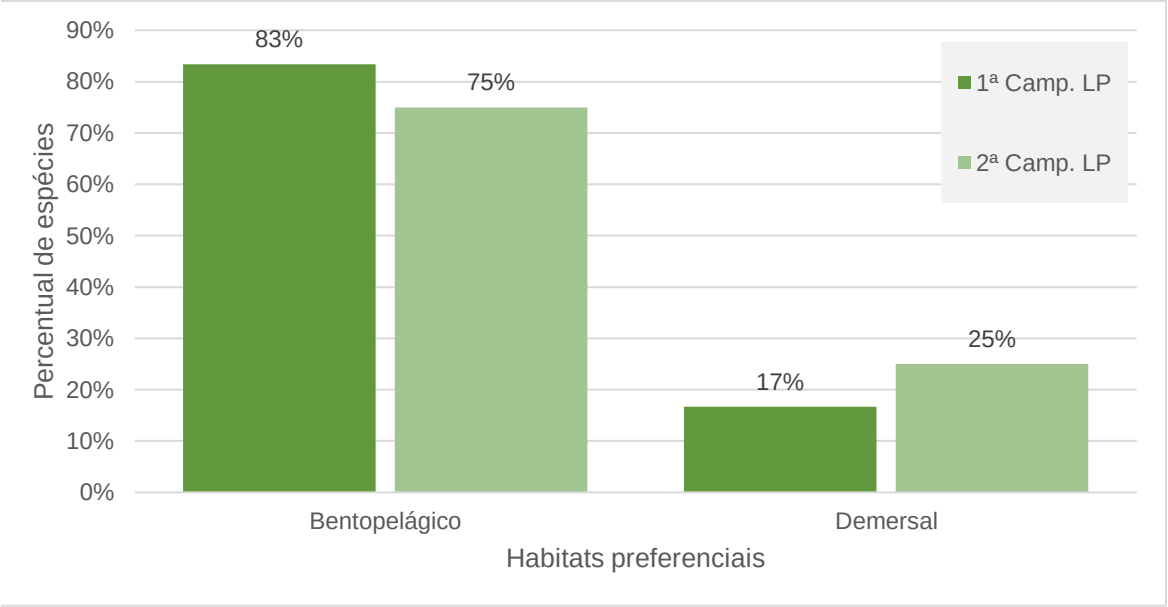


Figura 9.145: Habitats preferenciais da ictiofauna.

9.1.2.4.2.5.7.4 Estratégias Ecológicas

Existem dois tipos principais de organismos em função das suas estratégias: os organismos “r” e “K” estrategistas.

As espécies r-estrategistas são aquelas que têm a capacidade de se multiplicar de forma rápida no tempo, produzindo um alto número de descendentes. Esta produção está ligada às fases iniciais do seu ciclo de vida, sendo eficazes em ambientes efêmeros. Como exemplo, podemos citar organismos que vivem em corpos de água temporários ou aqueles colonizadores de áreas perturbadas. Assim, uma espécie r-estrategista tem caráter muitas vezes oportunista, aumentando em número após algum tipo de distúrbio. Grande parte da sua vida é voltada para um crescimento exponencial populacional. Os habitats típicos de ocorrência destas espécies são conhecidos também como habitats r-seletivos.

Por outro lado, as espécies K-estrategistas se caracterizam como organismos ligados a estágios sucessionais (sucessão ecológica) avançados de uma comunidade, sobrevivendo em ambientes cuja competição é elevada. Este tipo de organismo aloca mais energia no crescimento, produzindo proles menos numerosas e em estágios mais avançados do seu ciclo de vida. Os indivíduos que nascem têm tamanho corporal maior quando comparados aos r-estrategistas.

Nestes conceitos, levando em consideração a presença e ausência de cuidado parental entre as 11 espécies registradas durante o estudo, nota-se que houve uma inversão no registro quanto as estratégias das espécies amostradas. No inverno a maioria (63%) foram espécies consideradas K-estrategistas, enquanto que no verão a maioria (67%) foram de espécies consideradas r-estrategistas (Figura 9.146).

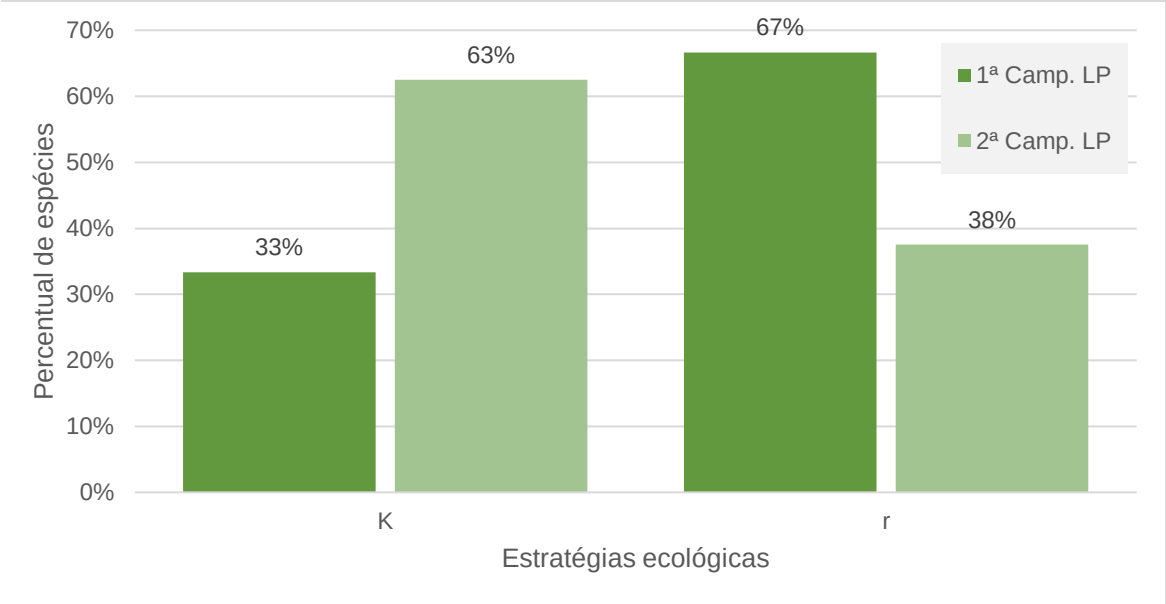


Figura 9.146: Estratégias ecológicas da ictiofauna.

Possívelmente aqui se apresenta um caráter sazonal na constituição das espécies amostradas em cada campanha, principalmente pela amostragem na segunda campanha ser realizada em período de piracema, com maior registro de espécies K-estrategistas.

9.1.2.4.2.5.7.5 Classes de Tamanho e Biomassa

Conforme Graça e Pavanelli (2007), o porte dos peixes pode ser classificado em pequenos (até 200 mm), médios (entre 201 a 400 mm) e grandes (401 mm ou mais). No presente estudo, 83% das espécies foram classificadas como de porte pequeno na primeira campanha, e 63% na segunda campanha (Figura 9.147). A descrição detalhada da classificação das espécies apresenta-se na Tabela 9.47.

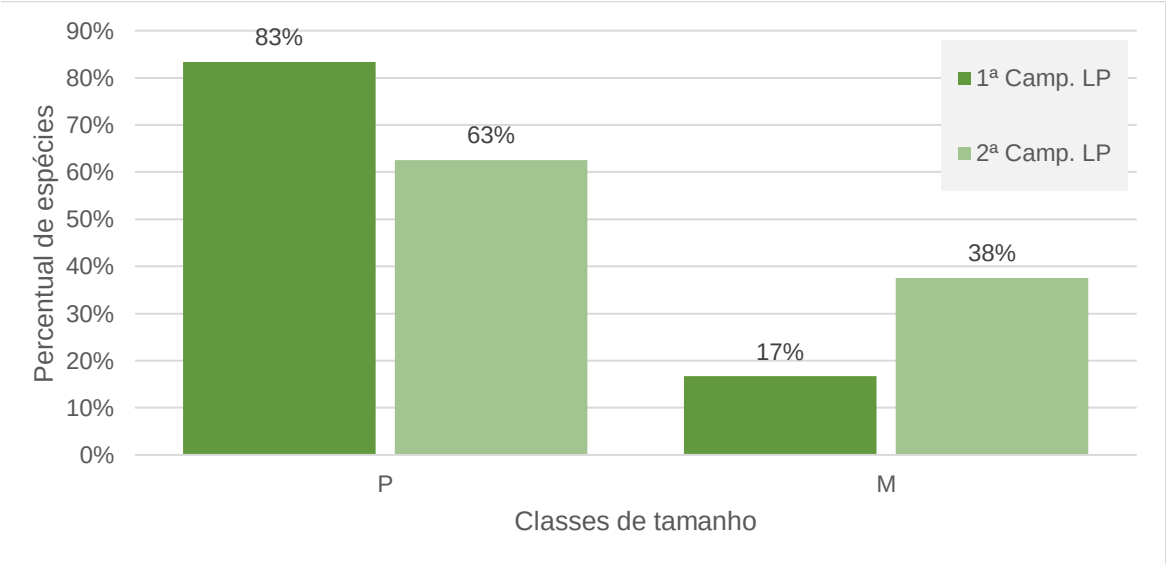


Figura 9.147: Classes de tamanho da ictiofauna.

Tabela 9.47: Perfil de tamanho e biomassa da ictiofauna amostrada.

Campanha	Ponto	Ordem	Família	Táxon	Abundância	Biomassa (g)	Tamanho médio (cm)	Classe
1	ICTIO01	Characiformes	Characidae	*Astyanax dissimilis*	5	47	10,125	P
1	ICTIO01	Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhaphis parmula*	2	35	11	P
1	ICTIO03	Characiformes	Characidae	*Astyanax dissimilis*	4	50	10,625	P
1	ICTIO03	Characiformes	Characidae	*Astyanax lacustris*	1	50	9,5	P
1	ICTIO03	Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia branneri*	1	165	27	M
1	ICTIO04	Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus stawiarski*	1	1	4	P
2	ICTIO03	Characiformes	Characidae	*Astyanax bifasciatus*	1	15	10	P
2	ICTIO03	Characiformes	Characidae	*Astyanax sp. 1**	4	60	10,167	P
2	ICTIO03	Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias sp. 1*	1	65	17,5	P
2	ICTIO03	Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias sp. 2*	1	180	26	M
2	ICTIO04	Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia branneri*	2	260	23	M
2	ICTIO04	Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus derbyi*	7	525	20,429	M
2	ICTIO04	Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhaphis parmula*	2	40	10,25	P
2	ICTIO05	Characiformes	Characidae	*Astyanax serratus*	1	10	9	P

Além do tamanho corporal, foi mensurado a biomassa em gramas (g) para cada espécies em cada campanha (Tabela 9.48).

Tabela 9.48: Biomassa da ictiofauna amiostrada por campanha.

Espécies	1ª Camp. LP	2ª Camp. LP	Total Geral
Astyanax bifasciatus		15	15
Astyanax dissimilis	97		97
Astyanax lacustris	50		50
Astyanax serratus		10	10
Astyanax sp.1		60	60
Hoplias sp.1		65	65
Hoplias sp.2		180	180
Hypostomus derbyi		525	525
Pareiorhaphis parmula	35	40	75
Rhamdia branneri	165	260	425
Trichomycterus stawiarski	1		1
Total Geral	**348g**	**1155g**	**1503g**

Nota-se que a segunda campanha amostral resultou em maior biomassa, com mais de 1kg amostrado. E, dentre esse montante, a espécie que mais contribuiu com biomassa foi o *Hypostomus derbyi* (Cascudo-amarelo) com 525g amostrados, e *Rhamdia branneri*

(Jundiá) com 425g totais amostrados. Estas são as espécies com maior proporção corporal amostradas no local.

9.1.2.4.2.5.7.6 Capacidade de Deslocamento e Migração

Todas as espécies registradas não são consideradas migratórias, classificadas como espécies residentes. A capacidade de deslocamento pode variar entre as espécies, mas de forma geral, as registradas no levantamento apresentam baixa capacidade de deslocamento.

9.1.2.4.2.5.7.7 Barreiras Geográficas

Ademais do comentado no item anterior, ocorrem três barreiras geográficas consideráveis na AID do empreendimento, identificadas na Figura 9.148 com diferenciação de sua natureza, uma artificial constituída pelo barramento já existente, e dois barramentos naturais (cachoeiras).

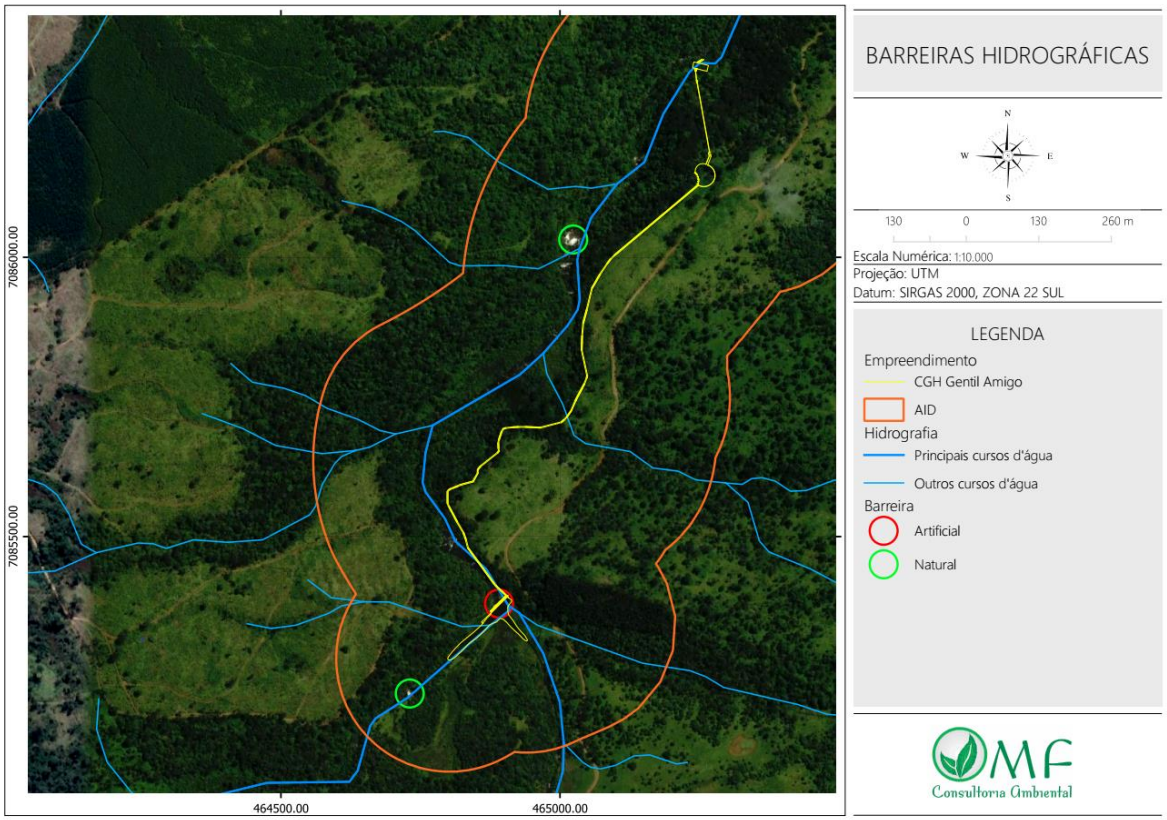


Figura 9.148: Localização das barreiras geográficas existentes na AID do empreendimento.

Em função da presença de barramento consolidado, que já está instalado a mais de 50 anos no Rio São Manuel, a ictiofauna local apresenta-se submetida a uma restrição de habitats, com barreiras que indivíduos de jusante não conseguem transpor (Figura 9.149).





Figura 9.149: Visão gerão de barreira artificial existente na AID.

Além disso, foram levantadas duas barreiras geográficas naturais que impossibilitam a ictiofauna de avançar para montante no Rio São Manuel. Uma encontra-se a montante do reservatório nas coordenadas 22J 464731.00 7085219.00, e a segunda encontra-se no trecho de vazão reduzida nas coordenadas 22J 465024.00 7086032.00.



Figura 9.150: Cachoeira a montante do reservatório.



Figura 9.151: Cachoeira no trecho de vazão reduzida.

Desta forma, se justifica a presença de apenas espécies residentes (não migratórias) e com baixa cabacidade de locomoção.

9.1.2.4.2.5.7.8 Status de Ameaça

Dentre as espécies amostradas na CGH Gentil Amigo, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção em nenhuma magnitude (mundial, nacional ou estadual).

Entretanto, através da bibliografia consultada para dados secundários, a nível global (IUCN) 16 espécies apresentam-se com algum grau de ameaça, quase ameaçadas ou como dados insuficientes (DD), enquanto que a nível nacional 8 espécies apresentam algum grau de ameaça, e a nível estadual 10 espécies são ameaçadas ou com dados insuficientes (DD) (Figura 9.152).

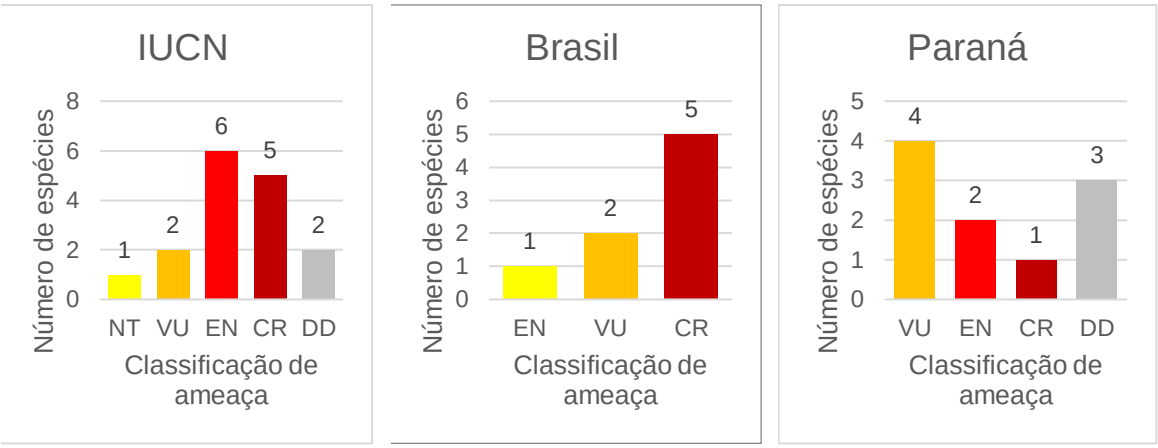


Figura 9.152: Status de ameaça da ictiofauna levantada por dados secundários para a CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.5.7.9 Endemismo

Durante as duas campanhas amostrais foram registradas sete espécies consideradas endêmicas da bacía do Río Iguaçu, enquanto que as demais (quatro espécies) são consideradas nativas (Tabela 9.49).

Tabela 9.49: Origem da ictiofauna registrada.

Ordem	Família	Táxon	Nome Popular	Origem
Characiformes	Characidae	*Astyanax bifasciatus*	Lambari-de-rabo-vermelho	Endêmica
Characiformes	Characidae	*Astyanax dissimilis*	Lambari	Endêmica
Characiformes	Characidae	*Astyanax lacustris*	Lambari-relógio	Nativa
Characiformes	Characidae	*Astyanax serratus*	Lambari	Endêmica
Characiformes	Characidae	*Astyanax* sp. 1*	Lambari	Endêmica
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias* sp. 1	Traíra	Nativa
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias* sp. 2	Traíra	Nativa
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia branneri*	Jundiá	Endêmica
Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus derbyi*	Cascudo-amarelo	Nativa
Siluriformes	Loricariidae	*Pareiorhaphis parmula*	Cascudo	Endêmica
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus stawiarski*	Candiru	Endêmica

Nota-se que, no inverno (primeira campanha) houve maior proporção de registros de espécies endêmicas, enquanto que no verão, apesar de a maioria também ser endêmica, ouve aumento de espécies consideradas nativas (Figura 9.153).

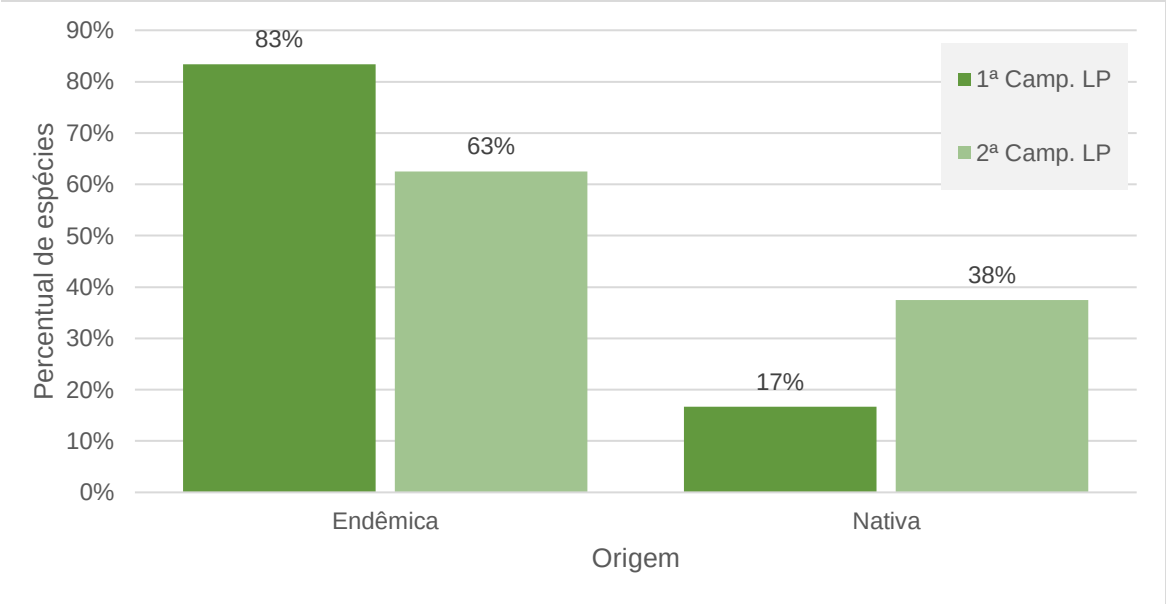


Figura 9.153: Origem da ictiofauna registrada.

9.1.2.4.2.5.7.10 Raridade

Não foram registradas espécies consideradas raras no levantamento de dados primários nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.5.7.11 Bioindicação

Considerando as informações apresentadas nos itens anteriores, as espécies registradas podem ser consideradas como de baixa sensibilidade a impactos, e por isso, nenhuma se destaca como um bom candidato para a bioindicação. Entretanto, considerando o endemismo, destacam-se as espécies do gênero *Astyanax*, e os da ordem Siluriformes como bioindicadores.

9.1.2.4.2.5.7.12 Interesse para Saúde Pública

Não há informações para este grupo de fauna quanto a espécies sentinelas.

9.1.2.4.2.5.7.13 Presença de Espécies Exóticas

Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

9.1.2.4.2.5.8 Registros Fotográficos da Ictiofauna



Figura 9.154: *Astyanax bifasciatus*.



Figura 9.155: *Astyanax dissimilis*.



Figura 9.156: *Astyanax lacustris*.



Figura 9.157: *Astyanax serratus*.



Figura 9.158: *Astyanax* sp.1.



Figura 9.159: *Hoplias* sp.1.



Figura 9.160: *Hoplias* sp.1.



Figura 9.161: *Rhamdia branneri*.



Figura 9.162: *Hypostomus derbyi*.



Figura 9.163: *Pareiorhaphis parmula*.



Figura 9.164: *Trichomycterus stawiarski*.



Figura 9.165: Vistoria de redes.

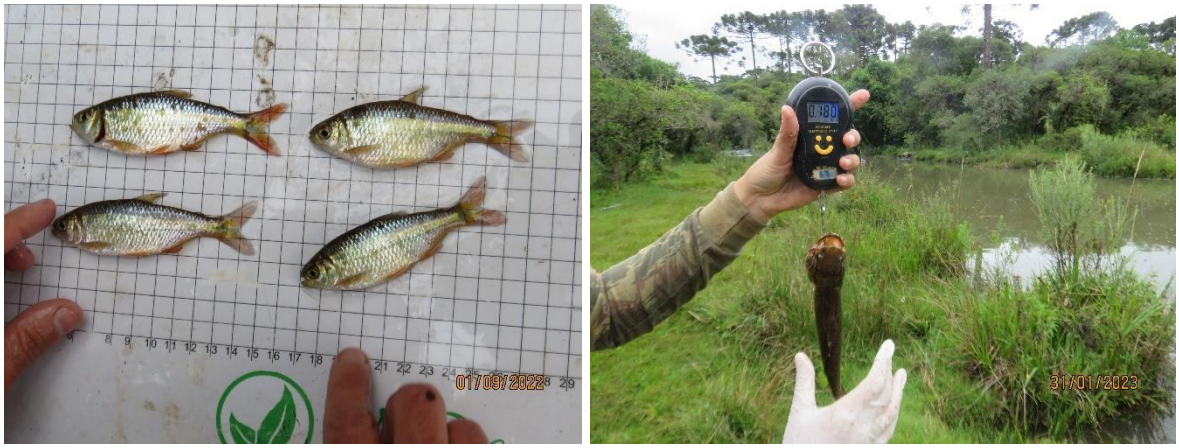


Figura 9.166: Realização de morfometria de exemplares.



Figura 9.167: Realização de identificação de exemplares.



Figura 9.168: Realização da soltura dos exemplares.

9.1.2.4.2.6 Zooplâncton

A caracterização da comunidade de zooplâncton amostrada é apresenta no **Anexo 16 – Laudos de Água**, junto do laudo que compõem as análises de água e de fitoplâncton.

Entretanto, apresentam-se aqui os principais resultados, como os táxons registrados, contagem de indivíduos e sua densidade para o volume de amostragem (Tabela 9.50). Destaca-se que não foram registrados zooplânctons na segunda amostragem, e os resultados da tabela são apenas da primeira amostragem.

Tabela 9.50: Zooplânctons registrados na primeira amostragem de campo em números de indivíduos e densidade na amostra em organismos/m³ (em parênteses).

Grupo	Táxon	P01-MRes	P02-RES	P03-TVR	P04-JCF
Copepoda	Náuplio de copepoda	3 (750)	-	-	-
Rotífera	Classe Bdelloidea	1 (250)	-	-	-
Rotífera	*Kellicottia* sp.	3 (750)	-	2 (500)	1 (250)
Rotífera	*Keratella* sp.	-	1 (250)	-	2 (500)
Rotífera	*Polyarthra remata*	-	1 (250)	-	-

A espécie *Kellicottia* sp. foi a que mais frequente, presente em três dos quatro pontos amostrados (ausente no reservatório). Além disso, este táxon apresentou-se com a maior abundância de indivíduos (n = 5 ou 1500 org/m³) (Figura 9.169).

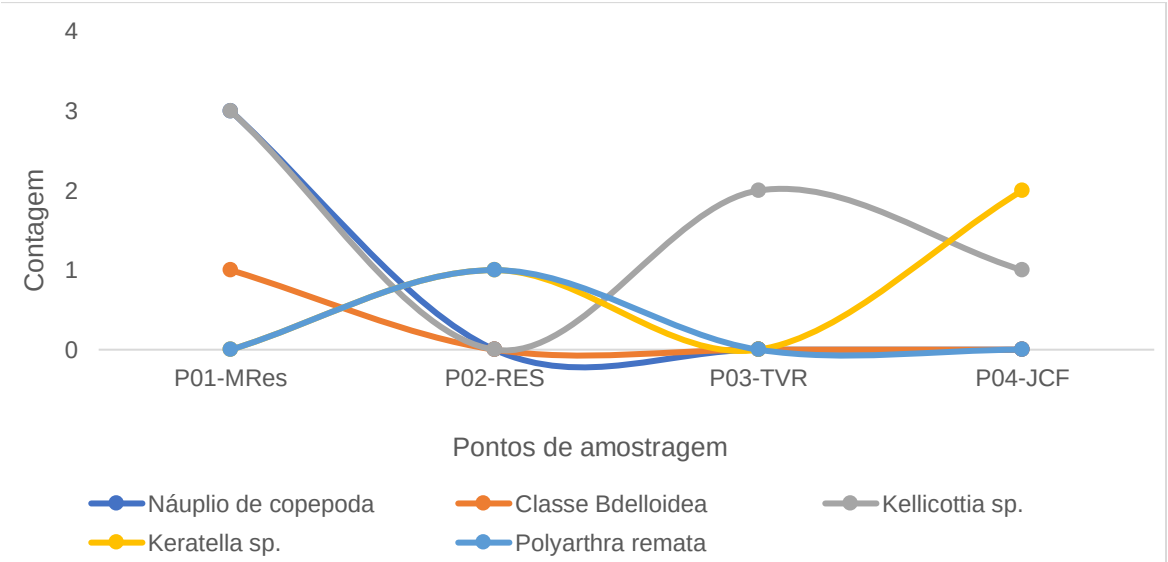


Figura 9.169: Evolução na quantidade de cada táxon de zooplâncton amostrado no decorrer dos pontos de amostragem na primeira campanha.

9.1.2.4.2.6.1 Registro Fotográfico dos Zooplânctons

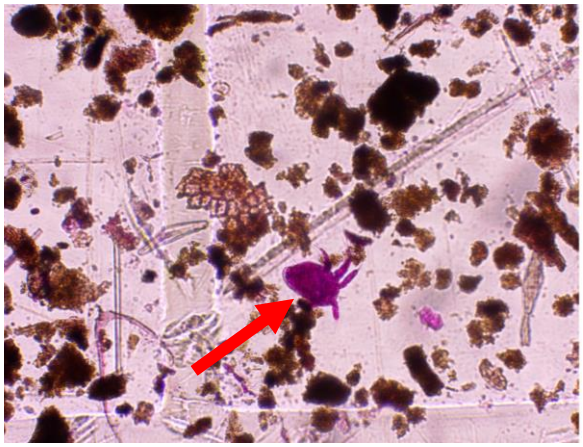


Figura 9.170: Náuplio de copepoda.



Figura 9.171: Classe Bdelloidea.

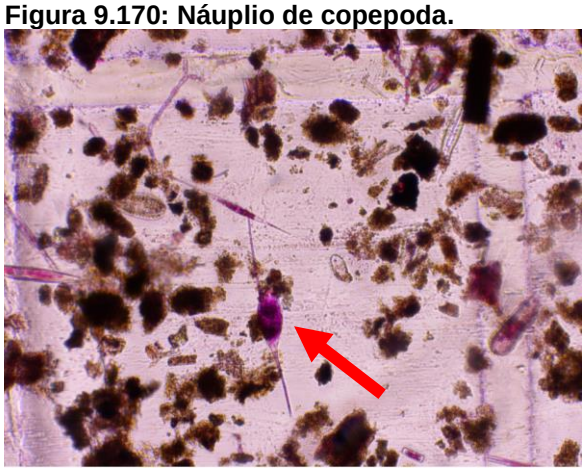


Figura 9.172: *Kellicottia* sp.

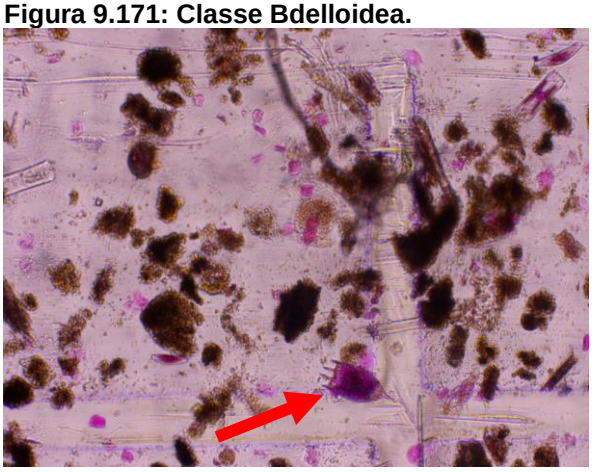


Figura 9.173: *Keratella* sp.

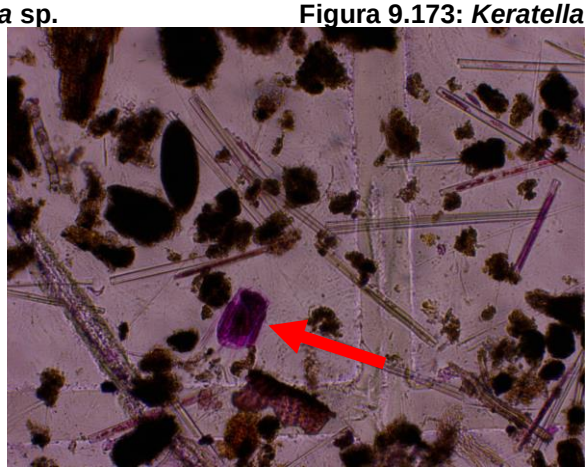


Figura 9.174: *Polyarthra remata*.

9.1.2.4.2.7 Ictioplâncton

O Rio Iguaçu apresenta fauna característica de peixes endêmicos, algumas espécies exóticas provenientes de introduções e presença de barreiras naturais e barragens construídas (AGOSTINHO *et al*., 2018). Durante o levantamento de dados primários de ictioplâncton, realizados em agosto de 2022 (inverno) e janeiro (verão) de 2023, não foram registrados ovos e larvas de peixe na área analisada. Apesar desse período ser a época

de reprodução da maioria das espécies de peixes, a ausência ovos e larvas, pode ocorrer devido as diversas estratégias reprodutivas e desova da comunidade ictiológica (GOGOLA *et al*., 2010; DA SILVA *et al*., 2019).

O sucesso de colonização depende em parte da estratégia reprodutiva (cuidado parental, fecundação interna ou externa, taxa de fecundação) e da fauna pré-existente da bacia hidrográfica. O número total de espécies de peixes de pequeno à médio porte é predominante nessa bacia, destacando-se a presença de gêneros como *Astyanax* ou *Deuterodon*, que realizam desova em parcelas, com ovos de rápida maturação e alta taxa de fecundidade (BAUMGARTNER *et al*., 2012). Outro ponto a ser levado em consideração é a presença de espécies com cuidado parental, ovos menores e que não necessitam de condições singulares no ambiente, depositando ovos em ninhos projetados no fundo dos rios (AGOSTINHO *et al*., 1999).

No Rio Iguaçu a maioria das espécies de peixes realiza curtas migrações reprodutivas e possuem hábito de vida sedentário, por outro lado, poucas espécies realizam grandes migrações reprodutivas (SUZUKI *et al*., 2018). Na área do baixo Rio Iguaçu não ocorre o registro de espécies nativas classificadas como grandes migradores (e.g. *Salminus brasiliensis*, *Pseudoplatystoma corruscans*) (BAUMGARTNER *et al*., 2012), espécies essas que representam elevada parcela da biomassa do ambiente.

Esse período coincide com altos índices de pluviosidade, que contribuem para ocorrência de inundações, que proporcionam habitats para abrigo e desova dos peixes nas áreas alagadas (AGOSTINHO *et al*. 2018). Portanto, tendo em vista que já foram catalogadas 118 espécies de peixes para toda a extensão da bacia do Rio Ivaí, as próximas amostragens devem registrar larvas de espécies que utilizam a bacia do Rio Iguaçu como local de desova.

9.1.2.4.2.7.1 Considerações

Os resultados encontrados para comunidade ictioplanctônica estão dentro da expectativa, já que os resultados podem ser associados também aos altos índices de pluviosidade nesse mesmo período. Deve-se levar em consideração as características intrínsecas das espécies que ocorrem na área de monitoramento e seus aspectos como habito de vida e reprodutivo.

Destaca-se, portanto, que a continuidade do monitoramento é essencial para avaliar com precisão a comunidade ictioplanctônica, uma vez que amostragens realizadas durante o período de reprodução dos peixes devem fornecer valiosas informações a respeito do número de peixes se reproduzindo no Rio São Manuel, bem como suas respectivas abundâncias.

9.1.2.4.2.8 Macroinvertebrados Bentônicos

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos amostrada nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo foi caracterizada pela presença de 797 indivíduos pertencentes a 23 táxons. Os grupos taxonômicos registrados foram: Insecta (69,6%), Filo Annelida (8,7%), Bivalvia (8,7%), Gastropoda (4,3%) e Crustacea (4,3%) (Tabela 9.51). Durante a primeira campanha foram registrados 407 indivíduos distribuídos em 20 táxons, já na segunda campanha obtivemos um total de 390 indivíduos pertencentes a 17 táxons.

Dentre os táxons registrados, seis foram exclusivos da primeira campanha e três da segunda. A maior abundância foi registrada no ponto TVR da primeira campanha com N = 135 indivíduos (Tabela 9.51 e Figura 9.175). A maior riqueza de ordens (10) foi registrada nos pontos MRES e JCF, ambos na segunda campanha (Figura 9.176).

A classificação dos grupos funcionais tróficos para este estudo foi agrupada em cinco guildas funcionais: predadores, coletor-filtradores, coletor-catadores, trituradores e raspadores (CUMMINS e MERRITT, 1996). A contribuição de cada grupo para a composição da comunidade é apresentada na Tabela 9.51. Com base no gradiente de sensibilidade às alterações ambientais, os macroinvertebrados bentônicos podem ser classificados de acordo com sua bioindicação na Tabela 9.51 (CALLISTO *et al*., 2000). Considerando a classe de tamanho, não encontramos na literatura esta variável de medida para macroinvertebrados bentônicos, sendo visto para organismos maiores, como peixes.

Tabela 9.51: Táxons de macroinvertebrados bentônicos registrados na área da CGH Gentil Amigo.

Composição Taxonômica	C1 MRES	C1 RES	C1 TVR	C1 JCF	C2 MRES	C2 RES	C2 TVR	C2 JCF	Freq. Abs	Freq. Rel	Guilda trófica	Grau de sensibilidade
Filo Arthropoda												
Classe Insecta												
Ordem Ephemeroptera												
Família Baetidae	11	20	26	22	10	11	25	13	138	17,31%	coletor-catador	alto
Família Leptophlebiidae	-	-	6	10	-	-	-	-	16	2,01%	coletor-catador	alto
Ordem Plecoptera												
Família Gripopterygidae	-	-	7	-	-	-	-	-	7	0,88%	triturador	alto
Família Perlidae	-	-	9	4	-	-	-	-	13	1,63%	predador	alto
Ordem Trichoptera												
Família Calamoceratidae	2	4	2	1	1	-	2	1	13	1,63%	triturador	alto
Família Hydropsychidae	-	-	34	17	-	-	-	-	51	6,40%	coletor-filtrador	alto
Ordem Diptera												
Família Chironomidae	14	36	31	36	28	26	43	41	255	31,99%	coletor-catador	médio
Família Tipulidae	3	-	1	1	1	-	2	3	11	1,38%	predador	médio
Família Simuliidae	-	-	-	-	-	-	6	-	6	0,75%	coletor-filtrador	médio
Ordem Odonata												
Família Coenagrionidae	4	1	2	1	1	2	4	2	17	2,13%	predador	médio
Família Gomphidae	1	2	4	3	-	1	1	3	15	1,88%	predador	médio
Família Libellulidae	1	5	2	4	1	2	4	1	20	2,51%	predador	médio
Ordem Coleoptera												
Família Elmidae	4	5	4	3	2	8	6	5	37	4,64%	coletor-filtrador	médio
Família Dytiscidae	4	5	2	2	2	4	3	1	23	2,89%	predador	médio
Ordem Hemiptera												
Família Veliidae	1	-	1	2	1	-	3	4	12	1,51%	predador	médio
Família Corixidae	3	1	-	1	-	-	-	-	5	0,63%	predador	médio
Classe Malacostraca												
Ordem Amphipoda	-	12	-	-	-	-	-	-	12	1,51%	triturador	médio

Composição Taxonômica	C1 MRES	C1 RES	C1 TVR	C1 JCF	C2 MRES	C2 RES	C2 TVR	C2 JCF	Freq. Abs	Freq. Rel	Guilda trófica	Grau de sensibilidade
Ordem Decapoda												
Família Aeglidae	-	-	-	1	-	-	2	-	3	0,38%	triturador	médio
Filo Mollusca												
Classe Bivalvia												
Ordem Unionoida												
Família Hyriidae	-	-	-	-	19	7	2	-	28	3,51%	coletor-filtrador	baixo
Família Mycetopodidae	8	-	3	-	5	2	4	1	23	2,89%	coletor-filtrador	baixo
Classe Gastropoda												
Ordem Pulmonata												
Família Planorbidae	4	3	1	8	19	11	12	14	72	9,03%	raspador	baixo
Filo Annelida												
Classe Oligochaeta	2	-	-	-	2	4	-	1	9	1,13%	coletor-catador	baixo
Classe Hirudinea												
Ordem Rhynchobdellida												
Família Glossiphoniidae	-	-	-	-	2	8	-	1	11	1,38%	predador	baixo
Riqueza	**14**	**11**	**16**	**16**	**14**	**12**	**15**	**14**	**23**	**100,00%**		
Abundância	**62**	**94**	**135**	**116**	**94**	**86**	**119**	**91**	**797**			

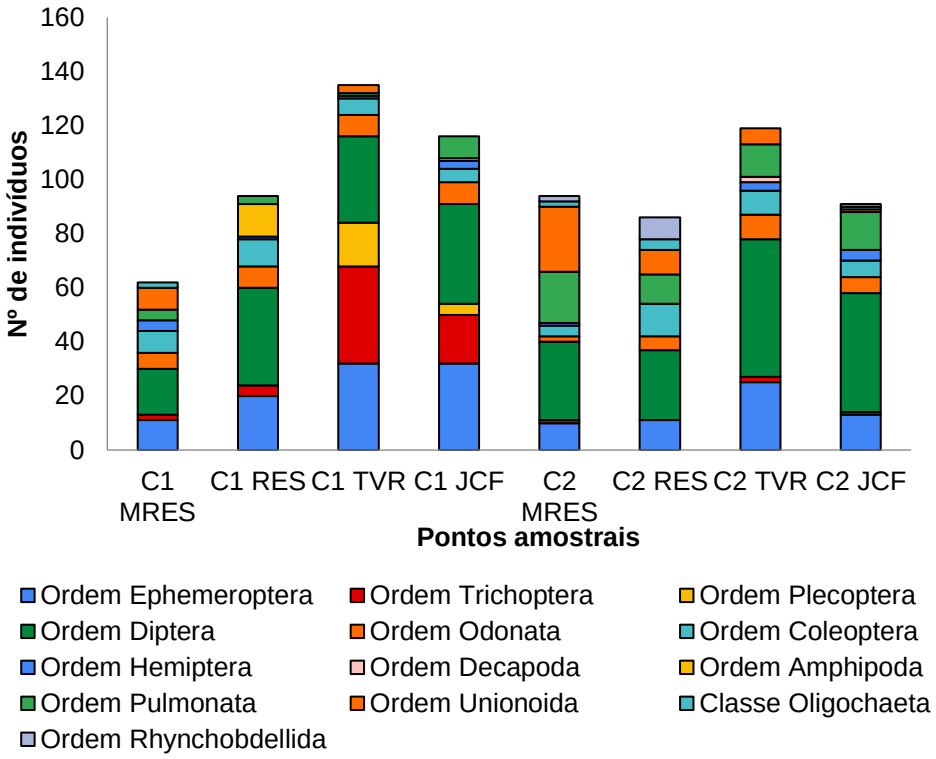


Figura 9.175: Abundância de macroinvertebrados aquáticos registrada na área de influência da CGH Gentil Amigo.

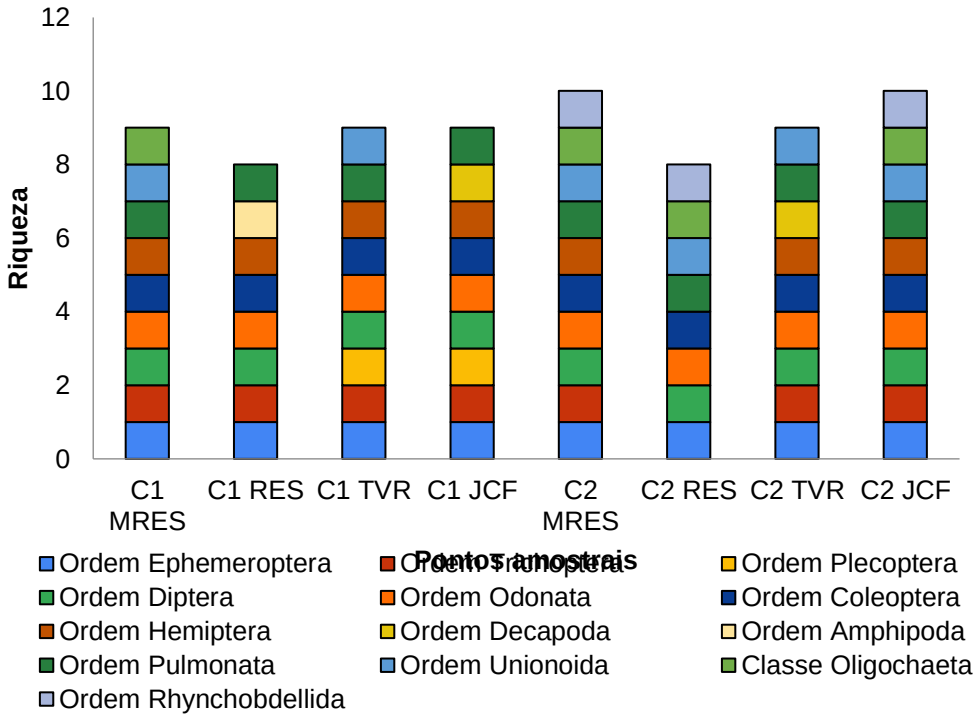


Figura 9.176: Riqueza de macroinvertebrados aquáticos registrada na área da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.8.1 Estimativas de Diversidade

A diversidade de Shannon-Wiener registrada na área amostrada é considerada intermediária, variando de 1,82 a 2,32 e a equitabilidade apresentou resultados de 0,69 a 0,88 (Tabela 9.52). De acordo com Wilhm e Dorris (1968) e Piedras *et al*. (2006), índices de diversidade (H') que se apresentam menores que 1,0 indicam ambiente fortemente poluído; H' entre 1,0 e 3,0 indica poluição moderada e H' superior a 3,0 indica água não poluída. De acordo com esses autores, a redução na diversidade pode ser atribuída à deterioração da qualidade da água, que impossibilita o desenvolvimento de determinados grupos de macroinvertebrados. Considerando essas informações e os resultados obtidos neste estudo, podemos caracterizar o ambiente como tendo poluição moderada.

A equitabilidade também é um parâmetro capaz de fornecer informações sobre a conservação de um corpo d'água e que ambientes impactados tendem a apresentar pequena diversidade biológica, com dominância de poucas espécies. Dessa forma, os valores variam de 0 a 1, sendo que valores próximos a 1 são relacionados à maior uniformidade de distribuição das taxas. Considerando esta informação, o ponto MRES(J=0,88) na primeira campanha e o ponto RES (0,85) na segunda campanha, apresentam a melhor distribuição de espécies.

Tabela 9.52: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J) calculados para as duas campanhas da CGH Gentil Amigo.

Índices	1ª campanha				2ª campanha			
	MRES	RES	TVR	JCF	MRES	RES	TVR	JCF
H'	2,32	1,85	2,12	2,12	1,97	2,13	2,07	1,82
J	0,88	0,77	0,76	0,76	0,74	0,85	0,76	0,69

9.1.2.4.2.8.2 Similaridade Entre Locais Amostrados

A similaridade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nas áreas de influência do empreendimento foi verificada a partir do índice de similaridade de Bray-Curtis. Os pontos TVR e JCF, ambos na segunda campanha, apresentaram 79% de similaridade (Figura 9.177). Os mesmos pontos na primeira campanha, apresentaram uma similaridade de 75%. Ainda, com 73% de semelhança, temos RES e MRES, ambos na segunda campanha.

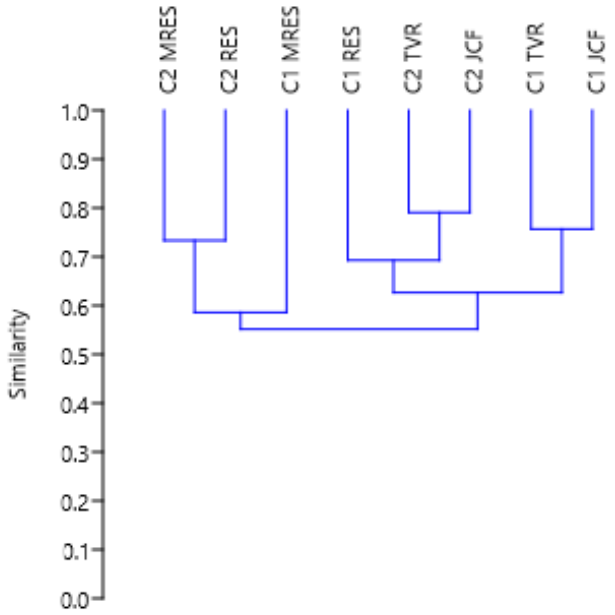


Figura 9.177: Índice de similaridade de Bray-Curtis para a comunidade de macroinvertebrados da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.8.3 Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

A utilização de índices bióticos como ferramenta para o biomonitoramento da qualidade de recursos hídricos tem sido eficaz no diagnóstico de rios e lagos. As variáveis utilizadas atualmente para o monitoramento da qualidade de água são de caráter biológico, físico e químico. O biomonitoramento assume algumas formas, dentre elas incluem medidas de diversidade de espécies e dados qualitativos sobre sensibilidade de táxons individuais quanto às mudanças ambientais (CZERNIAWSKA-KUSZA, 2005). Ferramentas de bioavaliação utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de poluição e alteração do meio ambiente tem demonstrado resultados importantes para o monitoramento da qualidade hídrica, oferecendo um amplo espectro de respostas frente a diferentes níveis de contaminação.

O índice do *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) foi criado em 1976, pelo Departamento Britânico de Meio Ambiente e é um dos índices mais utilizados na Europa e nos Estados Unidos, tendo sido um dos mais adaptados no mundo em estudos de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados bentônicos (QUEIROZ, 2008). Este índice foi modificado para rios no estado do Paraná, Brasil, por Loyola (2000), e tem sido usado pelo Instituto Ambiental do Paraná (Instituto Ambiental do Paraná, IAP) para monitoramento biológico de sistemas hídricos da região. O índice BMWP baseia-se no somatório de valores de tolerância (sensibilidade a poluentes orgânicos) atribuídos a cada grupo de invertebrados bentônicos de acordo com sua capacidade de sobreviver em diferentes situações de qualidade de água. Este é um índice qualitativo e leva em conta a presença ou ausência de famílias (BISPO *et al.*, 2006; FERNANDES, 2007). Considerando os valores de BMWP obtidos neste estudo, podemos observar uma alteração no gradiente

de qualidade da água nos pontos TVR e JCF da CGH Gentil Amigo da primeira para a segunda campanha (Tabela 9.53).

Tabela 9.53: Valores de BMWP obtidos para os pontos amostrais da CGH Gentil Amigo.

Campanha	Ponto amostral	Pontuação	Qualidade
1ª	MRES	67	Boa
	RES	58	Satisfatória
	TVR	95	Excelente
	JCF	90	Excelente
2ª	MRES	65	Boa
	RES	55	Satisfatória
	TVR	79	Boa
	JCF	67	Boa

9.1.2.4.2.8.4 Perfil da Fauna de Macroinvertebrados Bentônicos

9.1.2.4.2.8.4.1 Status de Conservação

Não registramos nenhum táxon que se encontra na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, conforme disposto nas Instruções Normativas Nº 05, de 21 de maio de 2004 e Nº 52, de 08 de novembro de 2005 (MMA, 2004 e 2005), assim como não constam no Anexo I da Portaria Nº 445, de 17 de dezembro de 2014.

9.1.2.4.2.8.4.2 Táxons Bioindicadores

A presença de grupos sensíveis à poluição orgânica composta por representantes de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera Trichoptera e Ephemeroptera são conhecidos por indicarem uma boa qualidade da água (BARBOLA *et al*., 2011). São conhecidos pela alta sensibilidade à poluição, dessa forma são os primeiros a desaparecerem em riachos muito impactados. Alterações como o aumento de sedimentos finos, interferem na ocorrência de muitos representantes do grupo, bem como a redução de madeira e folhas, a qual ocasionará em redução de comida e abrigo (BRYCE *et al*., 2010; MELODY e RICHARDSON, 2007). A maioria das ninfas de Trichoptera vivem em ambiente de águas correntes, limpas e bem oxigenadas, mas também podem ser encontradas em remansos. Ficam debaixo de pedras, troncos e materiais vegetais. Possuem representantes dos grupos tróficos coletores, carnívoros e fragmentadores (CALLISTO, MORETTI e GOULART, 2001).

Os representantes de Ephemeroptera podem viver desde riachos de altitude, com águas limpas e bem oxigenadas, até em lagoas temporárias, com temperaturas relativamente elevadas e baixos teores de oxigênio. Algumas espécies podem viver, e até mesmo se beneficiar, da poluição causada por esgotos domésticos aumentando sua densidade, enquanto outras espécies são restritas a águas de ótima qualidade, e quando recebem alguma influência antrópica, são rapidamente eliminadas do ambiente. Seu potencial como indicador de poluição e mudanças ambientais têm atraído atenção para caracterização de cursos d'água (CALLISTO, MORETTI e GOULART, 2001). As ninfas de Plecoptera

apresentam preferência por seleção de habitat, onde a presença do táxon é frequentemente associada a fatores ambientais específicos, tendo sensibilidade a baixa concentração de oxigênio e poluição orgânica (ZWICK, 2004). Em condições de estresse os plecópteros tendem a reduzir sua população ou até mesmo desaparecer, o que o confere como um excelente indicador biológico (BISPO e OLIVEIRA, 2007).

A presença de indivíduos da família Aeglidae indica uma condição satisfatória do ambiente amostrado, pois devido a sua sensibilidade a perturbações ambientais são utilizados como bioindicadores de locais em boas condições ambientais e águas bem oxigenadas (BOND-BUCKUP e BUCKUP, 1994). Os eglídeos são extremamente sensíveis às degradações ambientais, sendo que, quando estas ocorrem, podem levar a redução ou ao desaparecimento das populações. Estes organismos são encontrados em ambientes continentais lênticos e lóticos, no entanto sua distribuição restringe-se a região neotropical. No Brasil, registros de ocorrência delimitam a região sul e sudeste (BOND-BUCKUP, 2003).

Os representantes da ordem Odonata que engloba as libélulas, habitam todos os tipos de ambientes de água doce. Com larvas passando a maior parte de sua vida nos sistemas aquáticos, seus representantes levam a comunidade ser potencialmente afetada pelas ações antrópicas, em especial em áreas de urbanização. Representantes da subordem Anisoptera (Gomphidae e Libellulidae), são generalistas em relação ao habitat e a sua alteração, sendo associadas a maior riqueza em ambientes com menor cobertura vegetal. Em contrapartida, Zygoptera (Coenagrionidae) têm representantes mais sensíveis às mudanças no ambiente, geralmente associados a ambientes sombreados. Desta forma, ambientes com maior cobertura vegetal, tendem a apresentar maior riqueza de espécies do que ambientes alterados (CARVALHO *et al*., 2013). Além disso, têm capacidade dispersiva mais restrita, com alta dependência da estrutura do hábitat (CORBET, 1999).

Assim como em ambientes terrestres, coleópteros aquáticos compreendem um dos maiores grupos de macroinvertebrados bentônicos. Eles apresentam uma ampla valência ecológica, podendo ser encontrados em lagos, rios, terras úmidas, ambientes artificiais e ambientes aquáticos temporários (BENETTI e CUETO, 2004). Os coleópteros apresentam diferentes preferências por microhabitats, mas estudos já evidenciam que alguns grupos são encontrados aderidos à vegetação aquática (FAIRCHILD *et al*., 2000). Os coleópteros encontrados neste estudo são representados por duas famílias: Dytiscidae e Elmidae. Dytiscidae é uma família em que seus representantes são chamados ‘aquáticos verdadeiros’ (JÄCH, 1998) por permanecerem submersos na fase larval e adulta, se ausentando somente na fase pupal. São predadores generalistas em ambas as fases da vida.

Em ambientes com áreas pequenas e na ausência de peixes, os dytiscidae são considerados predadores de topo, o mesmo ocorrendo em ambientes temporários sem a presença de Odonata, servindo como reguladores das comunidades (VAMOSI e VAMOSI, 2007; VINNERSTEN *et al*., 2009). A alta diversificação de Elmidae pode estar relacionada à diversidade de mesohabitats em ecossistemas lóticos, tais como respiração por plastrão, garras tarsais bem desenvolvidas e seleção de microhabitats (SPERB e SPIES, 2015). A ordem Diptera apresentou a maior abundância de indivíduos (n = 272) neste estudo. Seus representantes são conhecidos popularmente como moscas, mosquitos e pernilongos, se desenvolvem em grande número nos ambientes lacustres e fluviais, participando

significativamente da composição faunística destes sistemas. Considerando as famílias registradas para esta ordem, temos a presença de Chironomidae, Tipulidae, e Simuliidae.

Neste estudo, a família Chironomidae foi a que apresentou a maior frequência relativa (31,99%), sendo um dos grupos mais ricos e abundantes de organismos encontrados em ambientes lóticos. Seus representantes possuem capacidade de colonização em diferentes ambientes. Os acúmulos de folhiço em riachos de áreas de florestas parecem favorecer o desenvolvimento e ser o habitat preferencialmente ocupado por larvas de Chironomidae (SANSEVERINO e NESSIMIAN, 2001). Além disso, as larvas de Chironomidae são frequentemente utilizadas como ferramenta em estudos para a avaliação da qualidade ambiental da água por apresentar resistência às mudanças no ambiente (CALLISTO *et al*., 2002; HIGUTI *et al*., 2005).

A classe Oligochaeta apareceu durante a segunda campanha, com exceção do ponto C2 TVR. Oligochaeta é um representante relevante da fauna aquática, participando da decomposição da matéria orgânica e do processo de ciclagem de nutrientes (ESTEVES *et al*., 2011). Em riachos são comumente encontradas em áreas com vegetação aquática e em bancos de folhas em decomposição na qual se alimentam da matéria orgânica (MARTINS *et al*., 2011). As estruturas morfológicas das plantas também favorecem para que as populações de Oligochaeta passem a se estabelecer em meio às macrófitas (TRIVINHO-STRIXINO *et al*., 1998). Representantes da Classe Hirudinea (Glossiphonidae) conhecidas como sanguessugas, habitam áreas com vegetação aquática em ambientes lóticos (TAKEDA *et al*., 2003). São organismos que toleram mudanças no ambiente, visto que em situações desfavoráveis conseguem se estabelecer e aumentar sua população.

9.1.2.4.2.8.4.3 Guildas Tróficas Funcionais

No ambiente, a forma de exploração dos recursos alimentares pelos macroinvertebrados bentônicos pode se apresentar de duas formas: obrigatória ou facultativa; resultado das adaptações morfológicas e comportamentais de cada grupo (CUMMINS e KLUG, 1979). Essa diferenciação é importante para compreender a dinâmica da comunidade, visto que as formas especialistas obrigatórias, com dieta muito restrita deslocam-se de uma área para outra mais rapidamente que as generalistas facultativas, cuja alimentação é variável. Este comportamento por parte das formas especialistas facultativas permite maior tolerância a distúrbios no ambiente, pois conseguem se adaptar mais facilmente a mudanças no tipo e disponibilidade de alimento.

A presença de vários grupos tróficos funcionais e a dominância de representantes facultativos corroboram com a disponibilidade de recursos alimentares no ambiente. Neste estudo, os coletores-catadores e coletores filtradores foram mais abundantes em todas as áreas amostradas. Este achado indica maior quantidade de matéria orgânica disponível no ambiente (MARQUES *et al*., 1999). Entre os representantes de coletores-catadores, Chironomidae e Baetidae estão entre os mais frequentes, provavelmente devido à capacidade de reter partículas provenientes da matéria orgânica vinda pela correnteza.

Os predadores tiveram a segunda maior presença, caracterizado principalmente pela ordem Odonata e Dytiscidae. O grupo dos predadores possuem uma distribuição homogênea no ambiente, pois dependem diretamente da ocorrência de outros

invertebrados e não dos gradientes de produtividade ou disponibilidade de partículas orgânicas (VANNOTE *et al*., 1980).

9.1.2.4.2.8.4.4 Preferência de Habitat

O padrão de distribuição de organismos aquáticos é resultado da interação entre o meio físico que compreende o habitat e a disponibilidade de alimento (MERRITT e CUMMINS, 1984). Dentre os fatores físicos que regem a distribuição dos organismos, o substrato é o mais importante, pois pode atuar diretamente nos invertebrados como um elemento para sua existência bem como, sendo o principal modificador de seu ambiente (RESH e ROSENBERG, 1984). Vale destacar que é por meio do substrato que os organismos desse grupo se movem, procuram alimento, encontram abrigo, constroem casa e depositam ovos.

Os substratos são formados de duas formas: de origem alóctone, constituído por folhas, galhos ou capim; ou de origem autóctone, quando o ambiente apresenta filamentos de algas, musgos ou hidrófitas vasculares (VANNOTE *et al*.,1980). Ainda, os ambientes apresentam os substratos inorgânicos, formados por granitos ou materiais sedimentares que variam em tamanho (RESH e ROSENBERG, 1984). Riachos que possuem como substratos seixos maiores, tendem a apresentar uma fauna de invertebrados mais diversas. E se estiver associada a folhas no fundo, geralmente sustenta uma grande diversidade e abundância de invertebrados (ALLAN, 1995). Ambientes aquáticos que apresentam sedimento arenoso tendem a apresentar poucos espécimes, pois trata-se de um habitat pobre e mais instável.

Com base no descrito acima, podemos afirmar que a comunidade de invertebrados aquáticos da CGH Gentil Amigo apresenta uma diversidade de organismos considerável, visto que através da caracterização pelo protocolo de avaliação rápida, o substrato no sistema lótico enquadrou-se com rochoso, além de apresentar a entrada de material alóctone favorecendo a colonização dos organismos. No estudo, os Chironomidae estiveram presentes em todas as amostras e apresentaram maior abundância. Esses organismos estão associados a substratos vegetais em poções, pois utilizam partículas finas para alimentação e nesses habitats a probabilidade de remoção das partículas pela correnteza torna-se pequena.

A maioria das Ephemeroptera são organismos com baixa capacidade de natação ficando associadas à vegetação submersa e alimentando-se de detritos. As larvas de Trichoptera (Hydropsychidae), vivem em geral, na correnteza do riacho, construindo um abrigo que pode ser de areia, pedras ou detritos. Elmidae é um grupo de coleópteros de ocorrência junto à vegetação submersa ou sob rochas de riachos de água corrente (COSTA *et al*., 1988).

Para predadores como Odonata, a literatura reconhece duas linhas de especialização por apresentar dois subgrupos bem distintos (CORBET, 1983). A primeira abriga espécies que vivem em sedimentos finos ou em áreas de acúmulos de detritos próximo ao fundo, podendo enterrar-se no substrato, como é o caso de Gomphidae. E a segunda, agrega organismos que vivem aderidos às pedras e detritos maiores, que são do tipo escalador/agarrador, podemos citar as Libelulidae.

9.1.2.4.2.8.4.5 Capacidade de Deslocamento e Migração

Os macroinvertebrados aquáticos de forma geral podem ser considerados organismos sésseis, que se movimentam pouco, ficam aderidos aos substratos e sofrem influência direta das variáveis ambientais, em especial da pluviosidade. Essa variável provoca a deriva dos organismos para trechos mais abaixo no riacho, dessa forma os organismos são levados pela correnteza, não necessariamente pelo próprio deslocamento.

Além desse fator ambiental que influencia no deslocamento da maior parte dos macroinvertebrados aquáticos, podemos considerar a capacidade de deslocamento de indivíduos adultos por dispersão aérea. Neste caso, poucos são os indivíduos que possuem dispersão em grandes distâncias, apenas Odonata Anisoptera, por apresentar corpo robusto e asas posteriores e anteriores largas, possuem grande capacidade de voo (JUEN *et al*., 2014). Os demais grupos, ficam restritos às proximidades do riacho pelas exigências comportamentais e morfológicas, como é o caso de Ephemeroptera que investem sua energia para acasalar já que vivem poucas horas, não investindo energia em dispersão longitudinal.

9.1.2.4.2.8.4.6 Estratégia Reprodutiva e Espécies Ameaçadas

Considerando os itens solicitados referente a estratégias reprodutivas do tipo K ou r estrategista, com base na literatura não se encontra estudos que mencionem diretamente esta característica ecológica para macroinvertebrados bentônicos. No entanto, sabe-se que em termos gerais os invertebrados possuem estratégias reprodutivas do tipo R estrategista. Essas estratégias reprodutivas e de crescimento aumentam o poder de ocupação de uma espécie no ambiente. Pensando nos macroinvertebrados como espécies R estrategistas, sabe-se que diferentes fatores influenciam uma população estando em constante mudanças espaciais e estruturais. Dessa forma, essas espécies investem na capacidade de se multiplicar rapidamente no tempo e possuem um crescimento exponencial, produzindo um alto número de descendentes (BEGON *et al*, 2007). Podemos citar como exemplo Chironomidae, onde na maioria dos gêneros, as fêmeas podem depositar em média 500 a 600 ovos por postura.

Ainda, considerando as listas oficiais de espécies ameaçadas (IUCN e ICMBio) não é possível identificar nenhum representante presente neste estudo. Tendo em vista que poucos representantes são identificados a nível de espécie. Não foi registrada nenhuma espécie desse grupo considerada de interesse para a saúde pública.

9.1.2.4.2.8.4.7 Espécie Exótica

Não registramos a presença de nenhum representante exótico durante o estudo da comunidade de macroinvertebrados presentes na área de influência da CGH Gentil Amigo.

9.1.2.4.2.8.4.8 Fatores Abióticos e Macroinvertebrados

O substrato predominante no ambiente foi caracterizado a partir de avaliação rápida e identificado como sendo substrato rochoso. Neste sistema lótico, pode-se observar a entrada de material alóctone proveniente da vegetação ripária, o que favorece a colonização de organismos de diferentes hábitos alimentares. A vegetação presente nas margens do curso d'água ao longo do trecho onde será o empreendimento encontra-se bem conservada em sua margem esquerda, e na margem direita se apresenta conservada em alguns pontos e em outros não está presente ou se encontra descaracterizada.

A distribuição da abundância e composição da comunidade bentônica em ecossistemas aquáticos, são resultantes da interação entre o hábito das espécies, condições físicas dos habitats (e.g. substrato, correnteza, vegetação marginal, largura, profundidade) e parâmetros da água (e.g. pH, oxigênio dissolvido e temperatura) (VANNOTE *et al*., 1980). Os dados coletados neste levantamento mostram altos valores de oxigênio dissolvido na primeira campanha, fator que pode ser influenciado pela baixa profundidade do curso d'água, bem como pela presença de corredeiras (Tabela 9.54).

Tabela 9.54: Fatores abióticos registrados nos diferentes pontos amostrais da CGH Gentil Amigo.

Campanha	Ponto amostral	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Temperatura da água ºC	pH
1ª	MRES	10,1	12,7	7,6
	RES	9,5	1,9	7,5
	TVR	9,4	12,6	7,6
	JCF	9,4	12,9	7,9
2ª	MRES	7,2	24,9	7,4
	RES	5,1	22,9	7,3
	TVR	7,7	19,9	7,3
	JCF	8,3	19,4	7,4

A influência dos fatores ambientais na distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi verificada a partir de uma Análise de Correspondência Canônica – CCA (Figura 9.178). As ordens Plecoptera (Perlidae e Gripopterygidae) foram influenciadas pelo pH. O oxigênio dissolvido apresentou influência sobre a Ordem Corixidae, e a temperatura da água não exerceu influência nenhuma.

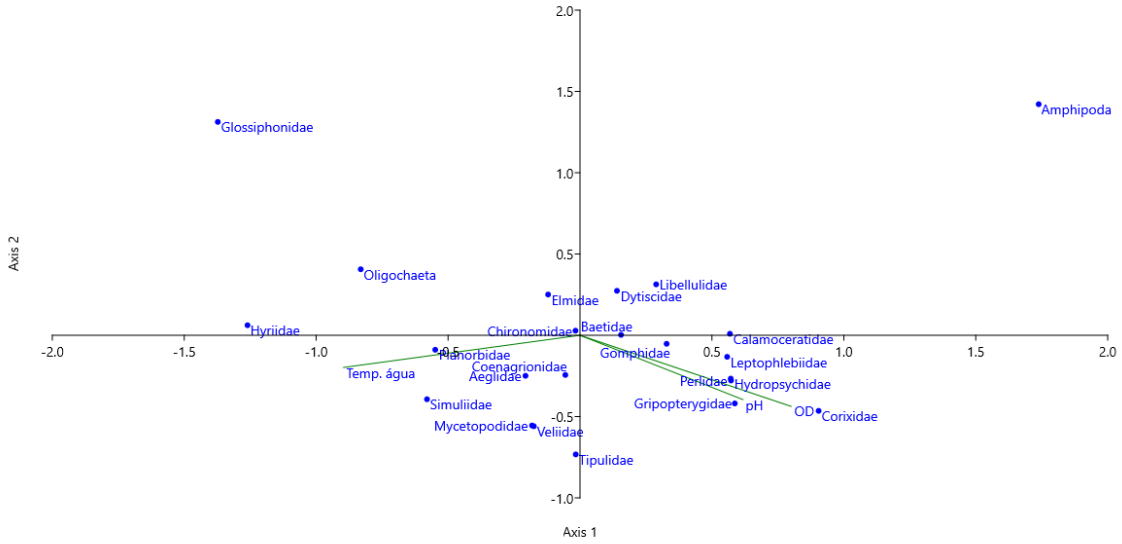


Figura 9.178: Análise de Correspondência Canônica (CCA) das variáveis ambientais (pH, temperatura da água e oxigênio dissolvido) e sua correlação com os representantes de macroinvertebrados bentônicos.

As alterações na cobertura do solo nas bacias hidrográficas, com a substituição da cobertura natural por usos antrópicos (p. ex. agricultura, pastagem, urbanização), influenciam o fluxo de energia, os habitats físicos nos ecossistemas aquáticos e, consequentemente, as comunidades aquáticas. As mudanças resultantes nos habitats fluviais incluem aumento nas taxas de sedimentação, mudanças no regime hidrológico, aumento da temperatura da água e das concentrações de nutrientes, o que, em sinergia, afeta a biodiversidade aquática (BRYCE *et al*., 2010) e o funcionamento de ecossistemas (DE LAENDER *et al*., 2016). Desse modo, após a implantação da CGH Gentil Amigo é possível que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos seja alterada em função das mudanças no ambiente.

9.1.2.4.2.8.5 Considerações

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos na área de influência da CGH Gentil Amigo, foi representada por 23 taxa, sendo a classe Insecta a mais representativa. Registramos grupos de organismos que apresentam grande tolerância e resistência às alterações do ambiente, como é o caso dos representantes de Oligochaeta, Glossiphonidae e Chironomidae. Além disso, também registramos representantes de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Aeglidae que apresentam maior sensibilidade a alterações ambientais. Dessa forma, ressaltamos a importância da vegetação ripária para a manutenção da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, visto que vários grupos dependem exclusivamente deste recurso devido às suas estratégias alimentares.

O índice de qualidade da água BMWP apresentou diferentes níveis de qualidade do gradiente ambiental nos pontos de coleta. Os resultados na primeira campanha mostraram-se melhores. Entretanto, durante a segunda campanha o índice teve uma piora significativa decorrente principalmente pela presença de organismos resistentes e tolerantes. Não

registramos nenhuma espécie rara ou endêmica neste estudo. No entanto, vale destacar que a tolerância dos organismos frente à poluição orgânica pode levar os organismos mais sensíveis às alterações no ambiente, como é o caso de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Aeglidae, sendo potenciais táxons a desaparecer no ambiente.

Os resultados obtidos a partir deste estudo são importantes, pois acrescentam informações sobre o que já é conhecido para o grupo, além de mostrar a importância dos macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a integridade do ambiente em questão. O registro de representantes sensíveis a alterações do ambiente, ressalta a importância do monitoramento para verificar a presença dos mesmos após a implantação do empreendimento.

9.1.2.4.2.8.6 Registros Fotográficos da Macroinvertebrados Bentônicos

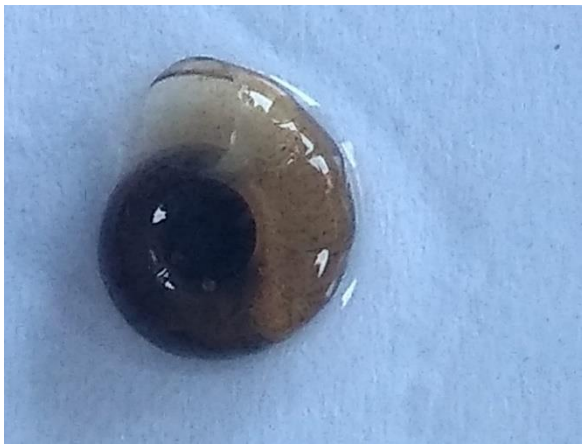


Figura 9.179: Ordem Basommatophora – Família Planorbidae.



Figura 9.180: Ordem Odonata – Família Gomphidae.



Figura 9.181: Ordem Diptera – Família Chironomidae.



Figura 9.182: Ordem Plecoptera – Família Perlidae.



Figura 9.183: Ordem Coleoptera – Família Elmidae.



Figura 9.184: Ordem Ephemeroptera – Família Leptophlebiidae.



Figura 9.185: Classe Hirudinea – Família Glossiphonidae.



Figura 9.186: Ordem Trichoptera – Família Hydropsychidae.

9.1.2.5 Análises – Fauna

9.1.2.5.1 Comparação do Inventário Faunístico e Dados Secundários

Em uma análise geral sobre a fauna registrada na área de influência da CGH Gentil Amigo comparada aos dados secundários recolhidos de trabalhos realizados em outros empreendimentos na região, temos as seguintes informações:

Para a avifauna, foram registradas 230 espécies provenientes de dados secundários, destas, 49 espécies foram registradas no inventário. Dentre estas espécies, apenas uma, a *Myiopsitta monachus* (Caturrita) não havia sido citada nos dados secundários. Desta forma, torna-se possível afirmar que foi amostrado cerca de 21,3% da avifauna com potencial ocorrência para a área amostral. Além disso, 15 espécies foram exclusivas da primeira campanha, e 13 ocorreram apenas na segunda campanha, em função de possível variação sazonal.

Quanto ao grupo da herpetofauna, foi registrado na amostragem 17 espécies de anfíbios e uma de réptil, totalizando 18 espécies, em que apenas *Dendropsophus nanus* (Pererequinha) não se encontrava citada em dados secundários para o local, sendo amostrado cerca de 24,3% das 74 espécies da herpetofauna de possível ocorrência para a região. Em comparação entre campanhas, apenas três espécies foram exclusivas da

primeira, e a grande maioria, 13 espécies, foram registradas apenas na segunda campanha, resultado este certamente relacionado a variação sazonal, por conta das diferenças de temperaturas.

Relacionado a mastofauna, foi levantado 39 espécies com possível ocorrência na região, já durante os levantamentos, foram registradas apenas oito espécies, representando cerca de 20,5% da fauna local. Dentre estas, duas não constavam em dados secundários, o *Cabassous tatouay* (Tatu-de-rabo-mole) registrado por vestígio e *Myotis* sp., que possivelmente é uma das três espécies de *Myotis* presentes nos dados secundários. Entre campanhas, apenas uma foi exclusiva da primeira campanha, enquanto que cinco foram exclusivas da segunda campanha.

Considerando os dados primários obtidos de ictiofauna, pode-se afirmar que das 131 espécies registradas para a bacia hidrográfica do Rio Iguaçu, foi registrado aproximadamente 8,3% da comunidade de peixes de possível ocorrência para a área de estudo (11 espécies). Destas, três foram amostradas apenas na primeira campanha, e seis foram exclusivas da segunda campanha.

9.1.2.5.2 Caracterização Faunística e Paisagística Quanto ao Cenário Atual e Futuro

De acordo com os resultados obtidos durante a realização das duas campanhas prévias de levantamento, como cenário atual sem o empreendimento, ou seja, apresentando características originais do local, pode-se dizer que a composição faunística se apresenta caracterizada de acordo com sua realidade, visto a baixa riqueza de espécies e o caráter generalista das mesmas, com exceção das espécies de aves, herpeto e peixes endêmicas registradas.

As áreas de influências apresentam certa degradação, tanto nas áreas de influência direta e indireta, o local pode não ser capaz de sustentar diversidade e riqueza de espécies para todos os grupos faunísticos, no entanto, além se tratar de uma Área Estratégica Remanescente para Restauração, e a região está próxima ao Corredor Ecológico Araucária, portanto, os fragmentos florestais que formam pequenas ilhas de vegetação, podem fornecer refúgio ou abrigo para espécies em processos migratórios.

Apesar de não estar inserido dentro de corredor ecológico, o empreendimento poderá causar interferência no decorrer da instalação em decorrência das obras, porém, com a finalização da mesma e implantação de medidas compensatórias, como manutenção da mata ciliar, conservação recomposição do entorno das Área de Preservação Permanente e a consequente criação de novas conexões entre fragmentos, será possível restaurar e aumentar estas funções, possibilitando a recomposição da fauna local.

9.1.2.5.3 Caracterização e Análise Zooecológica da Área de Influência do Empreendimento em Relação a Riqueza e Diversidade Totais e Particularidades da Fauna Local

As espécies registradas para o local de estudo, são amplamente distribuídas na Mata Atlântica, já os representantes da avifauna herpetofauna e ictiofauna apresentam maior

sensibilidade, visto a taxa de endemismo de espécies registradas e características intrínsecas.

Em uma média geral para os três grupos da fauna avaliados, a maioria apresenta baixo grau de sensibilidade a alterações ambientais, mas possuem espécies que devido a características ecológicas de especialidade de habitat podem ser consideradas como bioindicadoras.

As campanhas realizadas até o momento demonstram um bom desempenho no estimador de riqueza para a fauna local no geral, mas é necessário o monitoramento em todas as fases de instalação e operação do empreendimento para compreender a dinâmica da composição faunística nas próximas fases do empreendimento.

As espécies de hábitos florestais e de dietas frugívora e herbívora que ocorrem quase que exclusivamente em áreas florestadas, já sofrem pressão pela presença da pecuária no local e, apesar de possivelmente não serem diretamente afetadas pelo empreendimento, precisam de um maior acompanhamento para análises e avaliações futuras.

Fragmentos florestais deverão continuar presentes nos trechos da área de preservação permanente e entorno do empreendimento, a fim de conectar fragmentos e formar corredores, tornando-se refúgio menos suscetível a pressões ambientais para a fauna no geral.

Uma discussão maior a respeito da influência do empreendimento sobre a fauna pode ser vista separadamente para cada grupo em seu respectivo capítulo, neste relatório.

9.1.2.5.4 Áreas Relevantes para Conservação da Fauna Local

O empreendimento encontra-se situado na região sul do estado do Paraná, sendo abrangido pela Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu e encontra-se inserido em meio a um mosaico de fragmentos classificados como Áreas Estratégicas de Conservação da Biodiversidade conforme o Instituto Água e Terra do Estado do Paraná, com alguns desses remanescentes sendo diretamente afetados pela instalação do empreendimento.

A nível federal, as áreas de influência do empreendimento também abrangem uma Área de Alta Prioridade para a Conservação da Biodiversidade (MMA). Isso se deve ao fato das formações vegetais na área se tratarem próximos ao Corredor Ecológico Araucária.

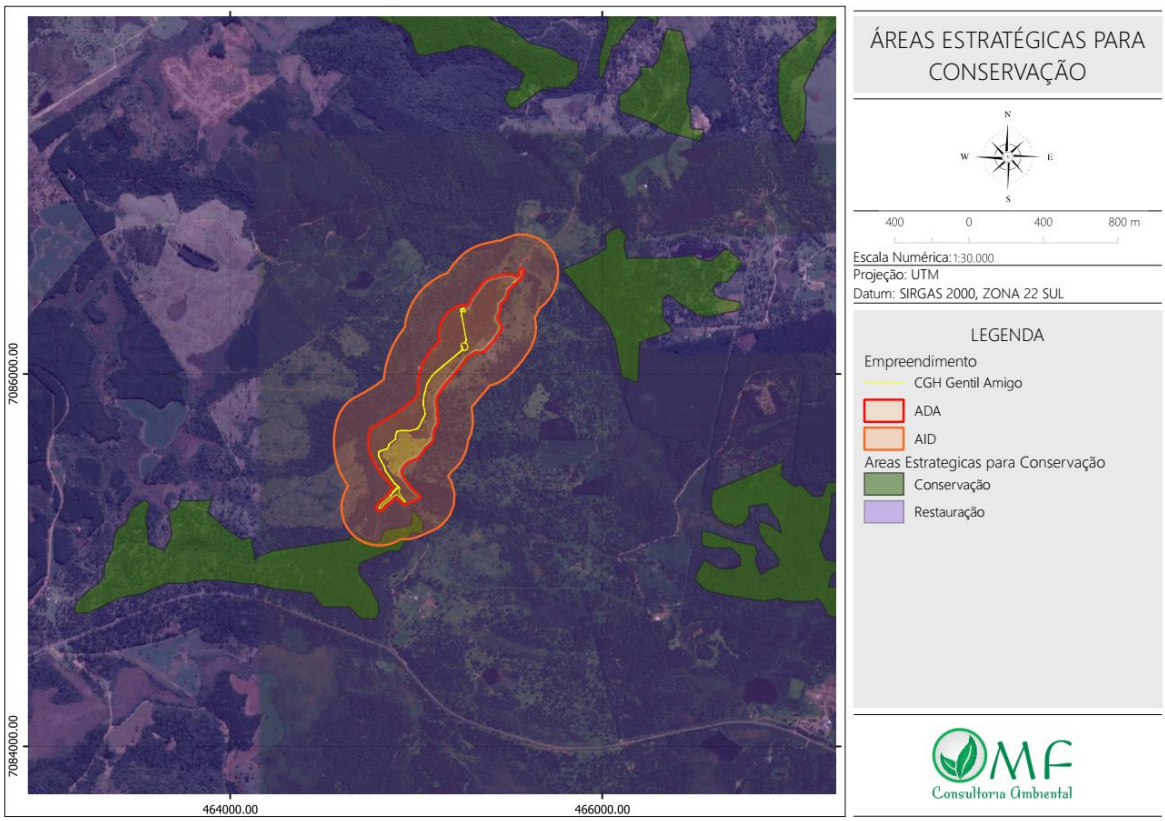


Figura 9.187: Áreas estratégicas para conservação da biodiversidade (IAT).

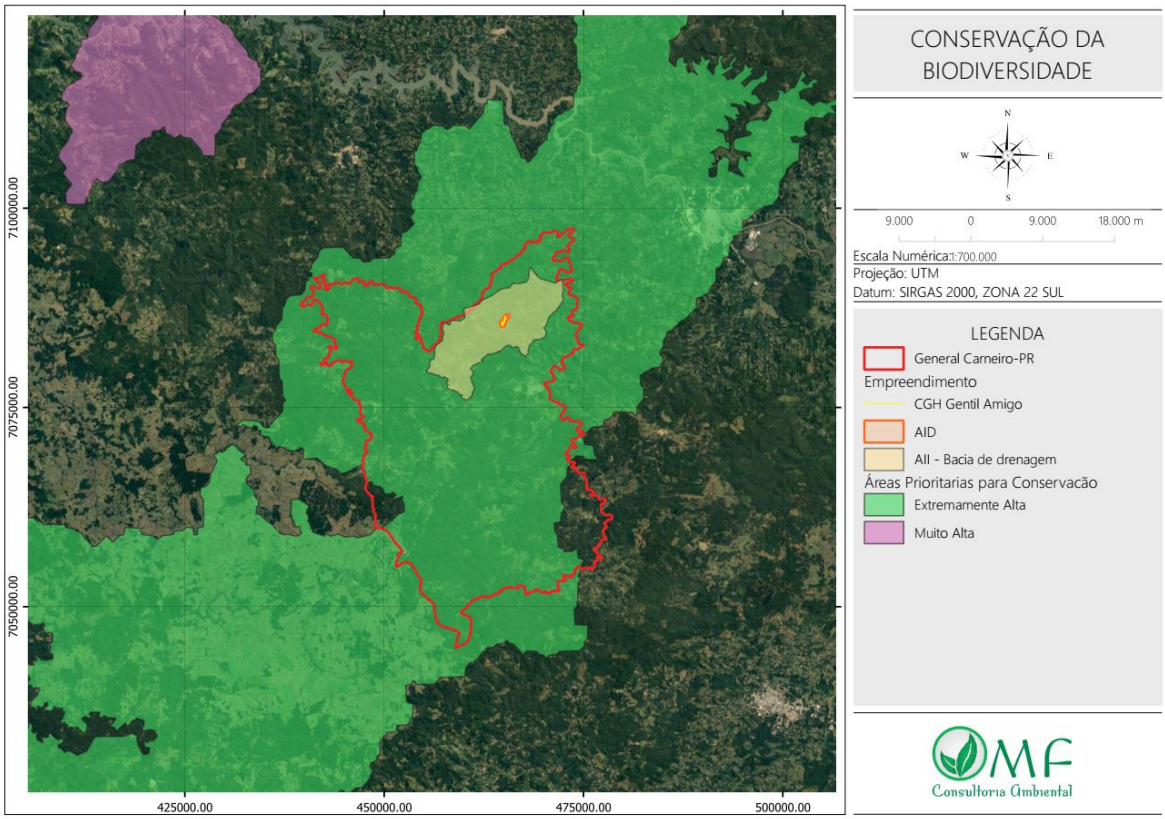


Figura 9.188: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (MMA).

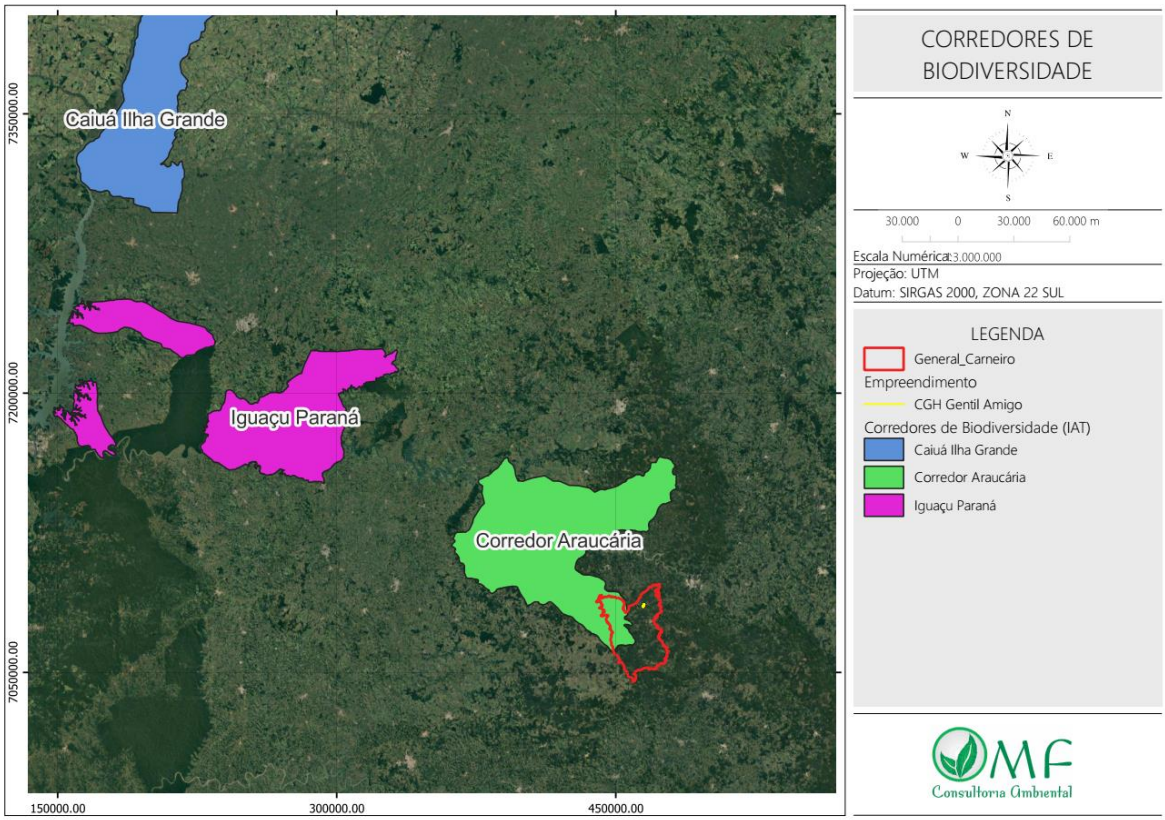


Figura 9.189: Corredores ecológicos.

Nas áreas de influência do empreendimento não foram registrados a presença de cavernas, conformes informações geoespaciais do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas. Sendo a mais próxima apenas no município de Porto União, Estado de Santa Catarina, a cavenar denominada de Gruta do Morro da Cruz está localizada a cerca de 28,98 km de distância do empreendimento (Figura 9.190).

E quanto a áreas úmidas citadas na lista de Sítios de Ramsar, é localizado no município de São Jorge do Patrocínio, na região noroeste do estado do Paraná.

Já em relação as unidades de conservação, são apresentadas as cinco unidades mais próximas ao empreendimento, em que nenhuma encontra-se na zona de amortecimento de 10km deste (Figura 9.191).

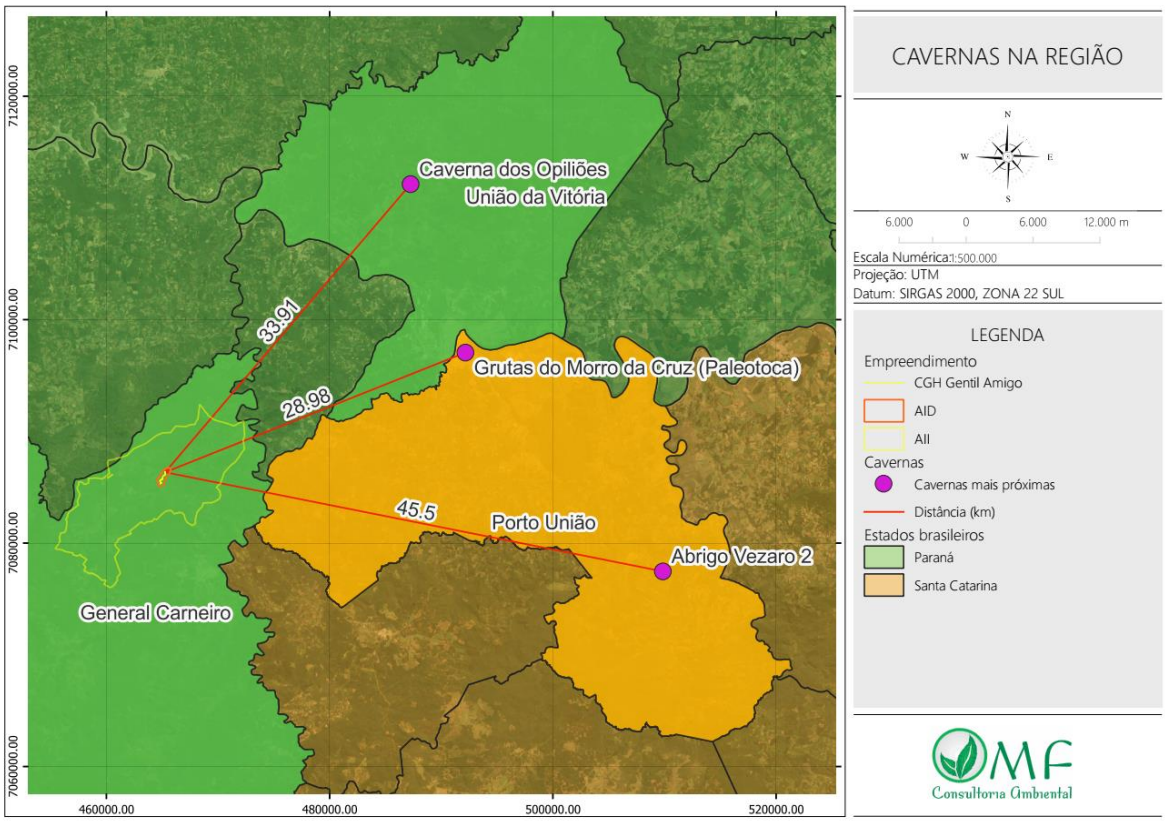


Figura 9.190: Cavernas na região da CGH Gentil Amigo.

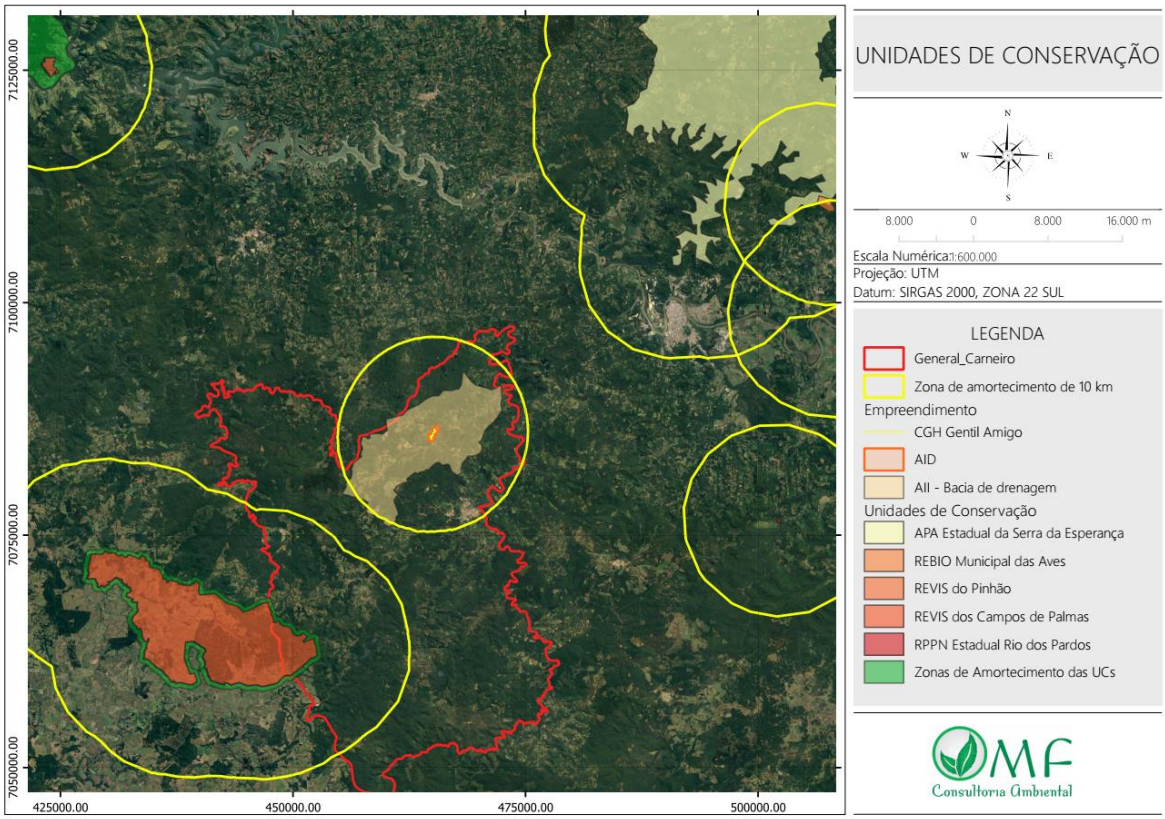


Figura 9.191: Unidades de conservação próximas a CGH Gentil Amigo.

9.1.2.5.5 Uso e Ocupação do Solo na Área de Influência Direta

A área de influência direta do empreendimento compreende uma área de 1,87 km², com predominância de vegetações nativas com 0,65 km², seguido de pasto com 0,34 km² (Figura 9.192), no entanto com alto nível de fragmentação na margem direita, formada principalmente por pastagem em conjunto com Araucárias, não formando um subbosque. Áreas abertas são predominantemente de uso pastoril com ruminantes e caprinos.

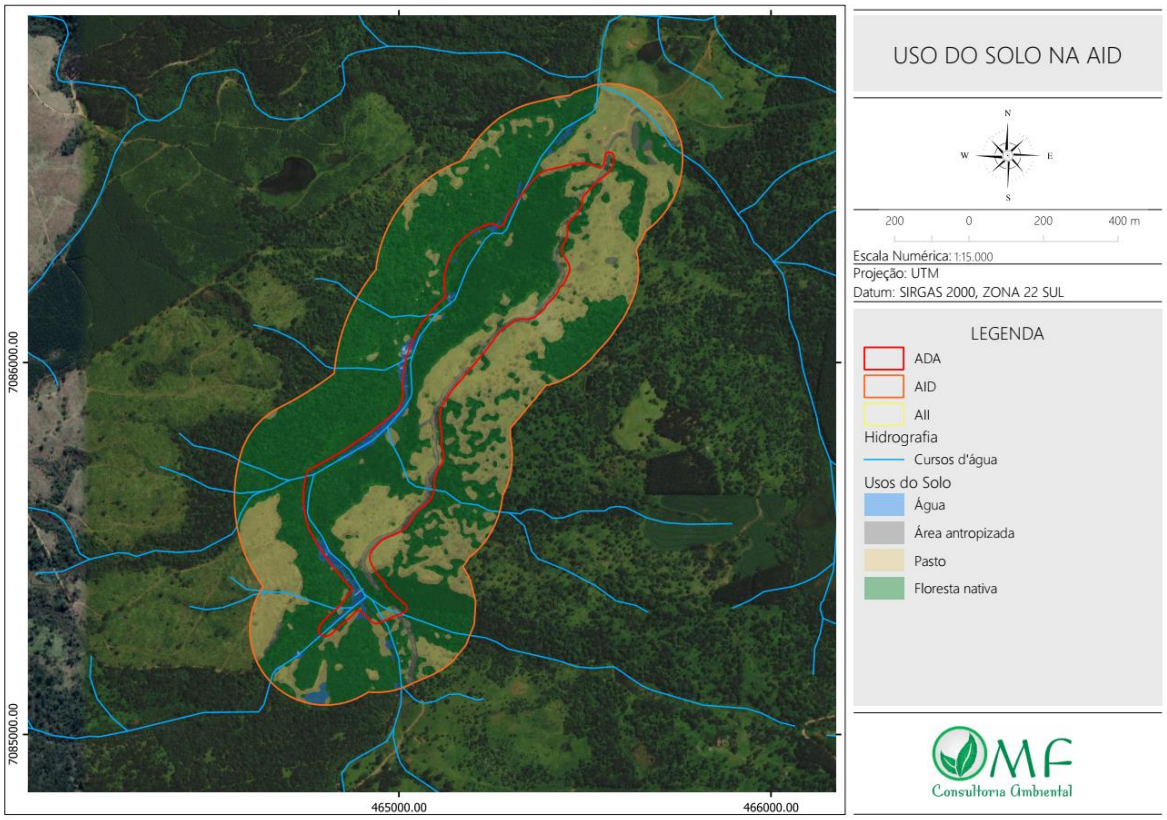


Figura 9.192: Usos do solo na AID e ADA.

9.1.2.5.6 Remanescentes Florestais de Relevante Interesse Ecológico

A área do empreendimento, como anteriormente citada, encontra-se alocada em uma região prioritária para restauração conforme apresentado anteriormente, a nível estadual, por ser uma área de interesse visando o Corredor Ecológico Araucária. Levando em consideração tais informações, abaixo apresenta-se as áreas estratégicas para conservação da biodiversidade paranaense. Com a presença de tais áreas de interesse na área do empreendimento, se faz necessário o monitoramento a longo prazo desses corredores ecológicos

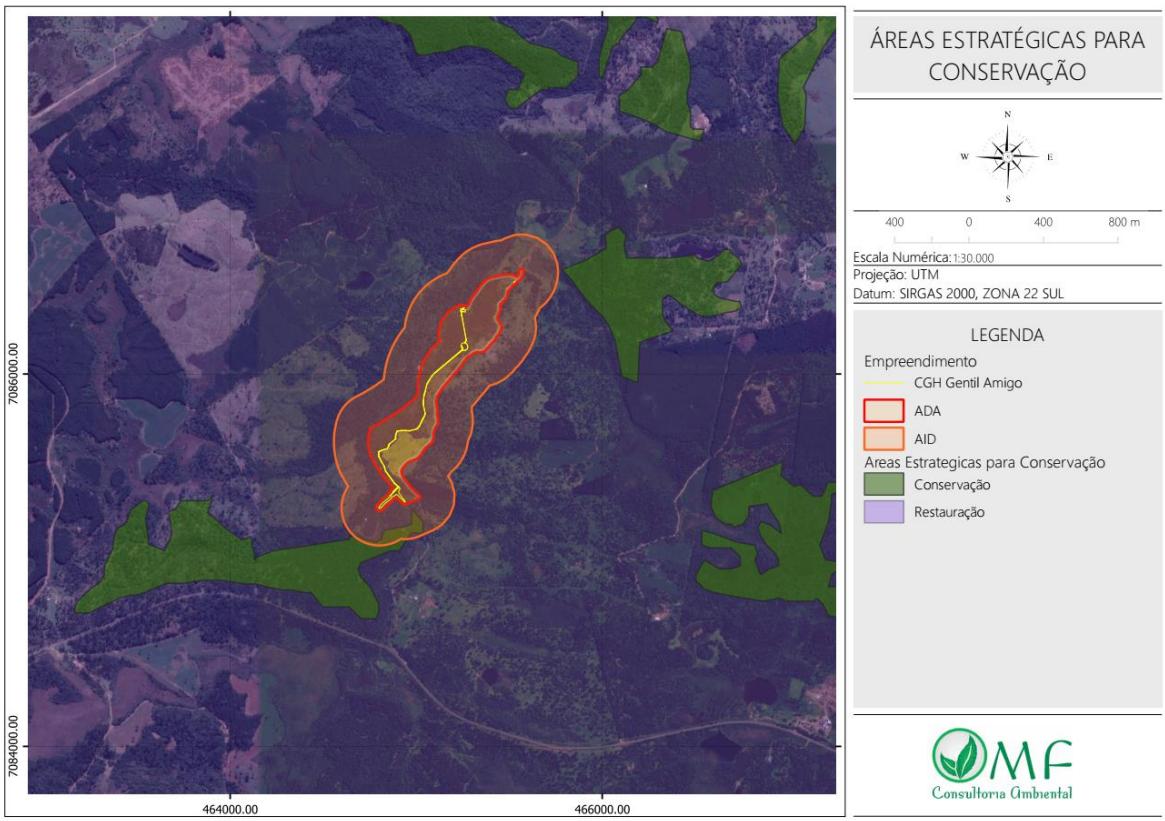


Figura 9.193: Áreas estratégicas para a conservação.

9.1.2.6 Prognóstico – Fauna

9.1.2.6.1 Alteração da Paisagem, Perda, Fragmentação, Ruptura de Corredores Ecológicos e a Criação de Barreiras Físicas

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

Algumas atividades na fase de instalação do empreendimento, como a supressão de vegetação, terraplenagem, instalação de ensecadeiras, instalação dos canteiros de obras, operação de máquinas e equipamentos provocará a alteração do habitat de diversas espécies que compõe a fauna aquática e terrestre da região, causando maior impacto em espécies de hábitos florestais, as que habitam preferencialmente ambientes lóticos e de área de vida de curta extensão. E a perca de hábitat pode impactar diretamente espécies de extensas áreas de vida com a criação de barreiras geográficas devido a instalação de estruturas como o canal de adução.

Assim, pequenos fragmentos existentes nas margens do rio, na AID do empreendimento, mostram-se de grande importância e funcionalidade para a transição, alimentação, reprodução e habitat das espécies registradas. Atestando a importância destes fragmentos para o fluxo gênico entre os fragmentos próximos do empreendimento e com o Corredor Ecológico Araucária.

A fauna residente nas áreas de supressão da vegetação será afugentada, transferida ou realocada para outros fragmentos de mata próximos (zonas de amortecimento), preferencialmente na área a jusante da casa de força, visto que esta tem maior proximidade

com um corredor de biodiversidade. Isso poderá provocar mudanças na área de vida de alguns espécimes da fauna. Desta forma, a supressão da vegetação nativa acarretará um impacto negativo sobre diversos aspectos da fauna.

Tabela 9.55: Avaliação do impacto da fragmentação de paisagem.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa

9.1.2.6.1.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Compensação ambiental, como implantação de ações de recomposição florestal, afugentamento, resgate e realocação de fauna, monitoramento das comunidades de fauna locais e criação e passagens de fauna.

Tabela 9.56: Classificação das medidas para impacto de perda e fragmentação do habitat natural.

Atributo	Descrição
Natureza	Compensatória
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Instalação, Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de recuperação de áreas degradadas; - Programa de recuperação das áreas de preservação permanente; - Programa de acompanhamento de supressão de vegetação; - Programa de afugentamento e resgate de fauna; - Programa de monitoramento de fauna.

9.1.2.6.2 Alterações nas Condições Ambientais do Curso Hídrico

Ver impactos apresentados no volume do Meio Físico.

9.1.2.6.3 Alterações na Composição da Fauna Local

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

A área amostral encontra-se inserida em meio a transição entre um mosaico urbano e um mosaico agrícola com pequenos fragmentos florestais. A composição da fauna local sofrerá alterações com o início da instalação do empreendimento e os primeiros anos de operação, visto que a área afetada em questão é nicho de uma considerável riqueza de organismos, estes serão impactados pelo empreendimento, seja pela fragmentação do ambiente, construção de barreiras físicas ou demais perturbações, podendo abandonar a área inicialmente, entretanto, esta tende a se reestabelecer na área com execução de programas como o de recuperação de áreas degradadas.

Considerando isso, a área de preservação permanente do Arroio São Manuel encontra-se em desacordo em alguns pontos com a lei 12.651/2012, visto que o curso hídrico possui mais de 10 metros de largura em alguns pontos, e de acordo o artigo 4ª do capítulo II na seção I dispõe a á área de preservação permanente ideal para o presente curso hídrico deveria ser de 50 metros.

Consequentemente, a área em questão já sofre com pronunciado efeito de borda, explicando a fauna de caráter generalista que habitam a área. No entanto, a intervenção na área irá agravar tal situação.

Tabela 9.57: Avaliação de impactos na composição da fauna local.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direto e Indireto
Temporalidade	Longo prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Alta

9.1.2.6.3.1 Medidas de Mitigação do Impacto

A recomposição da área de preservação permanente da região do reservatório do empreendimento afetará beneficamente o ecossistema local, com o cercamento da área e o enriquecimento da flora local.

Tabela 9.58: Classificação das medidas para impacto na composição da fauna local.

Critério	Descrição
Natureza	Compensatória
Área de Aplicação	ADA, AID
Etapa de Aplicação	Instalação, Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de monitoramento de fauna; - Programa de recuperação de áreas degradadas; - Programa de recuperação das áreas de preservação permanente.

9.1.2.6.4 Emissão de Ruídos e Vibrações

Fase: Instalação **Local**: ADA

Este impacto irá acontecer na fase de implantação durante o período de instalação do empreendimento, devido a movimentação de veículos, utilização de maquinários pesados de construção civil para escavações e outros tipos de ações no local, como ruídos da própria construção, explosões para remoção de rochas e da movimentação de funcionários, irá ocorrer emissão de ruídos e vibrações, as quais devem impactar na fauna local principalmente quanto a avifauna.

Bem como na fase de operação, como possíveis ruídos propagados pela casa de força do empreendimento, no entanto o período de maior intensidade será durante a instalação, já na fase de operação será de moderada a baixa intensidade.

Tabela 9.59: Avaliação do impacto emissão de ruídos e vibrações.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa

9.1.2.6.4.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Fase de Instalação:

- Revisão frequente dos veículos, maquinários e posteriormente das estruturas geradoras de ruídos e vibrações;
- Explosões em horários de menor movimentação da fauna (final da manhã e início da tarde).

Fase de operação:

- Revisão adequada da casa de maquinas, evitando a propagação de resíduos.

Tabela 9.60: Classificação das medidas para impacto dos ruídos e vibrações.

Atributo	Descrição
Natureza	Compensatória
Área de Aplicação	ADA, AID, AII
Etapa de Aplicação	Instalação, Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa ambiental para construção – PAC.

9.1.2.6.5 Fauna Atropelada

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID/AII

A melhoria de vias de acesso, como parte necessária ao transporte de material utilizado na construção, pode vir a aumentar o número de atropelamento de animais e facilitar a chegada de caçadores.

Durante a implantação do empreendimento, haverá um aumento do tráfego de máquinas pesadas, equipamentos e veículos nas estradas locais e na construção de vias de acesso. Estas ações, juntamente com a supressão vegetal para implantação de estruturas do empreendimento poderão ocasionar a dispersão da fauna local, e por intermédio disto, o aumento da probabilidade de atropelamentos de répteis, anfíbios, mamíferos e possivelmente aves, apesar deste impacto implicar mais em animais de menor mobilidade.

Ainda há o fato da presença da Avenida Getúlio Vargas que liga Chopinzinho ao seu interior dentro da área diretamente afetada e de influência direta e indireta do empreendimento. Visto isso, deve-se monitorar a longo prazo como será o deslocamento da fauna nesta região crítica.

No entanto, deve-se levar em consideração durante os estudos prévios, não foram registrados animais atropelados, entretanto, caso venha a se obter novos registros, orienta-se a execução do subprograma de fauna atropelada.

Tabela 9.61: Avaliação do impacto mortandade de animais por atropelamento.

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Média

9.1.2.6.5.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Instruções relacionadas ao risco de atropelamento da fauna, através do programa de comunicação social, educação ambiental e do programa de controle ambiental.

Monitoramento da fauna atropelada nos trechos de vias com abrangência da área de influência direta do empreendimento, visando mapear áreas críticas para o atropelamento da fauna silvestre.

Através do programa ambiental para construção (PAC), instalação de sinalizações nos acessos e vias internas a obra, restringindo e alertando sobre a velocidade dos veículos nos acessos dentro e no entorno do empreendimento.

Tabela 9.62: Classificação das medidas para impacto por fauna atropelada.

Critério	Descrição
Natureza	Compensatória
Área de Aplicação	ADA, AID, AII
Etapa de Aplicação	Instalação, Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de monitoramento de fauna; - Programa ambiental para construção – PAC; - Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

9.1.2.6.6 Acidentes com Animais Peçonhentos

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Na fase de implantação empreendimento ocorrerá o acesso de funcionários e moradores e animais domésticos do entorno a ambientes com potencial de abrigar espécies peçonhentas como serpentes, abelhas, aranhas, escorpiões e outros, aumentando assim o risco de acidentes com pessoas.

Com os trabalhos de remoção de vegetação o encontro com estes animais poderá ser ainda mais frequente pois estas atividades poderão acarretar na dispersão imediata de tais animais presentes em direção às áreas adjacentes para refúgio principalmente em buracos, sob pedras, troncos e galhos no chão.

Tabela 9.63: Avaliação do impacto acidentes com animais peçonhentos.

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Pequena
Probabilidade de ocorrência	Baixa

9.1.2.6.6.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Orientações e atividades de educação ambiental voltadas aos trabalhadores ligados ao empreendimento e a comunidade local através do programa de comunicação social e educação ambiental, visando orientar os colaboradores acerca da importância do uso correto de equipamentos de proteção individual (EPI) e quais medidas deverão ser tomadas quando do encontro ou acidente com animal peçonhento.

Ações para gerenciamento de resíduos no âmbito do PAC, a fim de evitar o acúmulo de resíduos e criação de potenciais locais de alimentação ou abrigo para a fauna peçonhenta e/ou venenosa no local da obra.

Tabela 9.64: Classificação das medidas para impacto por animais peçonhentos.

Critério	Descrição
Natureza	Compensatória
Área de Aplicação	ADA, AID, AII
Etapa de Aplicação	Instalação, Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa ambiental para construção – PAC; - Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

9.1.2.6.7 Predação (Captura e Abate de Animais)

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

Esse impacto está relacionado ao aumento na circulação de pessoas e/ou colaboradores nas áreas próximas ao empreendimento durante a fase de implantação. Com a abertura de novos acessos e melhoria nas estradas, poderá existir um aumento na incursão de caçadores em busca de animais cinegéticos (caça e pesca), de valor comercial ou aqueles mantidos em cativeiro como aves de valor comercial devido a sua capacidade vocal. Ainda, a movimentação de equipamentos pesados durante limpeza das áreas necessárias à construção dos empreendimentos induzirá a fauna terrestre a procurar novos habitats, expondo as mesmas aos predadores, à caça pelos moradores da localidade ou o atropelamento nas estradas próximas.

As espécies que sofrerão com este impacto não se limitam apenas àquelas de importância para caça e captura para abate de aves, mamíferos e peixes, mas também espécies de serpentes e répteis, que devido ao medo que causam e à desinformação, algumas espécies poderão sofrer o abate indiscriminado, ou mesmo extermínio principalmente de serpentes, de muitas espécies que possuem um importante papel no controle biológico de vetores.

Tabela 9.65: Avaliação do impacto de predação (captura e abate de animais).

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

9.1.2.6.7.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Programa ambiental para construção (PAC), deverá ser implantado o programa de educação ambiental entre os trabalhadores da obra e os moradores da região, com o objetivo de reduzir a caça e sensibilizar sobre a importância da biodiversidade a ser preservada no local. Com o foco principal nas espécies cinegéticas e ameaçadas, que tem potencial de serem alvo de tráfico.

Programa de monitoramento e resgate da fauna silvestre objetivando reduzir e evitar a perda de animais pelas ações construtiva da obra, com ações de resgate e afugentamento das espécies.

Acompanhamento da construção com adoção de medidas preventivas visando minimizar as alterações decorrentes desta fase.

Tabela 9.66: Classificação das medidas para impacto por predação.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Operação
Mitigação	Médio prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa ambiental para construção – PAC; - Programa de educação ambiental; - Programa de afugentamento e resgate de fauna.

9.1.2.7 Matriz de Impactos Ambientais – Fauna

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
Biótico	Fauna	Alteração da Paisagem, Perda, Fragmentação, Ruptura de Corredores Ecológicos e a Criação de Barreiras Físicas	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA/AID	M	M	C	16	Forte	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de acompanhamento de supressão de vegetação Programa de afugentamento e resgate de fauna Programa de monitoramento de fauna
		Alterações na Composição da Fauna Local	X		Neg	Dir	LP	Temp	REV	ADA/AID	A	G	A	9	Moderada	Programa de monitoramento de fauna Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Emissão de Ruídos e Vibrações	X		Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA	B	M	C	8	Moderada	Plano ambiental de construção – PAC
		Fauna Atropelada	X		Neg	Ind	IM	Perm	REV	ADA/AID/AII	M	G	M	12	Moderada	Programa de monitoramento de fauna Plano ambiental de construção – PAC Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Acidentes com Animais Peçonhentos	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	P	B	1	Fraca	Plano ambiental de construção – PAC Programa de educação ambiental Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Predação (Captura e Abate de Animais)	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	M	M	B	4	Fraca	Plano ambiental de construção – PAC Programa de educação ambiental Programa de afugentamento e resgate de fauna

Legenda

Critérios	Natureza		Forma		Temporalidade				Duração		Reversibilidade		Abrangência			Magnitude			Importância			Probabilidade			
Abreviação	Neg	Pos	Dir	Ind	IM	CP	MP	LP	Temp	Perm	REV	IRR	ADA	AID	AII	B	M	A	P	M	G	B	M	A	C
Significado	Negativa	Positiva	Direta	Indireta	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Área Diretamente Afetada	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta	Baixa	Média	Alta	Pequena	Média	Grande	Baixa	Média	Alta	Certa

9.1.2.8 Medidas Mitigadoras

9.1.2.8.1 Programa de Monitoramento de Fauna

A elaboração do presente programa ambiental segue as instruções para os procedimentos administrativos de Autorizações Ambientais para Manejo de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental da Instrução Normativa 02/2023.

9.1.2.8.1.1 Apresentação

O presente programa tem como objetivo aferir possíveis impactos da implantação do empreendimento na fauna terrestre local, relatando comportamentos, áreas de vida e aplicar métodos que permitam medir a biodiversidade local e estipular medidas mitigadoras.

9.1.2.8.1.2 Justificativa

O Monitoramento da fauna na área do empreendimento em questão é de caráter fundamental para a compreensão exata dos impactos decorrentes do processo de possível instalação do empreendimento, como para subsidiar a formulação de medidas mitigadoras capazes de atenuar os impactos negativos e assegurar a manutenção e conservação da biodiversidade local em patamares sustentáveis após sua implantação.

9.1.2.8.1.3 Objetivos

9.1.2.8.1.3.1 Objetivos Gerais

Executar o Monitoramento da Fauna na área de influência do empreendimento durante as fases pré-executiva, construção e primeiros dois anos de operação, com a finalidade de conhecer as taxas existentes no local para obtenção de dados qualitativos e quantitativos da fauna para compor banco de dados que embasará futuras pesquisas científicas relacionadas à ecologia das espécies que compõem a fauna local, bem como estratégias de preservação das mesmas.

9.1.2.8.1.3.2 Objetivos Específicos

- Monitorar a fauna afetada pelo empreendimento durante as fases de construção e operação;
- Identificar e quantificar as espécies ocorrentes em cada uma das áreas amostrais;
- Inferir sobre a diversidade local com base nos dados amostrados;
- Identificar variações na diversidade ao longo das amostragens que indiquem qualquer impacto a fauna;
- Subsidiar orientações e tomadas de decisão quanto a mitigação de impactos sobre a fauna.

9.1.2.8.1.4 Metodologias para a Fauna Terrestre

As áreas amostrais serão compartilhadas entre grupos taxonômicos distintos da fauna terrestre, inclusive algumas metodologias de amostragem empregadas, entretanto algumas deverão ser distintas em função das particularidades de cada grupo, sendo que a seguir tais metodologias são apresentadas na Tabela 9.67 e descritas nos itens posteriores.

Tabela 9.67: Métodos de amostragens para a fauna terrestre.

Natureza dos dados	Metodologia de amostragem	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna
Dados Primários	Busca ativa com procura visual e auditiva	X	X	X	
	Armadilhas Shermann e Tomahawk		X		
	Armadilha fotográfica		X		
	Rede de neblina	X	X		
	Registro de indivíduos mortos	X	X	X	
	Registro através de vestígios		X		
	Pontos de escuta	X			
	Busca em ambientes reprodutivos			X	
	Armadilha Pantrap				X
	Armadilha Malaise				X

9.1.2.8.1.4.1 Dias de Amostragem

Para a execução das diversas metodologias propostas, as amostragens deverão ser realizadas em pelo menos 3 dias consecutivos.

9.1.2.8.1.4.2 Áreas de Monitoramento

As áreas amostrais seguiram o proposto na legislação vigente, sendo definidos um total de quatro áreas amostrais, sendo as áreas amostrais FAU01, que corresponde a área de jusante da casa de força; FAU02, a região do trecho de vazão reduzida; FAU03, área de implantação do reservatório do empreendimento. Também foi definida a área controle, nomeada de FAUC, localizada a mais de 1,2 km a montante do barramento, fora da Área de Influência Direta do empreendimento.

Tabela 9.68: Áreas amostrais para o monitoramento da fauna terrestre.

Área amostral	Local	Área (ha)	Coordenadas centroide
FAU01	Jusante da casa de força	33,19	22J 465416,24 7086429,80
FAU02	Trecho de vazão reduzida	36,92	22J 465078,53 7085936,45
FAU03	Região do reservatório	33,66	22J 464873,09 7085412,88
FAUC	Área controle	34,83	22J 465440,66 7083826,27

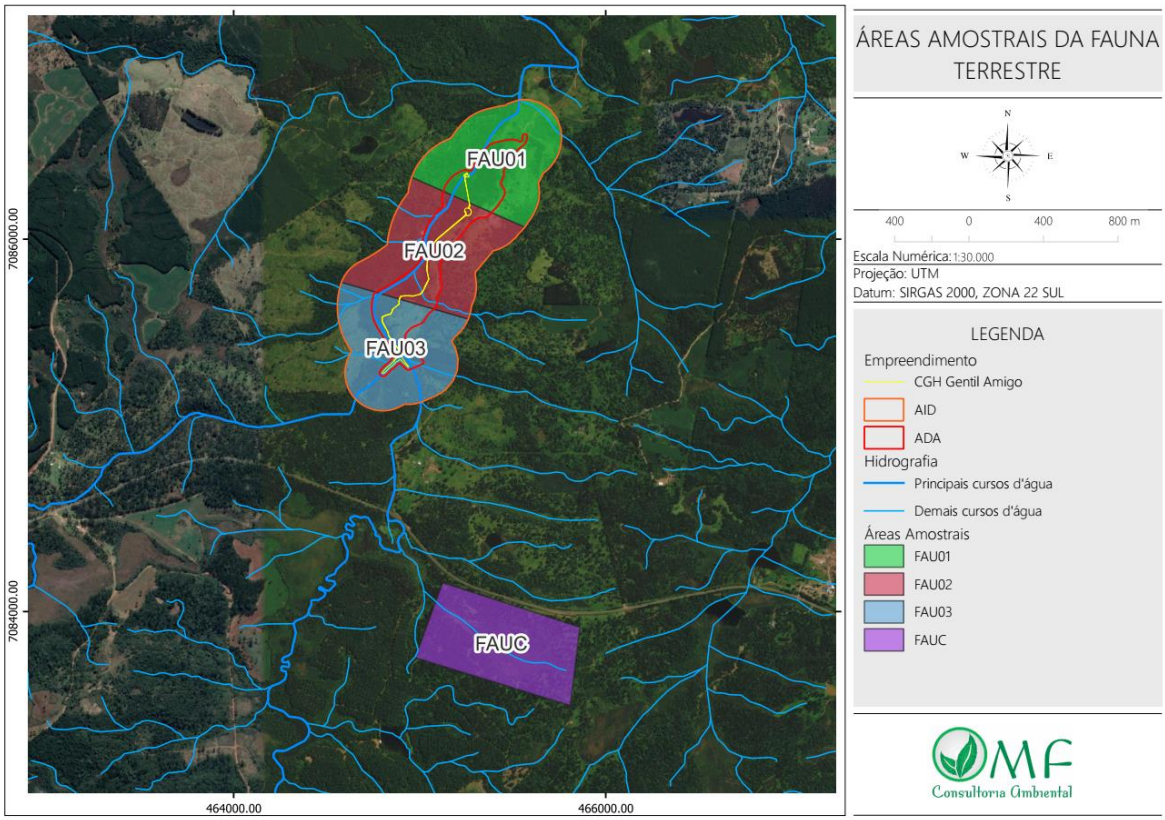


Figura 9.194: Áreas amostrais para o monitoramento da fauna terrestre.

9.1.2.8.1.4.3 Avifauna

9.1.2.8.1.4.3.1 Busca Ativa com Procura Visual e Auditiva

Serão percorridos em varredura locais propícios ao encontro de aves, como fragmentos, bordas de mata e áreas próximas a cursos d'água. Serão registrados todos os indivíduos, através de avistamento direto ou através de vocalizações ao longo das trilhas e em deslocamento durante as atividades de campo no decorrer do dia.

O esforço de 2 horas de busca deverá ser empregado para cada área amostral, no decorrer dos três dias de amostragem.

Para auxiliar no registro das espécies, será utilizado um minigravador Coby CX-R 190, com microfone direcional Yoga A320, ou dispositivo similar, para possíveis gravações de espécies desconhecidas ou playback, câmeras fotográficas e binóculos.

Tabela 9.69: Esforço amostral por busca ativa por procura visual e auditiva.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa visual e auditiva	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.195: Busca ativa visual e auditiva.

9.1.2.8.1.4.3.2 Captura em Rede de Neblina

Serão instaladas um jogo de duas redes de neblina com dimensões de 12m de comprimento e 2,5m de altura em cada área amostral. Estas serão instaladas em cada uma das quatro áreas amostrais definidas, em margem direita ou esquerda do rio, totalizando 60m² de malha exposta por área amostral, e 240m^2 por campanha no empreendimento.

As redes serão instaladas em locais florestados e abertos, abrangendo a maior gama de ambientes vegetacionais distintos possíveis, permanecendo abertas em período diurno/crepuscular (início da manhã ou final da tarde) para a captura de aves, permanecendo abertas por 2 horas em cada sítio amostral. Tais redes serão revisadas a cada intervalo de 30 min para registro e soltura dos indivíduos capturados.

Tabela 9.70: Esforço amostral por captura em rede de neblina.

Método	Tempo/área	Redes/área	Dias	Áreas
Rede de neblina	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.196: Exemplo de redes de neblina a serem utilizadas durante os monitoramentos.

9.1.2.8.1.4.3.3 Pontos de Escuta

A metodologia por pontos de escuta tem como objetivo fornecer uma estimativa da densidade das espécies de aves da comunidade, sendo o mais completo dentre todos os métodos de amostragem quantitativa disponíveis. Cada ponto (localizado dentro de uma parcela) será amostrado por 10 minutos. Dentro deste período de tempo será anotada dia e hora de início da amostragem, nome da espécie e número de indivíduos registrado por meio visual, auditivo ou ambos. Para auxiliar no registro das espécies, será utilizado um minigravador Coby CX-R 190, com microfone direcional Yoga A320 ou similares, câmeras fotográficas e binóculo.

Em cada campanha, deverá ser elegido dois pontos de escuta para cada área amostral, sendo assim, um total de oito pontos de escuta ao todo, por campanha. Estes pontos deverão ser amostrados uma vez em cada campanha. Esta metodologia será realizada preferencialmente no primeiro horário da manhã, período de maior atividade das aves.

Nos casos em que uma determinada vocalização emitida por uma espécie de ave não puder ser identificada prontamente, ela será identificada posteriormente pela gravação.

Tabela 9.71: Esforço amostral por pontos de escuta.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Pontos	Áreas
Pontos de escuta	10min	1	2	4 áreas
Total: 1h e 20min/campanha				



Figura 9.197: Execução dos pontos de escuta.

9.1.2.8.1.4.3.4 Registro de Indivíduos Mortos

Todas as áreas amostrais e seus acessos serão percorridos em varredura na procura por aves mortas. Também durante o deslocamento entre os diferentes pontos amostrais será observada a ocorrência de animais mortos nas vias de acesso utilizadas.

Destaca-se que o esforço para esta metodologia é compartilhado para diferentes grupos de fauna terrestre.

Tabela 9.72: Esforço amostral para busca por avifauna morta.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca por animais mortos	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.198: Registro de avifauna morta.

9.1.2.8.1.4.4 Herpetofauna

9.1.2.8.1.4.4.1 Busca Ativa com Procura Visual e Auditiva

Serão percorridos em varredura locais propícios ao encontro de répteis e anfíbios, como fragmentos, bordas de mata e áreas próximas a cursos d'água e áreas alagadas. Serão registrados todos os indivíduos, através de avistamento direto ou através de vocalizações ao longo das trilhas e em deslocamento durante as atividades de campo no decorrer do dia. Deverá ser verificado o interior de tocas, entre as rochas, a serapilheira, troncos caídos e interior de bromélias, a fim de registrar indivíduos abrigados. Esta busca ocorrerá em período diurno.

O esforço de 2 horas de busca deverá ser empregado para cada área amostral, no decorrer dos três dias de amostragem.

Para auxiliar no registro das espécies, será utilizado um minigravador Coby CX-R 190, com microfone direcional Yoga A320, ou dispositivo similar, para possíveis gravações de espécies desconhecidas ou playback, além de câmeras fotográficas e binóculos.

Tabela 9.73: Esforço amostral por busca ativa diurna por procura visual e auditiva.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa visual e auditiva	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.199: Busca ativa diurna por répteis e anfíbios.

9.1.2.8.1.4.4.2 Busca Ativa em Ambientes Reprodutivos

Especialmente para a herpetofauna, se concentrará a busca destes em ambientes tipicamente conhecidos como “ambientes reprodutivos”, como brejos, áreas alagadas, pequenos cursos d’água ou até mesmo lagoas artificiais. A busca por esta metodologia ocorrerá em período noturno, compreendendo pelo menos 2 horas de buscas por área amostral por campanha, registrando os indivíduos visualmente ou por vocalizações.

Visto que o empreendimento se extende por uma área pequena, e consequentemente as áreas de amostragens também são reduzidas, a busca em ambientes reprodutivos deverá ser concentrada nas margens dos cursos d’água encontrados no local definido para amostragem, ou na ausência de qualquer áreas caracterizada como “ambiente reprodutivo” descrita anteriormente, deverá ser realizada a busca em local mais próximo possível, com identificação geográfica do local em relação as áreas definidas para amostragem.

Tabela 9.74: Esforço amostral por busca ativa noturna em ambientes reprodutivos.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca em ambientes reprodutivos	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.200: Busca ativa noturna em ambientes reprodutivos.

9.1.2.8.1.4.4.3 Registro de Indivíduos Mortos

Todos as áreas amostrais, e seus acessos, serão percorridos em varredura na procura por répteis e anfíbios mortos. Também durante o deslocamento entre os diferentes pontos amostrais será observada a ocorrência de animais mortos nas vias de acesso utilizadas.

Destaca-se que o esforço para esta metodologia é compartilhado para diferentes grupos de fauna terrestre, e deverá compreender um esforço de 2 horas durante os três dias de campanha para cada área amostral.

Tabela 9.75: Esforço amostral para busca por herpetofauna morta.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca por animais mortos	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.201: Registro de herpetofauna morta.

9.1.2.8.1.4.5 Mastofauna

9.1.2.8.1.4.5.1 Busca Ativa com Procura Visual e Auditiva

Serão percorridos em varredura locais propícios ao encontro de mamíferos, como fragmentos, bordas de mata e áreas próximas a cursos d'água. Serão registrados todos os indivíduos, através de avistamento direto ou através de vocalizações ao longo das trilhas e em deslocamento durante as atividades de campo no decorrer do dia.

Para auxiliar no registro das espécies, será utilizado câmeras fotográficas e binóculos, o esforço de 2 horas de busca deverá ser empregado para cada área amostral, no decorrer dos três dias de amostragem.

Tabela 9.76: Esforço amostral por busca ativa por procura visual e auditiva.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca ativa visual e auditiva	2h	2	1	4

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.202: Busca ativa por procura visual e auditiva.

9.1.2.8.1.4.5.2 Captura em Armadilhas Sherman e Tomahawk

Em todas as áreas amostrais serão instaladas cinco armadilhas do tipo Shermann (As) e cinco armadilhas do tipo Tomahawk (At), iscadas com frutas, cereais, creme de amendoim, e carne, ou um preparado de banana macerada com farinha de milho, sardinha, baunilha e paçoca objetivando a atração da mastofauna para as armadilhas. Tais armadilhas serão armadas preferencialmente em locais com indícios da presença de elementos faunísticos, visando otimizar as capturas (ex: próximo a tocas, corredores de passagem da fauna, etc.).

Considerando as quatro áreas de amostragem será utilizado um total de 40 armadilhas, 20 de cada modelo específico. Estas ficarão expostas pelo período de três dias e duas noites em cada campanha de amostragem, sendo revistadas a cada 12 horas para registro e soltura dos espécimes capturados e troca de iscas.

Este método também registra eventualmente a captura de outros indivíduos da fauna, como aves e répteis, portanto, caso ocorra será contabilizado como métodos para estes grupos.

Tabela 9.77: Esforço amostral por armadilhas Shermann e Tomahawk.

Método	Tempo/área	Armadilhas/área	Dias	Áreas	Total (h)
Shermann	24h	5	3	4	1.440
Tomahawk	24h	5	3	4	1.440
Total: 2.880 horas/campanha					



Figura 9.203: Armadilhas Shermann e Tomahawk utilizadas.

9.1.2.8.1.4.5.3 Registro Através de Armadilhas Fotográficas

Tendo em vista o registro de mamíferos, em especial de médio e grande porte, serão utilizadas uma armadilha fotográfica modelo Bushnell Tigrinus ou similar, para cada área amostral, totalizando quatro armadilhas por campanha. As armadilhas fotográficas ficarão instaladas por todo o período de amostragem, totalizando 72h em cada área amostral por campanha. Como atrativo visando instigar os animais para o raio de ação das câmeras serão utilizadas iscas diversas aromáticas (carne, frutas, vegetais e cereais).

A instalação das armadilhas fotográficas deverá abranger ambientes distintos dentro da área de influência do empreendimento, optando-se assim por ambientes florestados e áreas antrópicas com vestígios de fauna situadas às margens do rio e ao longo da área de influência dos empreendimentos.

Este método também registra eventualmente outros indivíduos da fauna, como aves e répteis, portanto, será contabilizado como método para estes grupos no caso de captura fotográfica.

Tabela 9.78: Esforço amostral por armadilhas fotográficas.

Método	Tempo/área	Armadilhas/área	Dias	Áreas
Armadilhas fotográficas	24h	1	3	4
Total: 288 horas/campanha				



Figura 9.204: Instalação de armadilha fotográfica.

9.1.2.8.1.4.5.4 Captura em Rede de Neblina

Metodologia destina a captura de morcegos (quirópteros). Cada área amostral contará com um jogo de duas redes de neblina com dimensões de 12m de comprimento e 2,5m de altura. Estas serão instaladas em cada uma das quatro áreas amostrais definidas, em margem direita ou esquerda do rio, totalizando 60m^2 de malha exposta por sítio amostral, e 240m^2 por campanha no empreendimento.

As redes serão instaladas em locais florestados e abertos, abrangendo a maior gama de ambientes vegetacionais distintos possíveis, permanecendo abertas em período noturno para a captura de morcegos, pelo período de 2 horas em cada área amostral. Tais redes serão revisadas a cada intervalo de 30 min para registro e soltura dos indivíduos capturados.

Tabela 9.79: Esforço amostral por redes de neblina.

Método	Tempo/área	Redes/área	Dias	Áreas
Rede de neblina	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.205: Redes de neblina utilizadas.

9.1.2.8.1.4.5.5 Registro Através de Vestígios

Todas as áreas amostrais serão percorridas em varredura para observação e exame visual das áreas de serapilheira e solo, inclusive em acessos, de modo a possibilitar o encontro de vestígios de fauna nestes locais. Todo material eventualmente encontrado (ex: penas, regurgito, excremento, restos alimentares, larvas etc.) e vestígios (ex: pegadas) passarão por identificação *in loco*, sempre com registro fotográfico, e confirmação da identificação posteriormente em escritório através das fotos. Quando possível, os materiais vestigiais encontrados serão coletados e acondicionados em recipientes apropriados para posterior análise em laboratório.

Esta metodologia poderá ocorrer em concomitância com as buscas ativas, e seu esforço amostral mínimo deverá ser de 2h por área amostral por campanha.

Tabela 9.80: Esforço amostral por vestígios.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Registro através de vestígios	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.206: Busca e registros de vestígios.

9.1.2.8.1.4.5.6 Registro de Indivíduos Mortos

Todos as áreas amostrais, e seus acessos, serão percorridos em varredura na procura por mamíferos mortos. Também durante o deslocamento entre os diferentes pontos amostrais será observada a ocorrência de animais mortos nas vias de acesso utilizadas.

Destaca-se que o esforço para esta metodologia é compartilhado para diferentes grupos de fauna terrestre, e deverá compreender um esforço de 2 horas durante os três dias de campanha para cada área amostral.

Tabela 9.81: Esforço amostral para busca por mastofauna morta.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Áreas
Busca por animais mortos	2h	2	1	4
Total: 16 horas/campanha				



Figura 9.207: Registro de mamíferos mortos.

9.1.2.8.1.4.6 Entomofauna

9.1.2.8.1.4.6.1 Captura em Armadilhas Pantraps

Deverão ser instaladas armadilhas constituídas por pratos de diversas cores (vermelho, azul e amarelo) que atraem as abelhas e outros insetos, tanto alados como terrestre. Em cada prato deverá ser colocado água, 1g de sardinha e algumas gotas de própolis para atrair abelhas, além de algumas gotas de de detergente para quebrar a tensão superficial e, assim, abater os insetos por afogamento.

Em cada área amostral deverão ser utilizados três (3) kit's, sendo que cada kit possui três armadilhas, totalizando nove (9) por área amostral, organizados em conjuntos. Cada conjunto deverá ser composto por uma armadilha de cada cor e instalado com distanciamento de aproximadamente 20 metros entre si, ficando expostos por 24 horas em cada área amostral. Os espécimes coletados deverão ser armazenados em álcool para posterior identificação.

Tabela 9.82: Esforço amostral por armadilha Pantraps.

Método	Tempo/área	Armadilha/área	Dias	Áreas
Armadilha Pantrap	24h	9	1	4
Total: 865 horas/campanha				



Figura 9.208: Armadilhas Pantraps utilizadas.

9.1.2.8.1.4.6.2 Captura em Armadilha Malaise

Destinada para insetos voadores, é uma armadilha construída com tela de material sintético e lembra uma barraca de camping, confeccionada com teto na cor branca, septos e laterais na cor preta. No alto da armação existe um frasco coletor que aprisiona os insetos. É indicada para amostrar moscas, vespas, abelhas e outros insetos que têm o hábito de subir quando aprisionados.

A armadilha Malaise é uma técnica que intercepta insetos em voo. Os insetos batem nos septos ou teto da armadilha, tendem a subir em direção à luz solar, e por isso terminam por cair no copo coletor (frasco), posicionado na extremidade superior da armadilha. No copo coletor é adicionados 200 ml de água misturada a detergente, para quebra da tensão superficial e causar abate por afogamento. Posteriormente, as amostras devem ser transferidas para potes contendo álcool para fixação e identificação em laboratório. Em cada área amostral deverá ser instalada uma armadilha que ficará exposta por três dias.

Tabela 9.83: Esforço amostral por armadilha Malaise.

Método	Tempo/área	Armadilha/área	Dias	Áreas
Armadilha Malaise	24h	1	3	4
Total: 288 horas/campanha				



Figura 9.209: Armadilha Malaise utilizada.

9.1.2.8.1.4.7 Análises Estatísticas

9.1.2.8.1.4.7.1 Avifauna, Herpetofauna e Mastofauna

As análises estatísticas que basearam a caracterização da biodiversidade local foram performadas no programa estatístico R e RStudio (R Core Team, 2022).

9.1.2.8.1.4.7.1.1 Série de Hills

A análise da diversidade biológica desempenha um papel fundamental na ecologia e na conservação de ecossistemas. Uma abordagem amplamente utilizada para quantificar a diversidade é a Série de Hill, um estimador que fornece insights valiosos sobre a distribuição de abundância das diferentes espécies em uma comunidade. Proposta por John Hill em 1973 (HILL, 1973), essa métrica ganhou destaque devido à sua capacidade de incorporar diferentes perspectivas sobre a importância das espécies com base na sua abundância relativa.

A Série de Hill é uma generalização das métricas de diversidade tradicionais, como a riqueza de espécies (índice de Simpson) e a equitabilidade, permitindo que os pesquisadores explorem os padrões de diversidade em uma gama mais ampla de cenários. Ao atribuir pesos variáveis às espécies com base em um parâmetro de ordem "q", a série de Hill oferece uma flexibilidade única para avaliar como diferentes perspectivas de diversidade se manifestam (JOST, 2007). Além disso, a Série de Hill pode ser utilizada para calcular índices familiares, como o índice de Shannon, como casos especiais quando "q" é ajustado.

A aplicação da Série de Hill tem encontrado ressonância em diversas áreas, desde estudos de biodiversidade em ecossistemas naturais até análises de comunidades microbianas em ambientes urbanos (JOST, 2007). Sua utilidade reside na habilidade de capturar a estrutura subjacente das comunidades, destacando espécies dominantes e raras em diferentes graus, proporcionando uma visão mais completa da diversidade biológica.

A fórmula para calcular a Série de Hill é:

$$D(q) = (\sum_{i=l}^{S} p_i^q)^{\frac{1}{l-q}}$$

Onde:

- $D(q)$ é a medida de diversidade da Série de Hill para um determinado valor de q;
- S é o número total de espécies na comunidade;
- p_i é a proporção (ou abundância relativa) da i-ésima espécie na comunidade.

A interpretação da Série de Hill envolve compreender como diferentes valores do parâmetro de ordem "q" influenciam a medida de diversidade e o que esses valores representam em termos de distribuição de abundância das espécies em uma comunidade. Aqui estão algumas diretrizes para interpretar a Série de Hill:

- **Riqueza de Espécies (q = 0)**: Quando o parâmetro "q" é definido como 0, a Série de Hill fornece a riqueza de espécies ou o número total de espécies na comunidade. Nesse caso, a interpretação é direta: quanto maior o valor da riqueza de espécies, mais diversificada é a comunidade em termos de diferentes tipos de organismos presentes;
- **Diversidade Equitativa (q = 1)**: Quando "q" é igual a 1, a Série de Hill mede a diversidade equitativa, ou seja, a igualdade na distribuição de abundância das espécies. Um valor mais alto indica que as espécies têm abundâncias mais uniformemente distribuídas, enquanto um valor mais baixo sugere uma dominância de algumas poucas espécies;
- **Diversidade Dominância (q → ∞)**: Conforme "q" se aproxima do infinito, a Série de Hill enfatiza as espécies mais abundantes, reduzindo o peso das espécies menos comuns. Isso ajuda a identificar quais espécies têm o maior impacto na determinação da diversidade da comunidade;
- **Intermediários (0 < q < 1 e 1 < q < ∞)**: Valores intermediários de "q" permitem explorar diferentes aspectos da diversidade. Para valores entre 0 e 1, a ênfase recai nas espécies raras, destacando a riqueza total de espécies menos comuns. Valores entre 1 e ∞ continuam a destacar as espécies dominantes, mas com diferentes graus de ênfase.

O parâmetro q controla a ênfase dada às espécies com diferentes abundâncias relativas na comunidade. Quando q = 0, a fórmula se reduz à riqueza de espécies (número total de espécies). Conforme q aumenta, as espécies menos abundantes têm menos peso e as espécies mais abundantes têm mais peso na medida de diversidade.

É importante notar que a Série de Hill pode ser usada para calcular vários índices familiares, como a riqueza de espécies (para q = 0), o índice de Shannon (para q = 1) e o índice de Simpson (para q = 2). Portanto, a fórmula acima é uma fórmula geral que engloba esses índices específicos quando valores particulares de q são escolhidos.

9.1.2.8.1.4.7.1.2 Índice de Shannon

O índice de Shannon, proposto por Shannon (1948), é uma das métricas mais amplamente utilizadas para medir a diversidade de espécies em um ecossistema. Essa métrica leva em consideração tanto a riqueza de espécies quanto a equitabilidade, ou seja, a uniformidade com que os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies presentes em uma comunidade. O cálculo do índice de Shannon envolve o uso de técnicas matemáticas, como a teoria da informação, para estimar a incerteza associada à identificação de uma espécie aleatória dentro da comunidade, tornando-o um indicador sensível e robusto para comparar a diversidade em diferentes áreas.

O índice de Shannon é particularmente útil para ecólogos e conservacionistas, pois fornece uma medida quantitativa da diversidade biológica, permitindo a comparação de diferentes ambientes e o monitoramento de mudanças ao longo do tempo. Além disso, ele também é frequentemente utilizado em estudos de impacto ambiental, restauração e manejo de ecossistemas, auxiliando na tomada de decisões informadas para a conservação da biodiversidade. O índice é calculado da seguinte forma:

$$H' = -\sum(pi \times \ln(pi))$$

Onde:

- H' é o índice de Shannon;
- pi é a proporção do número de indivíduos na espécie 'i' em relação ao número total de indivíduos em todas as espécies na comunidade;
- $ln(pi)$ é o logaritmo natural de pi.

Cada espécie presente na comunidade terá um valor de 'pi', e o índice de Shannon é obtido somando-se o produto de cada 'pi' pelo seu respectivo logaritmo natural e, em seguida, multiplicando o resultado por -1. Quanto maior o valor do índice de Shannon, maior é a diversidade na comunidade, considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre elas.

9.1.2.8.1.4.7.1.3 Índice de Simpson

O índice de Simpson é uma métrica fundamental amplamente utilizada na ecologia e outras disciplinas relacionadas para avaliar a diversidade e a equitabilidade de espécies em um determinado ambiente. Proposto originalmente por Simpson (1949), esse índice é uma medida estatística que varia de 0 a 1, fornecendo insights valiosos sobre a complexidade da composição biológica de uma comunidade. Sua aplicação é essencial para compreender a estrutura e a saúde dos ecossistemas, além de desempenhar um papel crítico na tomada de decisões relacionadas à conservação e à gestão ambiental.

O cálculo do índice de Simpson baseia-se na proporção de indivíduos encontrados em cada espécie presente na comunidade. Quanto mais uniformemente distribuídos esses indivíduos entre as espécies, maior será o valor do índice de Simpson, indicando uma maior diversidade e equitabilidade no ecossistema estudado. Através dessa métrica, pesquisadores podem comparar diferentes áreas, ecossistemas e períodos temporais para

avaliar mudanças na biodiversidade e detectar possíveis impactos causados pelas atividades humanas ou outros fatores ambientais.

O índice de Simpson é calculado a partir da soma das proporções de cada espécie ao quadrado, e é expresso pela seguinte fórmula:

$$Índice\ de\ Simpson = \sum (pi)^2$$

Onde:

- pi é a proporção de indivíduos da espécie "i" em relação ao total de indivíduos de todas as espécies na comunidade;
- Σ representa a soma dos valores para todas as espécies presentes na comunidade.

O resultado do cálculo varia entre 0 e 1, onde 0 indica total ausência de diversidade (uma única espécie dominante) e 1 representa máxima diversidade (todas as espécies igualmente abundantes). Quanto mais próximo de 1 for o índice de Simpson, maior será a diversidade e equitabilidade da comunidade.

Entretanto, a Série de Hills calcula o índice recíproco de Simpson O valor desse índice começa com 1 como o valor mais baixo possível. Este caso representaria uma comunidade que contém apenas uma espécie. Quanto maior o valor, maior a diversidade.

9.1.2.8.1.4.7.1.4 Similaridade de Jaccard

Para a verificação da similaridade entre áreas amostradas utilizou-se do índice de Jaccard para cálculo das similaridades, e posteriormente a utilização do método Agnes (*Aglomerative Nesting*) para agrupamento hierárquico e assim construção de dendrograma.

A Similaridade de Jaccard é uma métrica amplamente utilizada em diferentes áreas, desde ciência da computação até análise de dados e bioinformática. Introduzida por Jaccard (1901), essa medida de similaridade é definida como a proporção do tamanho da interseção entre dois conjuntos em relação ao tamanho da sua união. Em outras palavras, a Similaridade de Jaccard mede a sobreposição entre dois conjuntos e varia de 0 a 1, sendo 0 quando não há elementos em comum e 1 quando os conjuntos são idênticos.

O uso da Similaridade de Jaccard é especialmente relevante em aplicações de mineração de dados, recomendação de itens, detecção de plágio e agrupamento de informações. Algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de análise de redes sociais frequentemente empregam essa métrica para comparar padrões de comportamento ou interesses comuns entre usuários. Além disso, na área de bioinformática, a Similaridade de Jaccard tem sido empregada na análise de sequências genéticas, permitindo identificar similaridades entre diferentes espécies ou identificar regiões conservadas no genoma.

A fórmula de cálculo da Similaridade de Jaccard é relativamente simples e é definida como a razão entre o tamanho da interseção de dois conjuntos e o tamanho da união desses conjuntos. Seja A e B dois conjuntos, a fórmula da Similaridade de Jaccard (denotada por $J(A,B)$) é dada por:

$$J(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Onde:

- $|A|$ representa o tamanho do conjunto A (ou seja, o número de elementos em A);
- $|B|$ representa o tamanho do conjunto B;
- $|A \cap B|$ representa o tamanho da interseção entre A e B (ou seja, o número de elementos comuns em ambos os conjuntos);
- $|A \cup B|$ representa o tamanho da união entre A e B (ou seja, o número total de elementos distintos nos dois conjuntos).

9.1.2.8.1.4.7.1.5 Aglomerative Nesting (Agnes)

A construção de dendrogramas desempenha um papel crucial na análise de dados multivariados, permitindo a visualização e interpretação de estruturas hierárquicas em conjuntos de dados. Um método amplamente utilizado para a construção de dendrogramas é o AGNES (Aglomerative Nesting), introduzido por Kaufman e Rousseeuw em 1990, que é um algoritmo de aglomeração que visa agrupar amostras semelhantes em níveis hierárquicos, formando uma representação gráfica chamada dendrograma (KAUFMAN e ROUSSEEUW, 1990).

O AGNES opera de maneira aglomerativa, começando com cada amostra como seu próprio cluster e, em cada etapa, fundindo os clusters mais semelhantes até que todas as amostras estejam em um único cluster. A medida de similaridade, frequentemente baseada na distância euclidiana ou em outras métricas, desempenha um papel crucial na determinação de quais clusters mesclar (EVERITT *et al*., 2011). Essa abordagem ascendente permite a criação de dendrogramas que revelam estruturas hierárquicas intrínsecas nos dados, auxiliando na identificação de grupos e subgrupos.

9.1.2.8.1.4.7.1.6 Estimadores de Riqueza

O estimador de riqueza é uma ferramenta fundamental para a análise de diversidade em amostras de espécies incompletas, com aplicações em ecologia, biologia da conservação e outras áreas de pesquisa biológica.

Entre os estimadores mais utilizados, destacam-se o Jackknife 1, o Jackknife 2 e o Chao. O Jackknife 1 estima a riqueza com base na frequência de espécies únicas na amostra, enquanto o Jackknife 2 leva em conta a frequência de espécies duplicadas. Ambos são amplamente utilizados por sua simplicidade e eficiência (GOTELLI e COLWELL, 2011).

Por outro lado, há opções não paramétricas, como o Chao, que utiliza a frequência de espécies raras para estimar a riqueza total da comunidade, mostrando-se particularmente útil quando a amostragem é limitada (CHAO, 1984). A escolha do estimador mais apropriado depende das características específicas da amostra e das perguntas de pesquisa em questão, sendo crucial selecionar a abordagem adequada para uma interpretação confiável dos resultados.

Outra abordagem de destaque é o método Bootstrap, que tem se mostrado essencial na análise de riqueza de espécies. O Bootstrap envolve a reamostragem dos dados amostrais para criar múltiplas amostras simuladas, permitindo estimativas de riqueza mais precisas e intervalos de confiança confiáveis (EFRON e TIBSHIRANI, 1993)

O estimador Jackknife 1 é calculado da seguinte forma:

$$S_{Jackknife1} = S_{obs} + (n-1)(\frac{S_{obs}}{f_1} - S_{obs})$$

Onde:

- S_{obs} é o número de espécies observadas na amostra;
- n é o tamanho da amostra;
- f_1 é a frequência das espécies únicas (espécies representadas por um único indivíduo) na amostra.

O estimador Jackknife 2 é calculado da seguinte forma:

$$S_{Jackknife2} = S_{obs} + \frac{(n-1)}{2}(\frac{S_{obs}}{f_1} - 1)$$

Onde:

- S_{obs}, n e f_1 têm o mesmo significado que na fórmula do Jackknife 1.

O estimador Chao é calculado como:

$$S_{chao} = S_{obs} + \frac{f_1^2}{2f_2}$$

Onde:

- f_1 é a frequência das espécies únicas (como explicado anteriormente);
- f_2 é a frequência das espécies duplicadas (espécies representadas por exatamente dois indivíduos) na amostra.

O Bootstrap não possui uma fórmula única como os estimadores anteriores, pois é um método de reamostragem. Ele envolve os seguintes passos:

- Reamostrar com substituição a partir dos dados originais para criar várias amostras bootstrap;
- Calcular a estatística de interesse (por exemplo, a riqueza de espécies) para cada amostra bootstrap;
- Construir uma distribuição amostral da estatística a partir das amostras bootstrap;
- Calcular intervalos de confiança, médias ou outras medidas estatísticas usando a distribuição amostral obtida.

O Bootstrap é um método não paramétrico e flexível que não depende de fórmulas específicas, mas sim de simulações repetidas das amostras.

É importante observar que as fórmulas acima são adequadas quando aplicadas a amostras incompletas (amostras que não incluem todas as espécies presentes na população). Esses

estimadores são amplamente utilizados na ecologia e em outras áreas de pesquisa biológica para inferir a riqueza total de espécies em uma comunidade com base em dados amostrais.

9.1.2.8.1.4.7.1.7 Estimador de Abundância

A estimativa de abundância através da abundância registrada por campanha é uma importante ferramenta estatística amplamente empregada em pesquisas de ecologia e biologia da conservação. Esse método é baseado no estimador de abundância por marcação-recaptura de populações abertas (*Open Population Capture-Recapture* – OPC), permitindo estimar o tamanho de uma população de forma não invasiva, sem a necessidade de capturar e marcar individualmente os animais estudados. Em vez disso, utiliza-se a informação de quantos indivíduos foram observados em cada campanha de amostragem para inferir a abundância populacional.

Um exemplo de aplicação desse estimador pode ser encontrado no trabalho de MacKenzie *et al*. (2002), baseada no estimador OPC para estimar a abundância anuros. O estudo demonstrou que a técnica de abundância registrada por campanha é eficiente para monitorar populações em ambientes selvagens, proporcionando informações cruciais para o desenvolvimento de estratégias de conservação. Com o avanço da tecnologia e o aprimoramento dos modelos estatísticos, o estimador de abundância através da abundância registrada por campanha tem se tornado cada vez mais relevante em estudos de biodiversidade, auxiliando na avaliação e proteção das espécies em seus habitats naturais.

Esse método é conhecido como método $M(h)$ ou modelo de ocupação, onde "h" representa o número de ocasiões de amostragem. A fórmula básica para calcular a estimativa de abundância (N) é dada por:

$$N = (M + 1) \times (\frac{C}{R})$$

Onde:

- M é o número total de ocasiões de amostragem;
- C é o número total de indivíduos capturados ou detectados;
- R é a proporção de ocasiões de amostragem em que os indivíduos foram detectados.

9.1.2.8.1.4.7.1.8 Frequências de Ocorrência

A frequência de ocorrência é uma medida que indica quantas vezes uma determinada espécie ou fenômeno ocorre em um determinado período de tempo. O cálculo da frequência de ocorrência pode variar dependendo do tipo de evento que está sendo analisado.

Nesse caso, para calcular quantas vezes uma espécie ocorreu em um intervalo de tempo determinado. A fórmula para isso é bastante simples:

$$Frequência\ de\ ocorrência\ (FO) = \frac{Número\ de\ vezes\ registrado}{Total\ de\ campanhas}$$

As frequências de ocorrência foram categorizadas em letras para exemplificação da classe de frequência, considerando:

- Muito frequente (Mf) = espécies registradas em mais do que 75% das amostragens de campo;
- Frequente (F) = espécies registradas entre 51 a 75% das amostragens de campo;
- Ocasional (O) = espécies registradas entre 26 e 50% das amostragens de campo;
- Rara (R) = espécies registradas em até 25% das amostragens de campo.

Para a frequência relativa, adotou-se a abundância registrada por cada espécie na somatória de cada campanha, da seguinte forma:

$$Frequência\ Relativa\ (FR) = \frac{Abundância\ registrada\ da\ sp.}{Abundância\ geral\ de\ todas\ as\ spp.} \times 100$$

E para as frequências relativas, foram considerados intervalos menores entre categorias:

- Muito frequente (Mf) = espécies registradas em mais do que 50% das amostragens de campo;
- Frequente (F) = espécies registradas entre 26 a 50% das amostragens de campo;
- Ocasional (O) = espécies registradas entre 11 e 25% das amostragens de campo;
- Rara (R) = espécies registradas em até 10% das amostragens de campo.

9.1.2.8.1.4.7.2 Entomofauna

Para a tabulação e tratamento dos dados obtidos, foram analisados em escritório os seguintes parâmetros:

9.1.2.8.1.4.7.2.1 Riqueza

A riqueza foi definida como o número de espécies de formigas que ocorreram em cada uma das amostras. A abundância foi definida com base na frequência relativa (número de registros de uma dada espécie em cada armadilha) e não com base no número de indivíduos (TAVARES *et al*., 2008). O número de registros minimiza o efeito dos hábitos de forrageamento e do tamanho das colônias e é mais apropriado para estudos de comunidades de formigas (ROMERO e JAFFE, 1989).

9.1.2.8.1.4.7.2.2 Diversidade

A avaliação da diversidade (riqueza e abundância) foi realizada através do Índice de diversidade de Shannon-Weaver, cuja fórmula é H' = Σpi(loge pi). Esta análise foi obtida através do software EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006). Tal índice permite estimar a

diversidade de espécies local. A equitabilidade representa a participação de cada táxon na comunidade e foi estimada pelo índice de Pielou (MAGURRAN, 1988), cuja fórmula é J´= H'/Hmáx, onde Hmáx = loge(S). Esta análise também foi obtida através do software PAST (HAMMER *et al*., 2001).

9.1.2.8.1.4.7.2.3 Frequência Relativa e Dominância

As espécies amostradas foram caracterizadas segundo os parâmetros da frequência, constância e dominância. A frequência de cada espécie foi definida pela frequência relativa nas amostras, ou seja, a frequência da espécie dividida pela soma das frequências. Já para a classificação da constância, as taxas foram separadas em categorias, sendo consideradas: constantes, quando presentes em mais de 50% das coletas; acessórias, quando presentes em 25 – 50% das coletas; acidentais, quando presentes em menos de 25% das coletas. A dominância dos táxons encontrados na área de estudo foi determinada através do limite de dominância considerando "dominantes" as espécies com frequência relativa superior a 0,1 (10%) (NOVOTNÝ e BASSET, 2000).

9.1.2.8.1.4.7.2.4 Suficiência Amostral

Para avaliar a suficiência amostral (táxons em função do espaço amostral), foi construída uma curva de acumulação, onde o número de amostras é representado na abscissa e o número de gêneros no eixo das ordenadas. Também foi obtida uma estimativa de riquezas para cada estação e para cada ponto amostrado e comparada com a respectiva riqueza observada. Para tal, foi utilizado o estimador Chao 1 e as estimativas foram geradas com o programa EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006). O estimador usa essencialmente informações sobre as espécies que ocorrem em uma amostra (unicatas) e aquelas que ocorrem em duas amostras (duplicatas) (CHAO, 1987).

9.1.2.8.1.4.7.2.5 Similaridade

Foi construída uma análise de Clusters para testar se a abundância e a composição das assembleias de formigas diferem em um mesmo ponto quando amostrado nas diferentes estações. Foi utilizado Bray-Curtis como índice de associação e a análise foi realizada com o programa estatístico Primer 6.1.9. (CLARKE e GORLEY, 2005).

Para comparar a riqueza em cada evento amostral de cada ponto amostrado, foi utilizada uma análise de rarefação baseada no número de ocorrências (GOTELLI e COLWELL, 2001). Essas análises foram obtidas utilizando-se o programa EcoSim 7 (GOTELLI e ENTSMINGER, 2001), que permite comparações de riqueza entre assembleias que diferem quanto à ocorrência de espécies (MELO *et al*., 2003).

9.1.2.8.1.5 Metodologias para a Fauna Aquática

Os pontos amostrais serão compartilhados entre grupos taxonômicos distintos da fauna aquática, inclusive algumas metodologias de amostragem empregadas, entretanto algumas deverão ser distintas em função das particularidades de cada grupo, sendo que a seguir tais metodologias são apresentadas na Tabela 9.84 e descritas nos itens posteriores.

Tabela 9.84: Métodos de amostragens para a fauna aquática.

Natureza dos dados	Metodologia de amostragem	Ictiofauna	Macroinvertebrados bentônicos	Zooplâncton	Ictioplâncton
Dados Primários	Rede de espera	X			
	Tarrafa	X			
	Puçá/Peneirão	X	X		
	Rede de plâncton (0,3mm/300 micra)				X
	Rede de plâncton (0,068mm/68 micra)			X	

9.1.2.8.1.5.1 Dias de Amostragem

Para a execução das diversas metodologias propostas, as amostragens deverão ser realizadas em pelo menos 3 dias consecutivos, concomitantemente com as amostragens da fauna terrestre.

9.1.2.8.1.5.2 Areas de Monitoramento

Para atender a legislação vigente, alguns pontos foram realocados em comparação ao levantamento, mantendo-se cinco pontos de amostragem.

Dessa forma, os pontos amostrais para fauna aquática foram definidos, sendo quatro pontos para monitoramento dentro da área de influência direta: ICTIO01, que corresponde a área montante do reservatório, no Rio São João; ICTIO02, no reservatório; ICTIO03, a região do trecho de vazão reduzida; e ICTIO04, jusante da casa de força do empreendimento. Além de e um quinto ponto, a ICTIOC, área controle localizada a montante do empreendimento, no Rio São Manuel, fora da área de influência direta do empreendimento.

Tabela 9.85: Pontos amostrais para o monitoramento da fauna aquática.

Ponto amostral	Local	Rio	Coordenadas
ICTIO01	Montante do reservatório	São João	22J 464999,87 7085203,68
ICTIO02	Reservatório	São Manuel	22J 464879,00 7085348,00
ICTIO03	Trecho de vazão reduzida	São Manuel	22J 464895,00 7085768,00
ICTIO04	Jusante da casa de força	São Manuel	22J 465417,00 7086575,00
ICTIOC	Área controle	São Manuel	22J 463325,84 7084792,48

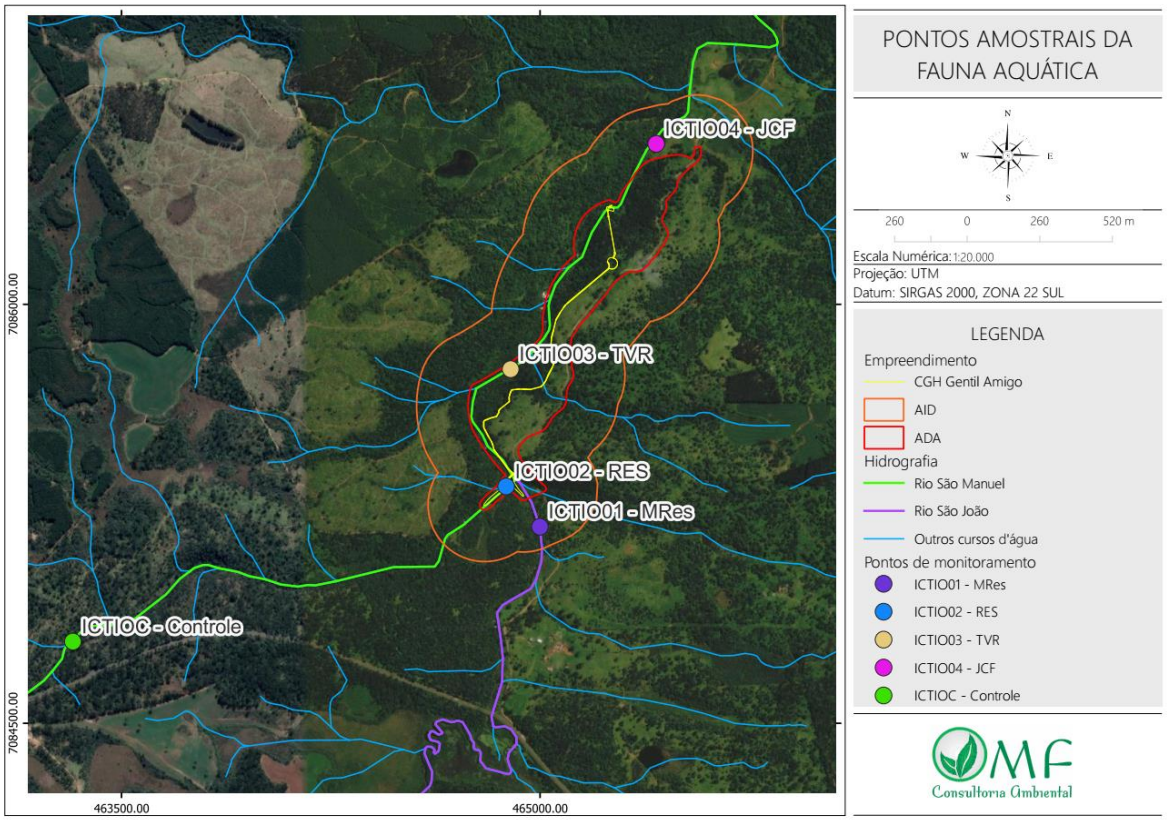


Figura 9.210: Pontos de amostragem da fauna aquática.

Destaca-se que as amostragens de ictioplâncton deverão ser realizadas apenas em três pontos, sendo eles: um ponto no ICTIO01 – MRes para amostragem do Rio São João (dentro da AID), um ponto no ICTIO04 – JCF (dentro da AID) e um ponto no ICTIOC – Controle, para amostragem do Rio São Manuel (fora da AID).

9.1.2.8.1.5.3 Ictiofauna

9.1.2.8.1.5.3.1 Captura com Rede de Espera

Denominada rede de espera ou rede de emalhe. É um método de captura passiva de espécimes. Em cada ponto amostral serão utilizadas baterias de redes contendo:

- rede de espera malha 1,5cm com 10m de comprimento x 1,5m de altura, totalizando 15m² de malha exposta;
- ede de espera malha 3,0cm com 10m de comprimento x 2,0m de altura, totalizando 15m² de malha exposta;
- rede de espera malha 5,0cm com 20m de comprimento x 2,0m de altura, totalizando 40m² de malha exposta.

As redes de emalhe serão instaladas nos cinco pontos de amostragem identificados, permanecendo armadas por 15 horas consecutivas, sendo instaladas ao entardecer e

retiradas ao amanhecer para remoção e registro dos exemplares coletados. Caso verifique-se a necessidade de reduzir o período de tempo entre uma revista e outra visando diminuir a mortandade dos exemplares coletados tal prática será empregada.

Tabela 9.86: Esforço amostral por redes de espera.

Método	Tempo/área	Armadilhas/área	Dias	Pontos
Rede de espera	15h	3 redes	1	5
Total: 225 horas/campanha				



Figura 9.211: Amostragem por rede de espera.

9.1.2.8.1.5.3.2 Captura Ativa por Tarrafa

No decorrer da amostragem será utilizada tarrafa com malha 1,5cm. Tendo em vista a realização da amostragem, optara-se pela padronização de um total de cinco lances de tarrafa por ponto de amostragem, totalizando 25 arremessos por campanha. É válido salientar que esta metodologia visa principalmente contribuir qualitativamente na amostragem.

Tabela 9.87: Esforço amostral por tarrafa.

Método	Tempo/área	Técnicos/área	Dias	Pontos
Tarrafa	5 lances	1	1	5
Total: 25 lances/campanha				



Figura 9.212: Captura de espécies através de tarrafa.

9.1.2.8.1.5.3.3 Captura Através de Puçá ou Peneirão

Consiste na utilização de equipamento retangular com malha fina de 5mm entre nós opostos. Para captura dos exemplares, as rochas, sedimentos, bancos de macrófitas e vegetação alagada do fundo dos riachos deverá ser revolvida, fazendo com que os peixes saiam de seus esconderijos e a favor do fluxo da água induzidos em direção ao equipamento.

Esta metodologia será utilizada por 10 minutos em cada ponto amostral para captura da ictiofauna, totalizando 50 minutos por campanha. É válido salientar que esta metodologia visa principalmente contribuir qualitativamente na amostragem.

Tabela 9.88: Esforço amostral por captura com puçá ou peneirão.

Método	Tempo/área	Equipamento/área	Dias	Pontos
Puçá/Peneirão	10 min	1	1	5
Total: 50 minutos/campanha				



Figura 9.213: Amostragem por puçá ou peneirão.

9.1.2.8.1.5.4 Macroinvertebrados Bêntonicos

9.1.2.8.1.5.4.1 Captura Através de Puçá ou Peneirão

A coleta por puçá/peneira para bentos consiste de equipamento com malha fina de 2,5 a 5mm (250 a 500 micras) ou equipamento similar com micragem equivalente. Para captura dos exemplares, as rochas, sedimentos, bancos de macrófitas e vegetação alagada do fundo dos riachos deverá ser revolvida, fazendo com que os organismos saiam de seus esconderijos e a favor do fluxo da água serão induzidos em direção ao equipamento e retidos pela malha.

Esta metodologia será utilizada por cerca de 10 minutos em cada ponto amostral para captura dos macroinvertebrados, totalizando 50 minutos por campanha.

Tabela 9.89: Esforço amostral por puçá ou peneirão.

Método	Tempo/área	Equipamento/área	Dias	Pontos
Puçá/Peneirão	10 min	1	1	5
Total: 50 minutos/campanha				



Figura 9.214: Coleta de macroinvertebrados bentônicos.

9.1.2.8.1.5.5 Zooplâncton

9.1.2.8.1.5.5.1 Coleta em Rede de Plâncton 0,068mm

A coleta do zooplâncton será através da filtragem em rede de plâncton com 0,068 mm (68 micras) de abertura de malha. Para a filtragem, a rede deverá ficar exposta em correnteza para passagem da água por 5 minutos, ou em caso de ausência de fluxo que permita-se realizar boa filtragem, deverá ser procedido de 15 lances de rede de coleta a 20 cm da superfície em locais com pouca ou nenhuma correnteza, realizando a filtragem ao puxar a rede para a margem. Estimasse que um total de 600 litros de água deverão ser filtrados em cada ponto amostral.

O material coletado deverá ser acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

Tabela 9.90: Esforço amostral por rede de plâncton 0,068mm.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Pontos
Rede de plâncton 0,068mm	5min ou 15 lances	1	1	5
Total: 25 minutos ou 75 lances/campanha				



Figura 9.215: Coleta com rede de plâncton 0,068mm.

9.1.2.8.1.5.6 Ictioplâncton

9.1.2.8.1.5.6.1 Coleta em Rede de Plâncton 0,3mm

Para as amostragens de ictioplâncton deverá ser usada rede de plâncton do tipo cônico-cilíndrica (abertura da rede = 0.1104m^2), com malha 0,3mm e fluxômetro acoplado à boca para a obtenção do volume de água filtrada.

Para esta amostragem, não há necessidade de amostragem em todos os pontos definidos para os outros grupos, optando-se por amostrar um ponto a jusante da casa de força (ICTIO04) dentro da AID e dois pontos a montante do barramento: um no Rio São João (ICTIO01 – MRes), dentro da AID e um no Rio São Manuel (ICTIOC – Controle) em ponto definido como controle, fora da AID.

As redes deverão ser expostas por 15 minutos, perpendicularmente contra a correnteza. As amostragens devem acontecer entre as 22h e 03h, que é considerado o período mais indicado para amostrar a comunidade de ictioplâncton. Coletas durante o dia não são necessárias devido à baixa atividade das larvas nesse período. As amostras devem ser armazenadas em frascos de polietileno de 500ml adicionando eugenol (4-Alil-2-Metoxifenol) com o intuito de eutanasiar os indivíduos para, posteriormente, fixá-los em formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio.

Tabela 9.91: Esforço amostral por rede de plâncton 0,3mm.

Método	Tempo/área	Técnicos	Dias	Pontos
Rede de plâncton 0,3mm	5min ou 15 lances	1	1	5
Total: 25 minutos ou 75 lances/campanha				



Figura 9.216: Coleta com rede de plâncton 0,3mm.

9.1.2.8.1.5.7 Análises Estatísticas

9.1.2.8.1.5.7.1 Ictiofauna

Os exemplares capturados foram separados em recipientes apropriados, e identificados de acordo com Baumgartner *et al*. (2012). Os dados biométricos (biomassa e comprimento total e padrão) foram obtidos ainda no local, sendo que os exemplares foram devolvidos ao rio imediatamente após a obtenção dos dados, evitando sacrifícios desnecessários e contribuindo para a manutenção da diversidade genética das populações locais. Também se realizou o registro fotográfico a fim de documentar a diversidade específica, não sendo necessário o envio de nenhuma espécie para coleções zoológicas.

A identificação das espécies foi realizada seguindo os manuais apresentados por Zaniboni-Filho *et al*. (2004); Graça e Pavanelli (2007); Nakatani *et al*. (2001); Baumgartner *et al*. (2012); “fishbase.se”.

9.1.2.8.1.5.7.1.1 Estimadores de Diversidade

Foram empregadas as mesmas técnicas para estimar a diversidade, utilizadas para a avifauna, herpetofauna e mastofauna, descritas no item 9.1.2.8.1.4.7.1, compreendendo:

- Série de Hills;
- Índice de Shannon;
- Índice de Simpson.

9.1.2.8.1.5.7.1.2 Similaridade Entre Áreas

A similaridade foi calculada pelo índice de Jaccard e formação de grupos por *Aglomerative Nesting* (AGNES) para construção de dendrograma.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.8.1.4.7.1.4.

9.1.2.8.1.5.7.1.3 Estimadores de Riqueza

O estimador de riqueza é uma ferramenta fundamental para a análise de diversidade em amostras de espécies incompletas, com aplicações em ecologia, biologia da conservação e outras áreas de pesquisa biológica.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.8.1.4.7.1.6.

9.1.2.8.1.5.7.1.4 Estimadores de Abundância

A estimativa de abundância através da abundância registrada por campanha é uma importante ferramenta estatística amplamente empregada em pesquisas de ecologia e biologia da conservação.

As metodologias já foram descritas no item 9.1.2.8.1.4.7.1.7.

9.1.2.8.1.5.7.1.5 Frequências de Ocorrência

A frequência de ocorrência é uma medida que indica quantas vezes uma determinada espécie ou fenômeno ocorre em um determinado período de tempo. O cálculo da frequência de ocorrência pode variar dependendo do tipo de evento que está sendo analisado.

A metodologia já foi descrita no item 9.1.2.8.1.4.7.1.8.

9.1.2.8.1.5.7.1.6 Guildas Tróficas

Os itens alimentares foram agrupados em categorias mais amplas, designadas como recursos alimentares, sendo que estes constituíram-se de:

- Detrivoros: matéria orgânica particulada em diferentes estágios de decomposição com participação de partículas minerais;
- Iliofagos: algas filamentosas e unicelulares de diferentes grupos;
- Herbivoros: frutos, sementes e folhas de vegetal superior terrestre, briófitas;
- Piscivoros: escamas, musculatura, raios de nadadeiras, e peixes inteiros de diferentes grupos taxonômicos;
- Insetivoros: hymenópteros, coleópteros e ortópteros, dentre outros;
- Invertivoros: fragmentos e indivíduos do caranguejo *Aegla* sp.;
- Microcrustáceos: copépodos e cladóceros principalmente espécies planctônicas.

9.1.2.8.1.5.7.1.7 Status de Ameaça

Foram utilizadas para esta sumarização a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, conforme disposto nas Instruções Normativas Nº 05, de 21 de maio de 2004 e Nº 52, de 08 de novembro de 2005 (MMA, 2004 e 2005), assim como o Anexo I da Portaria Nº 445, de 17 de dezembro de 2014, bem como o banco de dados da IUCN Red List.

9.1.2.8.1.5.7.1.8 Espécies Exóticas

O padrão de distribuição de organismos aquáticos é resultado da interação entre o hábito, as condições físicas, que compreendem o hábitat (substrato, fluxo, turbulência), a disponibilidade alimentar e a competição intra e interespecífica (RESH e ROSENBERG, 1984; MERRITT e CUMMINS, 1984). As espécies exóticas competem com as espécies nativas pelo uso dos recursos e desencadeiam interações bióticas negativas, possuindo grande potencial para afetar negativamente os sistemas aquáticos como um todo, pois, normalmente, possuem atributos ecológicos avantajados comparadas as espécies nativas. Dado este fato foi realizado a identificação de espécies exóticas presentes no local do futuro empreendimento, a fim de conhecer as dinâmicas populacionais e poder nortear estudos de controle de espécies.

9.1.2.8.1.5.7.2 Macroinvertebrados Bentônicos

Os dados da comunidade de macroinvertebrados foram analisados por meio do número total de indivíduos (N) e de táxons, riqueza (S), abundância e frequência absoluta e relativa.

Além disso, foram realizados cálculos de algumas medidas bioindicadoras como: índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J), índice de Similaridade de Bray-Curtis e índice biótico BMWP (*Biological Monitoring Work Party*).

Para verificar a influência dos dados abióticos sobre a comunidade de macroinvertebrados foi realizada uma Análise de Correlação Canônica (CCA).

9.1.2.8.1.5.7.2.1 Biological Monitoring Working Party Score System BMWP

Para avaliação e classificação da qualidade da água com relação à fauna de macroinvertebrados bentônicos foi aplicado em cada ponto de amostragem o índice biológico BMWP (*Biological Monitoring Working Party*).

O índice é calculado considerando a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados, em que cada família é atribuída uma pontuação de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos. Quanto maior a pontuação da família, maior é a sensibilidade ao impacto.

Dessa forma, os resultados obtidos podem ser comparados aos locais com diferentes graus de integridade ambiental (JUNQUEIRA e CAMPOS, 1998; JUNQUEIRA *et al*., 2000). Os escores atribuídos a cada família são apresentados na Tabela 9.92.

Tabela 9.92: Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos para a determinação do índice BMWP (Biological Monitoring Work Party Score System).

Famílias	Pontuação
Siphlonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Ephemerellidae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Anomalopsychidae.	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulesgastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae, Leptohyphidae, Belostomatidae, Euthyplociidae.	8
Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae, Collembola, Sthaphylinidae.	7
Hydroptilidae, Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae,Amphipoda, Palaemonidae, Trichodactylidae.	6
Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydorchidae, Hydraenidae, Oligoneuridae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, Aeglidae.	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Cerapotogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomuzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina, Nemertea, Hirudinea, Chaoboridae, Noteridae	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Limnocoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Higrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda, Physidae, Pisidiidae, Corbicullidae.	3
Chironomidae, Nematoda, Culicidae, Ephydridae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

Fonte: Armitage *et al*. (1983). Adaptações propostas nos escores originais por Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1988) e Junqueira e Campos (1998).

O somatório dos escores de cada táxon conduz ao enquadramento dos ecossistemas aquáticos em diferentes classes de qualidade (Tabela 9.93).

Tabela 9.93: Sistema de classificação da qualidade da água de acordo com o índice biológico BMWP.

Classe	Somatório da pontuação	Qualidade	Cor
I	>81	Excelente	Azul
II	80-61	Boa	Verde
III	60-41	Satisfatória	Amarelo
IV	40-26	Ruim	Laranja
V	<25	Muito ruim	Vermelho

Fonte: Junqueira e Campos (1998).

9.1.2.8.1.5.7.2.2 Guildas Tróficas

Um grupo ou guilda trófica é a definição de espécies que exploram a mesma classe de recurso de forma semelhante (ROOT, 1967). A divisão do macroinvertebrados aquáticos em guildas tróficas organiza categorias conhecidas como Grupos Funcionais Alimentares (*Functional Feeding Groups* – FFG). Essas categorias são definidas a partir do tipo de recurso consumido e também pelo mecanismo morfológico e comportamental de obtenção dos recursos (CUMMINS, 1973; CUMMINS e KLUG, 1979; CUMMINS *et al*., 2008).

A razão entre determinados grupos funcionais alimentares indicam o índice de autotrofia e heterotrofia do ambiente, estabilidade dos substratos no leito, controle ascendente por predadores e índice de matéria orgânica particulada (CUMMINS, MERRITT e ANDRADE 2005). De acordo com a classificação proposta por Cummins (1973), os insetos aquáticos podem ser classificados como: fragmentadores, coletores-catadores, coletores-filtradores, raspadores e predadores.

9.1.2.8.1.5.7.2.3 Curva de Acumulação

A curva de acumulação de espécies é uma representação gráfica que mostra o número de espécies amostradas e o esforço amostral (COLWELL e CODDINGTON, 1994). As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar a riqueza real de espécies do local. Quando a curva estabiliza, ou seja, quando nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a riqueza obtida está próxima de representar fidedignamente a comunidade de determinado local (COLWELL, 2006).

A riqueza e a diversidade de espécies são diretamente influenciadas pela natureza da comunidade e pelo esforço amostral despendido (COLWELL *et al*., 2004). No entanto, justifica-se a não realização do teste, pois apenas duas amostragens foram feitas até o presente momento neste estudo. Para que tenhamos resultados válidos é necessário que o esforço amostral seja o maior possível, assim teremos curvas de acúmulo de espécies próximas a estabilização. Inúmeros estudos com estimativas de riqueza buscam estimar o quanto de esforço amostral é necessário para que um inventário seja considerado adequado.

Quando falamos em macroinvertebrados bentônicos, inventariar todas as espécies em uma determinada área é muito difícil ou humanamente impossível, visto que são restritas a determinados locais, são oportunistas ou ainda demandam de um período maior de amostragem para serem detectadas. Vale destacar que estudos que apresentam estimadores de riqueza, apoiam-se em informações espaço/temporal acima de um ano de estudo para os diferentes grupos taxonômicos (SPIES e FROEHLICH, 2009; LIMA *et al*., 2011).

9.1.2.8.1.5.7.3 Zooplâncton

A contagem de densidade de zooplâncton será realizada através da Câmara de Sedgwick-Rafter (SR), este é um procedimento preciso e sistemático amplamente utilizado na pesquisa em ecologia aquática.

Primeiramente, uma amostra de água contendo zooplâncton é coletada e processada para isolar os organismos de outros materiais suspensos. Uma quantidade conhecida da amostra filtrada é então cuidadosamente transferida para a câmara de vidro da SR. Com a ajuda de um microscópio, a área de visão na parte inferior da câmara, geralmente subdividida em quadrados ou grades, é examinada.Os zooplânctons presentes em cada quadrado são contados minuciosamente, e essa contagem é extrapolada para estimar a densidade total de zooplâncton na amostra, considerando a área conhecida da câmara.

O cálculo da densidade de zooplâncton usando a Câmara de Sedgwick-Rafter envolve o número total de zooplâncton contados nas grades da câmara (geralmente expresso como "N") e tamanho da área de visão da câmara (geralmente expresso em mm² ou µm²).

A fórmula para cálculo é:

$$Densidade\ de\ Zooplâncton\ = \frac{N}{Área\ da\ Câmera}$$

Esta densidade pode então ser convertida para unidades mais convenientes, como zooplâncton por litro (para amostras de água) ou zooplâncton por metro cúbico, dependendo do volume da amostra.

Esse método oferece uma abordagem padronizada e confiável para avaliar a abundância e a distribuição de zooplâncton em ecossistemas aquáticos, permitindo a análise de padrões sazonais, respostas ambientais e mudanças ao longo do tempo.

9.1.2.8.1.5.7.4 Ictioplâncton

Os resultados serão submetidos a cálculo de abundância. O cálculo da abundância de ovos e larvas é estimado de acordo com as seguintes equações:

Primeira:

$$Y = \left(\frac{X}{V}\right) \times 10$$

Onde:

- Y = Abundância de ovos ou larvas/10m^3;
- X = Número de larvas ou ovos capturados nos três períodos/3;
- V = Volume de água filtrada (m^3).

Segunda:

$$V = a \times n \times c$$

Onde:

- a = Área da boca da rede (m^2);

- n = Número de rotações do fluxômetro;
- c = Fator de calibração do fluxômetro.

9.1.2.8.1.6 Resultados Esperados

- Conhecer a biodiversidade local e sua estrutura ecológica;
- Conhecer a área de vida da fauna local;
- Mitigar impactos ocasionados pelas atividades de implantação e operação do empreendimento.

9.1.2.8.1.7 Indicadores de Sucesso

- Indicadores ecológicos;
- Presença de espécies sensíveis durante períodos de instalação, especialmente durante a operação;
- Manutenção da riqueza e abundância local após instalação.

9.1.2.8.1.8 Cronograma

PROGRAMA DE MONITRAMENTO DA FAUNA																							
AÇÕES	1º Ano												2º Ano										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Campanhas de monitoramento da fauna																								
Elaboração do Relatório Semestral																								
Entrega do Relatório Semestral																								
Elaboração do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																								
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																								

9.1.2.8.2 Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna

9.1.2.8.2.1 Apresentação

O programa de resgate e afugentamento de fauna se apresenta como um instrumento mitigatório nos processos de intervenção do empreendimento, principalmente no tocante da supressão de vegetação, topsoil ou intervenções de terraplanagem.

9.1.2.8.2.2 Justificativa

Em função da necessidade de mitigar impactos pela supressão vegetal, movimentação de solos e demais impactos que alteram os ambientes naturais afetam negativamente a fauna terrestre e aquática, principalmente durante a instalação do empreendimento.

9.1.2.8.2.3 Objetivos

9.1.2.8.2.3.1 Objetivos Gerais

Apresentar os procedimentos a serem adotados durante o processo de afugentamento e resgate da fauna nos períodos de supressão vegetal enchimento de reservatório e formação de ensecadeiras comumente necessárias para empreendimentos hidroelétricos.

9.1.2.8.2.3.2 Objetivos Específicos

- Descrever procedimentos para afugentamento e resgate da fauna terrestre e aquática;
- Orientar sobre processos de supressão da vegetação e enchimento de reservatório;
- Orientar sobre processos de atendimento veterinário necessário durante o resgate de fauna;
- Apresentar procedimentos de soltura de animais resgatados.

9.1.2.8.2.4 Metodologias

9.1.2.8.2.4.1 Dos Procedimentos de Intervenção

A equipe de afugentamento e resgate de fauna deverão estar presentes sempre antes de se iniciar qualquer atividade de supressão ou de enchimento de reservatório e formação de ensecadeira, permanecendo no local até que a atividade de impacto seja finalizada. Toda e qualquer operação de supressão de vegetação, desde a remoção do sub-bosque, bosque e *topsoil* deverá ser realizada com o prévio conhecimento e acompanhamento das equipes e responsáveis pelo afugentamento e resgate de fauna.

O afugentamento e resgate de fauna deve preceder as atividades de supressão de vegetação, de modo a ser realizada varredura nas áreas que sofrerão intervenção realizando o afugentamento e resgate da fauna remanescente, como forma de se evitar óbitos de espécies animais durante a execução de processos e a captura destes para a

reabilitação em outras áreas ainda preservadas, de preferência na mesma região ou bacia hidrográfica.

A supressão da vegetação e o afugentamento dos indivíduos deverá ser realizada unidirecionalmente, de montante a sujante, e quando houver declive, das áreas de maior elevação para as de menor elevação, a fim de promover a fuga espontânea dos espécimes a favor da geografia local, evitando causar encurralamento desta por barreiras geográficas. As equipes de fauna deverão ter autonomia em controlar a velocidade das atividades de supressão.

Já, para os processos de alagamento, as atividades devem ser executadas de jusante a montante, a fim de afugentar a fauna a favor da direção do aumento no nível da água, para evitar afogamento de animais durante a fuga.

Dessa forma, o cronograma de supressão de vegetação deve estar em consonância com o cronograma de afugentamento e resgate de fauna e as frentes de supressão devem ser compatíveis com o tamanho das equipes de resgate.

9.1.2.8.2.4.2 Quanto aos Procedimentos de Afugentamento e Resgate

A metodologia de afugentamento consiste em afastar a maior parte da fauna existente dos locais de intervenção, como em locais onde se iniciará supressão vegetal e no lago durante enchimento.

Destaca-se que deverá sempre ser dada preferência ao afugentamento da fauna em detrimento do resgate, a fim de vitar manuseio desnecessário que causam estresse aos animais, a fim de otimizar suas capacidades de sobrevivência e segurança das equipes em campo.

Deverão ser realizadas rondas de afugentamento da fauna com sonorização no local de intervenção para os mesmos se afastem destes locais. Os animais encontrados que apresentem baixa mobilidade, hábitos fossoriais ou com ferimentos serão resgatados, triados, condicionados e posteriormente, estando saudáveis, serão remanejados para as áreas de soltura, caso contrário, deverão ficar sob supervisão veterinária.

9.1.2.8.2.4.3 Da Destinação

Animais que porventura estejam feridos, receberão atendimento médico veterinário especializado em fauna silvestre, sendo fornecido indicação de convênio e atendimento realizado. Já animais que forem encontrados mortos serão enviados para a Museu de Zoologia do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus de Laranjeira do Sul (PR), instituição conveniada à empresa para recebimento de espécimes para coleção científica conforme declaração no **Anexo 17 – Declaração aceite UFFS**.

9.1.2.8.2.4.4 Áreas de Soltura

Levando em consideração tais fatos, foram delimitadas duas áreas de solturas para a fauna terrestre, e dois pontos de soltura para a fauna aquática (Figura 9.217), para suprir as demandas de realocação de indivíduos afetados pela intervenção na área.

Para a fauna terrestre se designou duas áreas para soltura fora da AID e a jusante do empreendimento, denominadas AS. Optou-se por alocar uma na margem direita (AS – Margem direita) com 5,06 ha de área e outra na margem esquerda (AS – Margem esquerda) com 3,84 ha de área, respeitando as margens que os animais forem resgatada, sendo realocados para a área da mesma margem, além disso, optou-se para áreas a jusante, visto que a montante o empreendimento encontra-se próximo a rodovia, o que iria expor a fauna a um grande impacto.

Para a fauna aquática foram escolhidos dois pontos de soltura fora da AID e a jusante do empreendimento, denominados de PS, com características lêntica (PS – Remanso) e lótico (PS – Corredeira), que deverão respeitar as características de habitat para cada espécie resgatada. Optou-se por áreas a jusante pela facilidade de acesso e pelo volume de água maior que a montante, possibilitando melhores condições de adaptação.

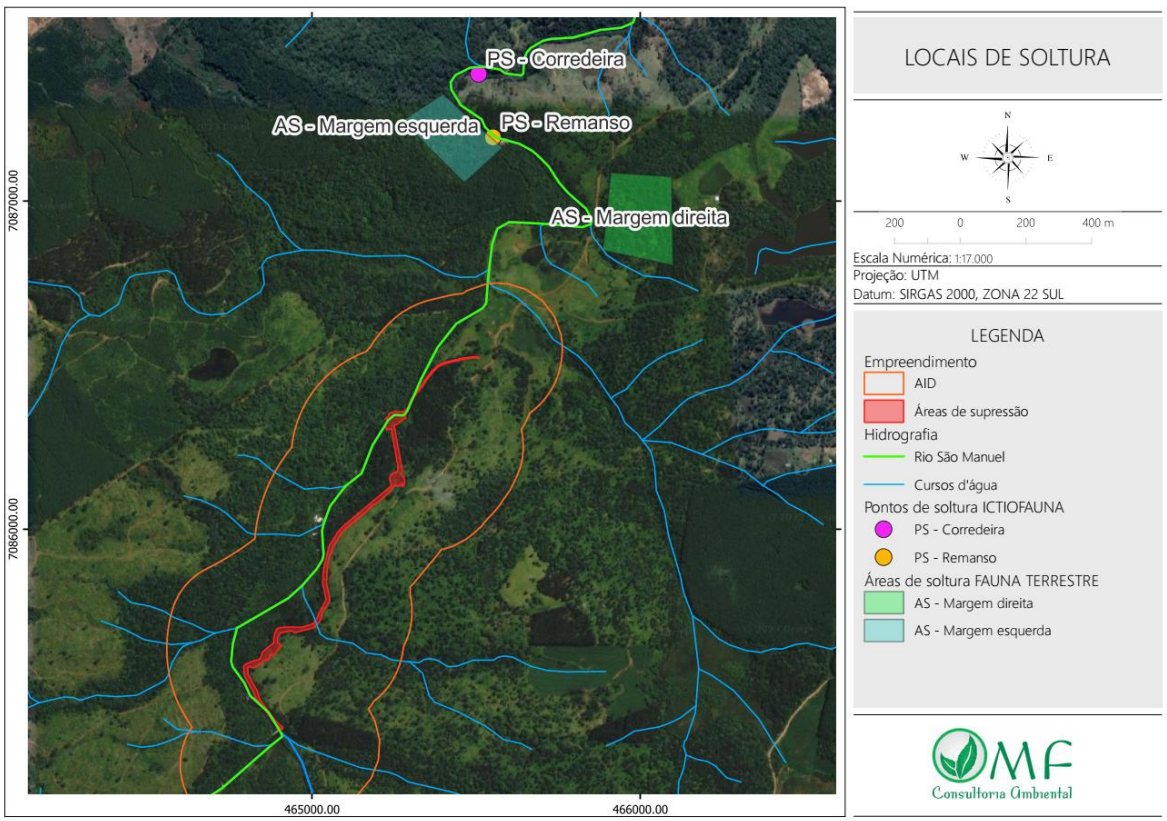


Figura 9.217: Locais para soltura e realocação da fauna resgatada.

9.1.2.8.2.4.5 Materiais e Métodos para cada Grupo Taxonômico

9.1.2.8.2.4.5.1 Avifauna

A necessidade de resgate de espécimes da avifauna nestas circunstâncias será rara, devido a facilidade de locomoção em voo das mesmas, possibilitando seu deslocamento prontamente em função da movimentação e ruídos, a menos que se encontrem feridas. Em caso de necessidade de captura devido a ferimentos, esta será realizada manualmente, utilizando-se puçá ou luvas de raspa de acordo com a necessidade e porte de cada espécie, como em caso de resgate de falconiformes, psitaciformes e strigiformes.

Destaca-se que o salvamento deste grupo será mais frequente em casos de registro de ninhos em árvores que serão suprimidas e nesses casos a mesma deverá ser isolada e deverá permanecer intacta até que os juvenis atinjam a maturidade e possam abandonar o ninho, visto isso, essas árvores deveram contar com monitoramento continuo visando agilizar a continuidade do processo.



Figura 9.218: Isolamento de ninho.

9.1.2.8.2.4.5.2 Herpetofauna

Os anfíbios capturados serão acondicionados em potes plásticos com algodão ou substrato umedecido em água para evitar a desidratação até o momento de soltura. Após realizada a triagem, serão soltos em local adequado na área definida e margem correspondente.

A captura de répteis como de serpentes, serão realizadas com ganchos herpetológicos e/ou pinções. Outros répteis como por exemplo lagartos, poderão ser capturados com laços de Lutz ou puçá se necessário, sempre com o uso de luvas de raspa pelos profissionais. Os espécimes capturados serão acondicionados individualmente em caixas de transporte com furos para ventilação, até sua triagem e devida soltura.

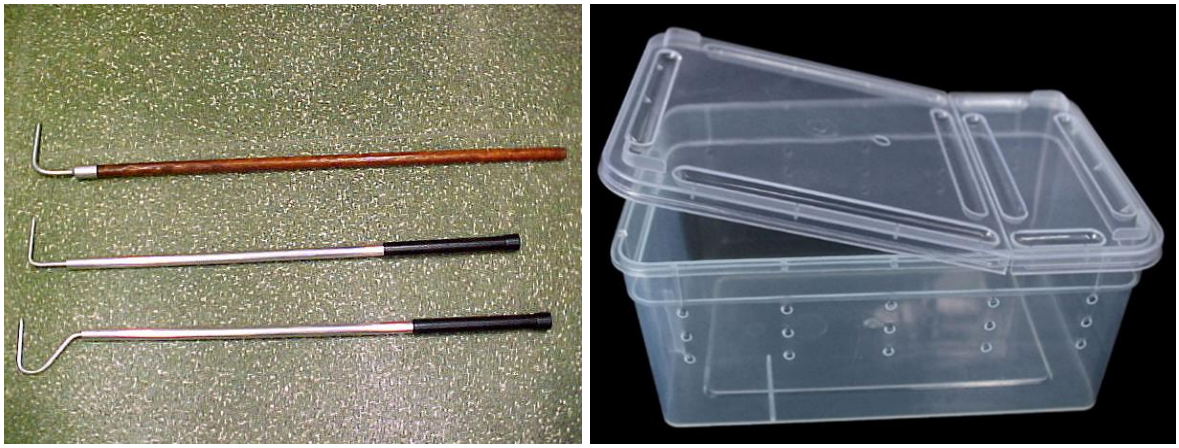


Figura 9.219: Ganchos herpetológicos e caixa para transporte de répteis e anfíbios.

9.1.2.8.2.4.5.3 Mastofauna

A contenção de espécimes de pequeno porte de mamíferos como roedores, marsupiais e morcegos serão realizadas com o auxílio de luvas de raspa para evitar ferimentos ou a transmissão de doenças (via mordida) durante o manejo e acondicionados em sacos de tecido ou caixas de contenção.

Já para mamíferos de médio e grande porte será priorizado o afugentamento devido a suscetibilidade a passar por estresse pós captura. No entanto, em caso que se faça necessária a captura e contenção serão realizadas com auxílio de puçás e laços de Lutz também com o uso de luvas de raspa. Após a triagem destes animais, os mesmos serão acondicionados individualmente em caixas de madeira ou plástico a depender do seu porte e encaminhados para os locais de soltura.



Figura 9.220: puçá e laço de Lutz para captura e contenção.

9.1.2.8.2.4.5.4 Abelhas Nativas

Abelhas nativas possuem o ferrão atrofiado e não pode ser utilizado como instrumento de defesa como nos demais grupos de abelhas (PRONI, 2000). Suas colônias são formadas por milhares de indivíduos que constroem os ninhos em sua maioria abrigados em cavidades, seja em ocos de árvores, rochas, no solo entre outros.

Para resgate das colmeias, preferencialmente serão realocadas dentro de seus próprios ninhos, evitando ao máximo intervenção na colônia, visto a susceptibilidade desses indivíduos a pragas e o manejo indevido pode provocar a morte da colônia.

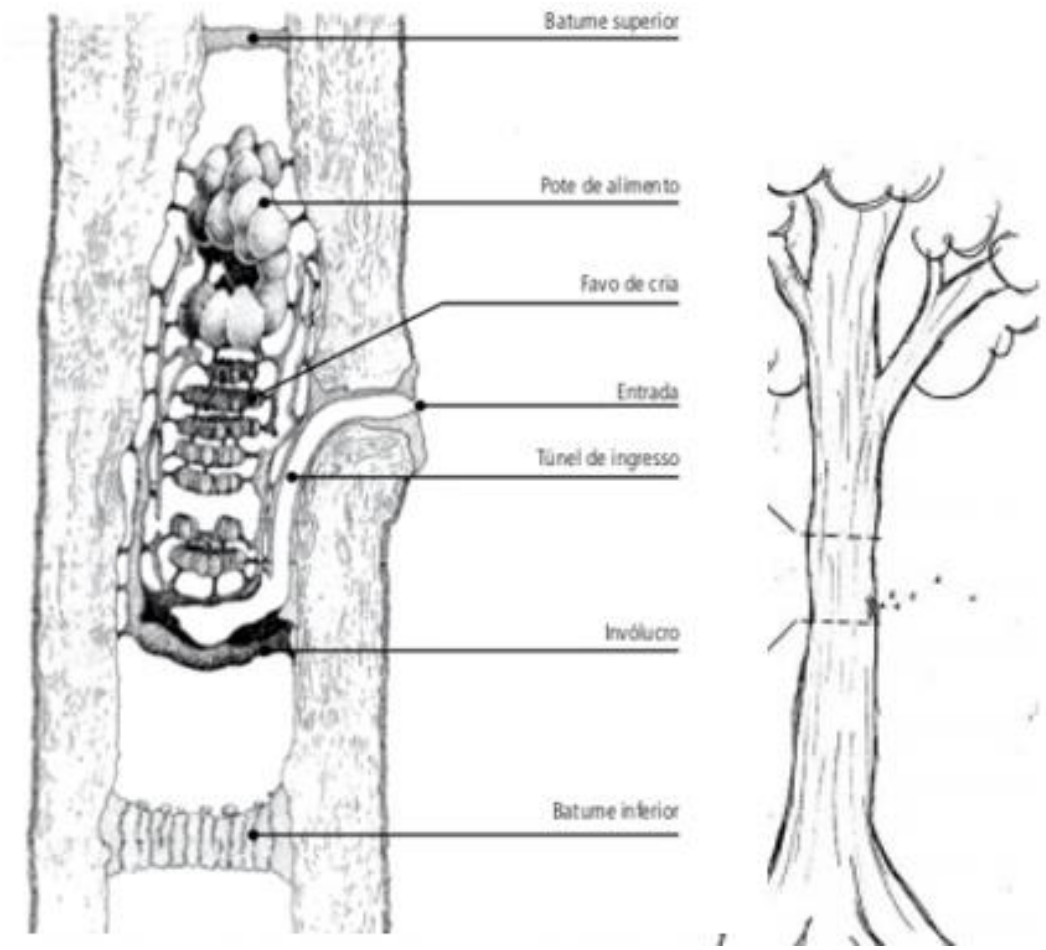


Figura 9.221: Esquema de um ninho dos representantes da subfamília Meliponinae.

No entanto, caso necessário serão utilizadas caixas que devem medir 22 cm x 22 cm externamente e a espessura da caixa deve ser de 2,5 cm. Ela é composta de quatro unidades sobrepostas de 8 cm de altura, ninho, sobre ninho, duas melgueiras iguais e uma tampa. A altura de 8 cm de todas as partes facilita o processo de fabricação das mesmas em larga escala.

As equipes realizarão o resgate dos enxames de abelhas nativas e das abelhas solitárias nas áreas antes do início do desmatamento. Os ninhos deverão ser resgatados preferencialmente realizando corte dos troncos ou galhos com motosserra, serrote ou machado ou remoção do ninho inteiro durante o horário que o enxame esteja reunido, preferencialmente no início da manhã ou final da tarde.

Quando não for possível a transferência do ninho por inteiro, esses enxames serão colocados em caixas adequadas para cada tipo de abelha, aguardado período de adaptação e somente depois realizada a transferência para área propícia de acordo com a característica de cada espécie.

Para tal, a equipe de resgate deve contar com profissionais adequados, desde o motosserrista como o profissional habilitado para tal. Após o manjo do ninho, o mesmo deve permanecer o local por no mínimo uma semana, para adaptação da colônia a nova realidade e posteriormente realocado a uma área de soltura adequada.

Em todos os processos deverá ser recolhido dados geográficos quanto a localização dos ninhos e os mesmos deveram ser monitorados.



Figura 9.222: Troncos com ninhos dispostos aleatoriamente.
Fonte: INTERCOOP, 2013.



Figura 9.223: Ninho removido em tronco aberto.
Fonte: Manual tecnológico de abelhas sem ferrão.

A transferência para caixa de criação deve ser feita no horário das 10 e 14 horas de dias ensolarados, seguindo os seguintes passos:

- Deverá seguir recomendação de boas práticas de manejo, para se manter a saúde da colônia em questão e evitar pragas, como forídios;
- As colônias de abelhas retiradas da AID mediante licença do órgão ambiental competente serão levadas, preferencialmente, para áreas de preservação permanente nas proximidades do Rio das Antas. As mesmas deverão ser protegidas de ventos fortes e do frio, evitando-se as alterações de temperatura nas colônias;
- Para cada tronco depositado na área será atribuído numeração (receberá número placa com número) e será feito o georreferenciamento para posterior monitoramento da colônia. Cada colmeia realocada será marcada com um ponto de GPS e será apresentada em mapa de localização;
- Posterior a realocação, os ninhos deverão ser monitorados pelo período de no mínimo 30 dias, intervalando monitoramentos quinzenais.

9.1.2.8.2.4.5.5 Ictiofauna

As ações de resgate e salvamento da ictiofauna serão necessárias durante intervenções no curso hídrico, como procedimentos de construção de ensecadeiras para desvio do curso hídrico, finalização da construção do centro do barramento do empreendimento, tendo em

vista que com o isolamento de uma porção do rio visando à construção de parte destas estruturas forma-se um trecho seco onde ficam aprisionados exemplares da ictiofauna local.

Desta forma, tais ações de cunho conservacionista necessitaram ser desenvolvidas, visando oportunizar a manutenção dos estoques e consequentemente da variabilidade genética das populações de diferentes espécies de peixes que habitam as águas do rio neste local.

Levando em consideração tais informações, serão utilizados os seguintes petrechos para o resgate da ictiofauna local:

- Puçás em nylon de diferentes tamanhos e malhagens;
- Tarrafas de diferentes malhagens;
- Rede de arrasto (picaré);
- Captura manual direcionada.



Figura 9.224: Resgate de ictiofauna em ensecadeira com tarrafa.



Figura 9.225: Resgate de ictiofauna em ensecadeira com picaré.





Figura 9.226: Resgate de ictiofauna com puçá.

9.1.2.8.2.4.6 Encontros Ocasionais com Animais Silvestres na ADA e AID do Empreendimento

Orienta-se que em caso de encontros ocasionais com fauna nas áreas de influência do empreendimento, os trabalhadores deverão estar cientes que não deverão realizar o resgate ou manejo destes animais.

Em casos de encontros com fauna silvestre de modo geral:

- Não arremessar objetos a fim de afugentar;
- Afastar-se para permitir que este fuja espontâneamente;
- Comunicar a equipe de fauna responsável para registro da ocorrência.

Em casos onde este apresenta-se encurralado, preso, ferido ou doente:

- Comunicada prontamente a equipe de fauna responsável a fim de realizar orientações específicas e providenciar o afugentamento ou resgate e posterior destinação para atendimento se necessário.

Em casos da presença de animais mortos nas ADA e AID do empreendimento:

- Comunicar prontamente a equipe de fauna responsável para coleta e destinação do material.

9.1.2.8.2.5 Resultados Esperados

- Realizar o resgate e ou afugentamento da fauna afetada pelas intervenções no empreendimento;
- Caracterizar a fauna mais afetada pela instalação do empreendimento.

9.1.2.8.2.6 Indicadores de Sucesso

- Taxa de mortalidade;
- Taxa de resgate.

9.1.2.8.2.7 Cronograma

PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA																								
AÇÕES	1º Ano												2º Ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Afugentamento e resgate de fauna																								
Elaboração do Relatório Semestral																								

PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA																							
AÇÕES	1º Ano												2º Ano										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega do Relatório Semestral																								
Elaboração do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																								
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																								

Destaca-se que chamados de emergência são imprevisíveis, portanto a equipe deverá apresentar-se sempre que houver necessidade. Os momentos críticos para o resgate da fauna serão durante a execução da supressão de vegetação, nos desvios do rio e durante o enchimento do reservatório.

9.1.2.8.3 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Disponível no Item 9.1.3.9.4 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do presente volume.

9.1.2.8.4 Programa de Recuperação da Área de Preservação Permanente

Disponível no Item 9.1.3.9.1 Programa de Recuperação da Área de Preservação Permanente do presente volume.

9.1.2.8.5 Programa de Acompanhamento de Supressão de Vegetação

Disponível no Item 9.1.3.9.5 Programa de Acompanhamento de Supressão de Vegetação do presente volume.

9.1.2.8.6 Programa Ambiental para Construção

Disponível no Volume II – Meio Físico, no Item 1.1.4 Medidas Mitigadoras do presente estudo.

9.1.2.8.7 Programa de Educação Ambiental

Disponível no Volume IV – Meio Socioeconômico, no Item 1.3 Medidas Mitigadoras do presente estudo.

9.1.2.8.8 Programa de Comunicação Social

Disponível no Volume IV – Meio Socioeconômico, no Item 1.3 Medidas Mitigadoras do presente estudo.

9.1.3 Flora

9.1.3.1 Justificativa

Como ciência, a fitossociologia busca conhecer a comunidade vegetal do ponto de vista florístico e estrutural (BRAUN-BLANQUET, 1979). Os estudos fitossociológicos, florísticos e estruturais de remanescentes florestais são extremamente importantes, pois são os pontos iniciais para adoção de critérios e metodologias visando o manejo, conservação, avaliação de impactos e o licenciamento ambiental.

9.1.3.2 Objetivos

9.1.3.2.1 Objetivos Gerais

Inventariar a flora presente na região de instalação do empreendimento a fim de conhecer a diversidade que será impactada, além de identificar e quantificar a flora ameaçada que deverá ser suprimida e o impacto sobre ela.

9.1.3.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a flora presente na área diretamente afetada (ADA) do empreendimento;
- Estimar a quantidade de arvores, volume de lenha e toras;
- Registrar espécies ameaçadas nas áreas amostradas;
- Registrar espécies exóticas nas áreas amostradas;
- Compreender o estágio vegetácional das áreas que serão suprimidas.

9.1.3.3 Metodologias

9.1.3.3.1 Dados Secundários

As espécies com possível ocorrência na área do empreendimento foram levantadas através da publicação de Watzlawick *et al*. (2005), com ocorrência esperada de 39 espécies arbóreas, distribuídas em 31 gêneros e 21 famílias botânicas, conforme tabela apresentada a seguir:

Tabela 9.94: Espécies levantadas de dados secundários.

Nº	Nome científico	Nome popular	Família
1	*Allophylus edulis* (A. St.- Hil. *et al*.) Radlk.	Chal-chal	Sapindaceae
2	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	Araucária	Araucariaceae
3	*Calyptranthes concinna* DC.	Guamirim-ferro	Myrtaceae
4	*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg	Guabiroba	Myrtaceae
5	*Casearia decandra* Jacq.	Café-do-mato	Flacourtiaceae
6	*Clethra scabra* Pers.	Carne-de-vaca	Clethraceae
7	*Cupania vernalis* Cambess.	Miguel-pintado graúdo	Sapindaceae
8	*Dicksonia sellowiana* Hook.	Xaxim	Cyatheaceae
9	*Drimys brasiliensis* Miers	Cataia	Winteraceae
10	*Ilex dumosa* Reissek	Caúna-miúda	Aquifoliaceae
11	*Ilex microdonta* Reissek	Congonha	Aquifoliaceae
12	*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil.	Erva-mate	Aquifoliaceae
13	*Ilex theezans* Mart.	Caúna-graúda	Aquifoliaceae
14	*Jacaranda puberula* Cham.	Caroba	Bignoniaceae
15	*Lamanonia ternata* Vell.	Guaperê	Cunoniaceae
16	*Lithraea brasiliensis* Marchand	Bugre	Anacardiaceae
17	*Matayba elaeagnoides* Radlk.	Miguel-pintado miúdo	Sapindaceae
18	*Mimosa scabrella* Benth.	Bracatinga	Mimosaceae
19	*Myrcia* sp.	Guamirim	Myrtaceae
20	*Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez	Capororoquinha	Myrsinaceae
21	*Myrsine umbellata* Mart.	Capororoca	Myrsinaceae
22	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez	Canela-imbuia	Lauraceae
23	*Ocotea porosa* (Ness & Mart. ex Ness) L. Barroso	Imbuia	Lauraceae
24	*Ocotea puberula* (A. Rich.) Ness	Canela-guaicá	Lauraceae
25	*Ocotea pulchella* Mart.	Canela-lageana	Lauraceae
26	*Persea major* (Nees) Kopp.	Pau-andrade	Lauraceae
27	*Piptocarpha angustifolia* Dusén	Vassourão-branco	Asteraceae
28	*Prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdlo.) D. Dietr.	Pessegueiro-bravo	Rosaceae
29	*Quillaja brasiliensis* (A. St.-Hil. et Tul.) Mart.	Pau-sabão	Rosaceae
30	*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.	Leiteiro	Euphorbiaceae
31	*Schinus terebinthifolius* Raddi	Aroeira	Anacardiaceae
32	*Sebastiania brasiliensis* Spreng.	Branquilho-miúdo	Euphorbiaceae
33	*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilho	Euphorbiaceae
34	*Sloanea lasiocoma* K. Schum.	Sapopema	Elaeocarpaceae
35	*Styrax leprosus* Hook. & Arn.	Maria-mole-graúda	Styracaceae
36	*Symplocos celastrina* Mart. ex Miq.	Maria-mole-branca	Symplocaceae
37	*Symplocos uniflora* (Pohl) Benth.	Sete-sangria	Symplocaceae
38	*Vernonia discolor* (Spreng.) Less.	Vassourão-preto	Asteraceae
39	*Xylosma* sp.	Sucará	Flacourtiaceae

9.1.3.3.2 Inventário Florístico

O inventário florestal foi realizado pela equipe da empresa MF Consultoria Ambiental, composta por um engenheiro florestal e um auxiliar de campo.

Foi procedido de medição das variáveis dendrométricas, avaliação das condições gerais da vegetação, identificação da presença de agentes degradantes e identificação das espécies vegetais, in loco, sempre que possível.

9.1.3.3.3 Materiais Utilizados

Os seguintes materiais foram utilizados para o levantamento florestal em questão:

- Trena (50 m) – Medição e delimitação das parcelas;
- Fita métrica (1,5 m) – Medição da circunferência à altura do peito (CAP);
- Plaquetas numeradas – Identificação das parcelas;
- Fita zebrada – Identificação dos limites das parcelas;
- Planilhas de campo – Anotação dos dados levantados em campo;
- Treliça de madeira – Herborização das coletas de espécies não identificadas;
- Hipsômetro eletrônico Haglof – Medição da altura das arvores;
- Facão – Acesso em meio à vegetação e coleta de exemplares vegetais;
- Máquina fotográfica digital – Registro fotográfico do esforço amostral.

9.1.3.3.4 Métodos de Amostragem Utilizados

O Inventário Fitossociológico em questão foi caracterizado como área restrita, pois se tratou da avaliação da vegetação de um local específico. A obtenção de dados ocorreu por método de amostragem aleatória simples, alocando as Unidades Amostrais (UAs), de maneira aleatória junto ao povoamento.

O levantamento da vegetação usou de metodologia de área fixa, determinando medida de 200m², representando as UA's em figura a seguir. Péllico Netto e Brenna (1997), baseados em extensa revisão bibliográfica, reportaram que, geralmente, os tamanhos das UAs variam entre 20 e 1.000 m².

A representação das unidades amostrais aplicadas pelo levantamento gerou o formato de retângulo de 10x20 metros (Figura 9.227).

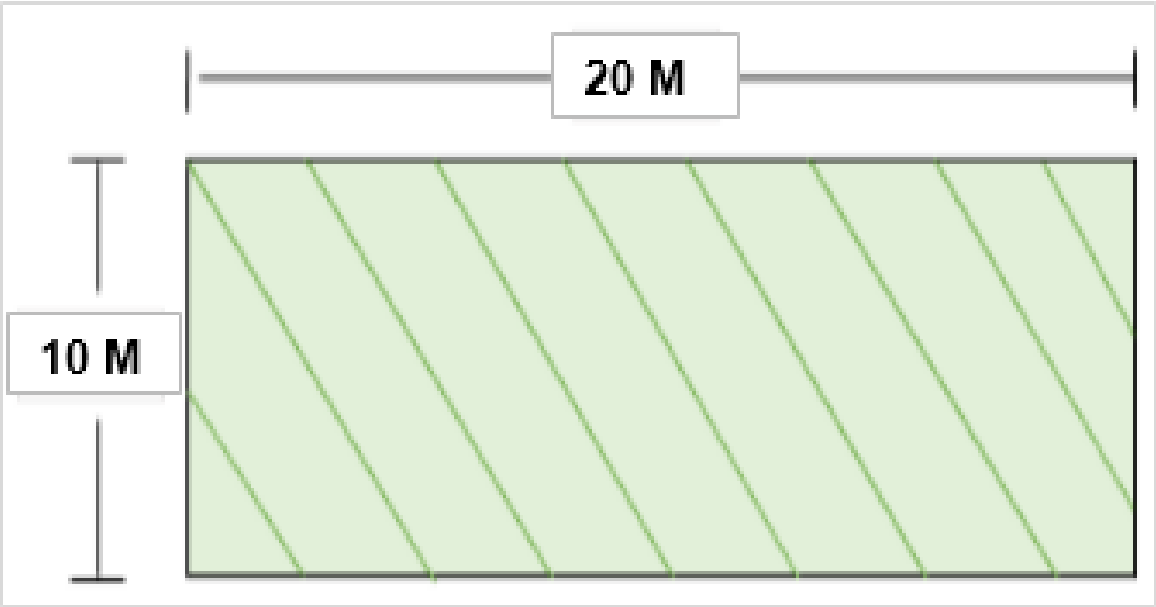


Figura 9.227: Ilustração quanto ao dimensionamento das unidades amostrais empregadas pelo levantamento.

Para a delimitação das unidades amostrais foi utilizado aparelho de GPS e trena métrica.

A coleta de posicionamento das unidades amostrais se deu através do GPS, porém para demarcação a campo, ocorreu pelo emprego de tinta spray junto aos quatro cantos das unidades amostrais, e delimitação com fita zebrada, seguindo as orientações de Portaria IAT nº 300/2022. Ainda diante desta Portaria, houve a demarcadas nas árvores com DAP maior que 5 cm, como pode ser verificado nas figuras abaixo.



Figura 9.228: Delimitação de unidades amostrais com fita métrica.



Figura 9.229: Delimitação de unidades amostrais com fita métrica.



Figura 9.230: Demarcação das unidades amostrais in loco, com tinta spray.



Figura 9.231: Demarcação das unidades amostrais in loco, com tinta spray.



Figura 9.232: Demarcação com fita zebrada junto as unidades amostrais.



Figura 9.233: Demarcação com fita zebrada junto as unidades amostrais.



Figura 9.234: Demarcação das árvores com DAP maior de 5 cm.



Figura 9.235: Demarcação das árvores com DAP maior de 5 cm.

Em cada uma das parcelas, das árvores foram inventariadas informações sobre a circunferência, altura do peito (CAP) e altura total (H) de todos os indivíduos considerados arbóreos. A representação dessa atividade está expressa nas figuras a seguir.

Os indivíduos arbóreos que apresentavam bifurcação abaixo da altura de 1,30 metros foram mensurados independentemente. Para a medição de H dos indivíduos arbóreos se

utilizou o hipsômetro eletrônico Haglof e para a medição do CAP das árvores foi utilizada uma fita métrica com comprimento total de 150 cm.

A identificação das espécies encontradas em campo foi feita principalmente durante o próprio levantamento, tomando como base a experiência prática do identificador, conhecimentos botânicos aplicáveis e características gerais observadas na vegetação. As espécies que não puderam ser identificadas de imediato, no momento do levantamento, foram pesquisadas em literatura especializada, a fim de serem identificadas em nível de espécie. Sempre que possível, optou-se também pelo registro fotográfico das não reconhecidas em campo para posterior consulta no momento da identificação em escritório.

A identificação botânica das árvores foi realizada por um engenheiro florestal e um biólogo, com base em literatura específica sobre a flora local, inventários florísticos anteriores e consulta a coleções de herbários, sendo que as mesmas foram identificadas por meio do nome comum, científico e família botânica.



Figura 9.236: Coleta de dados dendrométricos e CAP.



Figura 9.237: Medições de altura com auxílio de hipsômetro eletrônico Haglof.



Figura 9.238: Identificação de exemplares.



Figura 9.239: Anotação de dados em campo.

Caso não seja possível a identificação taxonômica em campo, partes da planta como galhos, folhas, frutos e sementes foram coletadas e também registradas por meio de fotografias para posterior identificação.

Para a identificação, os referenciais bibliográficos consultados foram: Lorenzi (2014), vol. 1 e 2; Carvalho (2010) vol. 04; Barbieri (2004); Backes e Irgang (2009).

9.1.3.3.5 Unidades Amostrais

A AID apresenta diferentes componentes vegetais, arbóreos, arbustivos e áreas antropizadas como lavouras, pastagens, áreas edificadas e diversos acessos. Neste sentido quando se trata de área de supressão os locais com impacto direto referem-se à vegetação nativa, arbórea secundária em estágio médio de regeneração natural.

A delimitação de área de supressão foi feita por meio da sobreposição do arranjo do empreendimento em imagem de satélite de alta resolução, além de observações in loco, de forma que a delimitação da área de supressão foi baseada em elementos adequados e representa a real situação da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, totalizando 1,9 hectares de supressão em fragmentos de vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural (Figura 9.240).

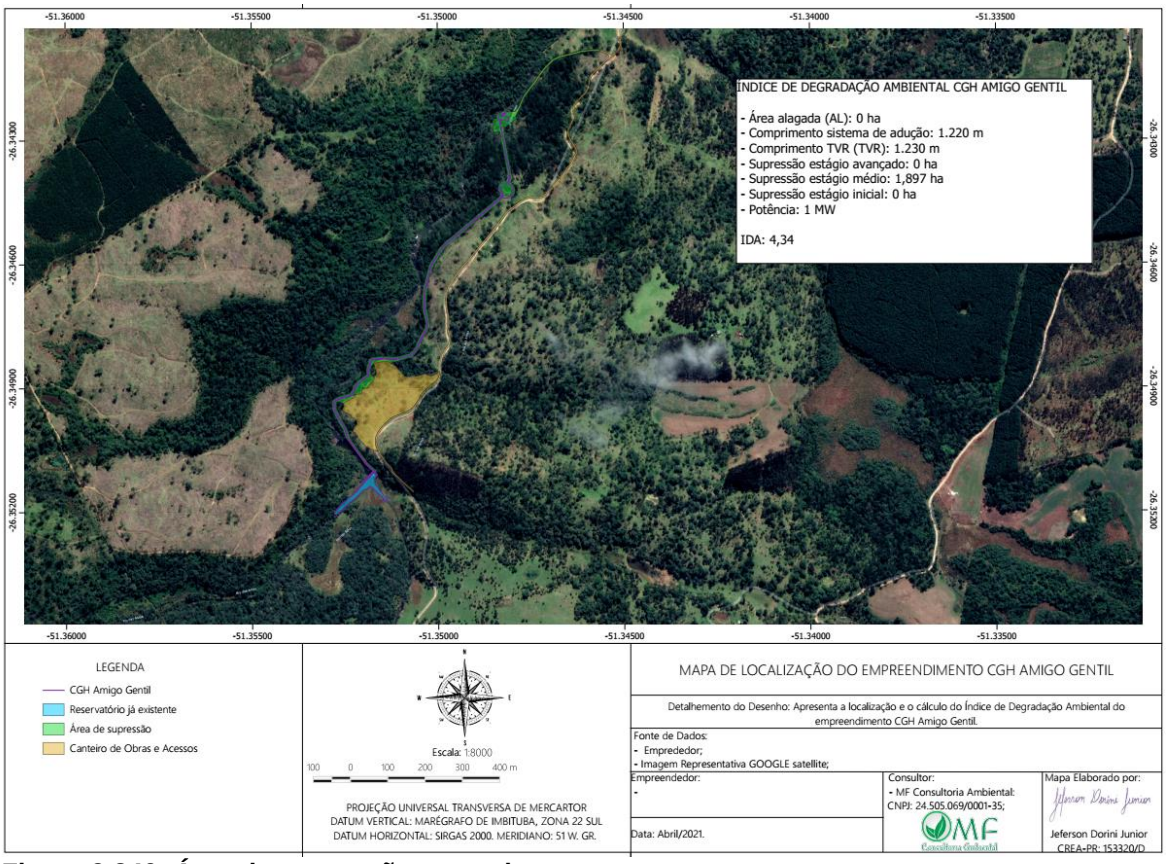


Figura 9.240: Área de supressão vegetal.

Nesta área de levantamento de flora para supressão florestal, foram instaladas 10 UAs, distribuídas aleatoriamente dentro da população (Tabela 9.95), abrangendo uma área amostral de 2.000 m².

As UAs foram demarcadas utilizando-se plaquetas numeradas e, também, anotando as coordenadas geográficas de cada parcela, com o auxílio do GPS, a fim de localizá-las posteriormente, se necessário. Os números das plaquetas de cada parcela, bem como suas coordenadas geográficas (Tabela 9.95 e Figura 9.241).

Tabela 9.95: Coordenadas geográficas das parcelas instaladas para o inventário florestal.

Unidade Amostral	Coordenadas
1	22J 464903.00 7085397.00
2	22J 464803.00 7085583.00
3	22J 464888.00 7085645.00
4	22J 464958.00 7085689.00
5	22J 465041.00 7085776.00
6	22J 465272.00 7086164.00
7	22J 465327.00 7086427.00
8	22J 465277.00 7086355.00
9	22J 465240.00 7086340.00
10	22J 465253.00 7086262.00

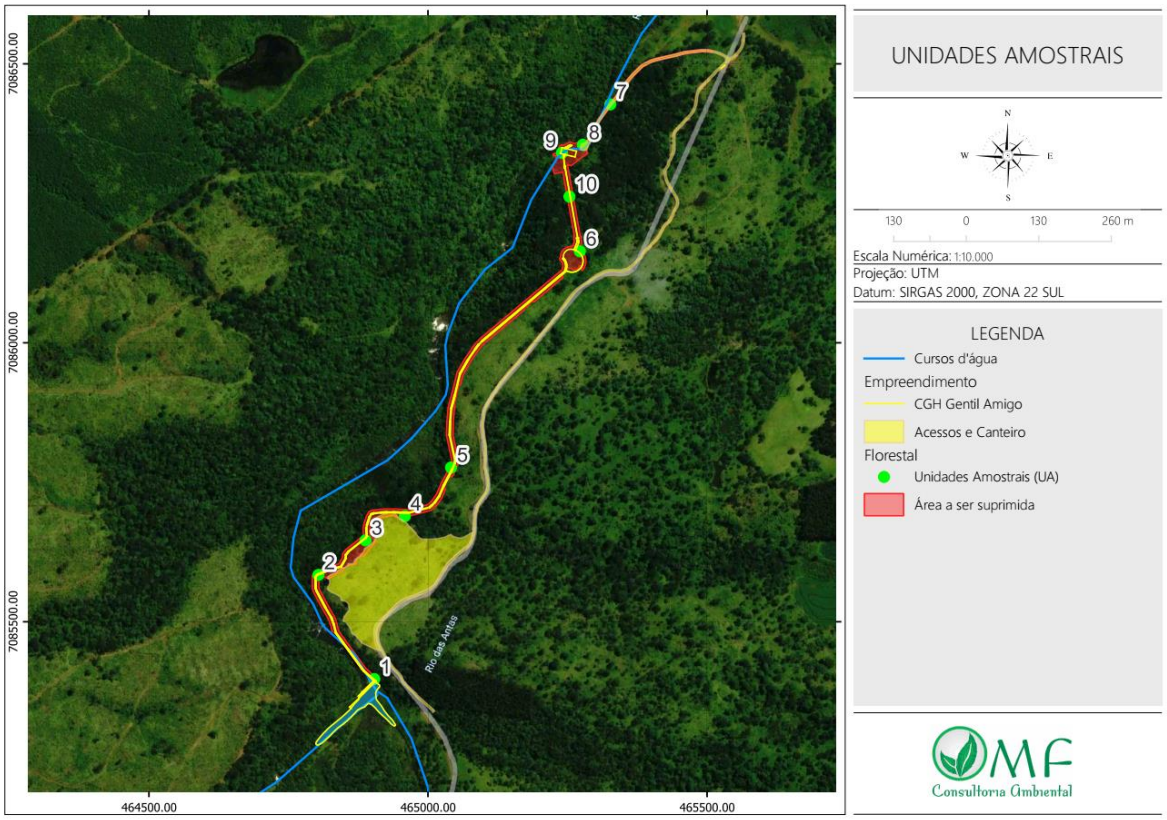


Figura 9.241: Localização das unidades amostrais.

9.1.3.3.6 Caracterização dos Dados

Abaixo, segue uma tabela com o modelo de cálculo do diâmetro, da área transversal da espécie e também do volume de cada indivíduo mensurado durante o inventário florestal do empreendimento.

Informação	Cálculo	Legenda
Diâmetro	$d = \frac{c}{\pi}$	d = diâmetro à altura do peito (cm); c = circunferência à altura do peito (cm); π = 3,1416.
Área Transversal da Espécie	$g = \frac{\pi * d^2}{4}$	g = área transversal da espécie i (m²); d^2 e π = definidos anteriormente.
Volume	$v = \mathrm{g} * h * \mathrm{f}$	v = volume individual (m³); g = definido anteriormente; h = altura total (m).

9.1.3.3.7 Fator de Forma

O fator de forma é o fator de redução do volume do cilindro para o volume real da árvore (DRESCHER *et al*., 2010), que deve ser multiplicado pelo volume do cilindro para, então, obter o volume real da árvore.

A determinação do fator de forma artificial se constitui numa importante prática, quando se pretende estimar volume individual de árvores, principalmente quando se trata de florestas inequiâneas e, nessa situação, o estudo do fator de forma torna-se importante para detectar e corrigir as irregularidades externas do fuste na estimativa de volume. Ao passo que, os fatores mensuráveis, como diâmetro, altura, tamanho da copa são mais facilmente mensuráveis dentro da floresta. Devido a isso, na prática e cientificamente, o fator de forma é expresso em função dos fatores mensuráveis (DRESCHER *et al*., 2001).

Viana e Pinheiro (1998) estudaram a forma de alguns fragmentos florestais, em que os mesmos foram classificados da seguinte forma: fragmentos com fator de forma superior a 0,8 são considerados arredondados; entre 0,6 e 0,8 são alongados; e, inferior a 0,6, são muito alongados.

Embora seja conhecido que o fator de forma varia conforme a espécie, classe diamétrica, altura do fuste, idade, densidade/espaçamento, entre outros, para este trabalho foi utilizado o valor de fator de forma igual a 0,673 para todos os indivíduos. Devido ao caráter cientifico de uma equação de volume, optou-se pela sua escolha em detrimento de um fator de forma médio para todas as espécies, também conforme (TRAUTENMÜLLER *et al*., 2014), que utilizou o mesmo valor.

9.1.3.3.8 Parâmetros Fitossociológicos Avaliados

A composição florística indica o conjunto de espécies que compõem a floresta. São relacionadas todas as espécies ocorrentes na área de estudo, com seu respectivo nome vulgar, científico e família (SCHNEIDER e FINGER, 2000). Conforme esses autores, a definição da distribuição espacial das espécies que compõem uma floresta nativa é uma informação extremamente importante para orientar o manejador na definição de critérios de seleção das espécies a serem removidas da população.

9.1.3.3.9 Estrutura Horizontal

Segundo Lamprecht (1990), a estrutura horizontal indica a participação de cada espécie na comunidade, bem como a forma pela qual ela se encontra distribuída espacialmente na área. Para o estudo dessa estrutura são determinados os seguintes índices: densidade absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, índice de valor de importância e índice de valor de cobertura.

9.1.3.3.9.1 Densidade

A densidade avalia o grau de participação das diferentes espécies identificadas na composição vegetal. Esse índice se refere ao número de indivíduos de cada espécie, dentro de uma associação vegetal por unidade de superfície, usualmente por hectare.

De acordo com Daubernmire (1968) apud Moscovich (2006), a densidade absoluta corresponde ao número total de indivíduos de uma mesma espécie por unidade de área; e, a densidade relativa, indica o número de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos de todas as espécies amostradas, expressa em porcentagem.

9.1.3.3.9.2 Dominância

Embora definida originalmente como a área de projeção da copada por espécie e por unidade de área, utilizou-se a área basal dos fustes, por existir estreita correlação entre ambas e por apresentar uma maior facilidade na obtenção desta informação. Essa procura, portanto, visa expressar a influência de cada espécie na comunidade por meio de sua biomassa.

A dominância absoluta é calculada pela soma das áreas basais dos indivíduos de uma mesma espécie por hectare, já a dominância relativa corresponde à participação, em porcentagem, de cada espécie em relação à área basal total (DAUBERNMIRE, 1968 apud MOSCOVICH, 2006).

9.1.3.3.9.3 Frequência

A frequência é um conceito estatístico relacionado à uniformidade de distribuição das espécies e expressa o número de ocorrências de dada espécie nas diversas parcelas alocadas.

A frequência absoluta de uma espécie é obtida pela porcentagem das parcelas em que a espécie ocorre, já a frequência relativa é calculada com base na soma total das frequências absolutas, para cada espécie.

9.1.3.3.9.4 Índice de Valor de Importância (IVI)

Os parâmetros citados (densidade, dominância e frequência) revelam aspectos essenciais da composição florística, mas sempre são enfoques parciais, uma vez que isolados não dão a informação requerida sobre a estrutura florística. Um método para integrar os aspectos parciais consiste em combiná-los em uma única e simples expressão, calculando

o valor de importância (VI), proposto por Curtis (1959). Ele é obtido somando-se, para cada espécie, os valores relativos de densidade, dominância e frequência, obtendo-se um valor máximo de 300.

9.1.3.3.9.5 Índice de Valor de Cobertura (IVC)

Indica a importância que uma espécie adquire na floresta, é caracterizada pelo número de árvores e suas dimensões (densidade e dominância), que determinam o espaço dentro da biocenose, não importam se a frequência das árvores ocorra de forma isolada ou em grupo. A densidade e a dominância são os elementos determinantes e, a frequência, só terá influência, quando as espécies aparecem agrupadas.

Os moldes dos cálculos dos fatores apresentados anteriormente se encontram compilados na tabela a seguir.

Tabela 9.96: Matriz de informações e cálculos de estrutura horizontal.

Informação	Cálculo	Legenda
Densidade Absoluta	$DA_i = \frac{mi * 10000}{a}$	DA_i = Densidade Absoluta para a espécie i (árv./ha); DR_i = Densidade Relativa para a espécie i ^{i} (%); DT = Densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma da densidade absoluta de todas as espécies amostradas); m_i = Número de árvores da espécie i nas unidades amostrais; a = Área total mensurada (m²).
Densidade Relativa	$DR_i = \frac{D_i}{DT} * 100$	
Dominância Absoluta	$DoAi = \frac{(\sum_{j=1}^{mi} gji) * 10000}{a}$	DoA_i = Dominância Absoluta para a espécie i (m²/ha); DoR_i = Dominância Relativa para a espécie i (%); a = Definido anteriormente (m²); g_{ji} = Área transversal da árvore j da espécie i (m²).
Dominância Relativa	$DoRi = \frac{DoAi}{(\sum_{j=1}^{k} DoAi)} * 100$	
Frequência Absoluta	$FA_i = \frac{u_i}{N} * 100$	FA_i = Frequência absoluta da espécie i na comunidade vegetal; FR_i = Frequência relativa da espécie i na comunidade vegetal; u_i= número de unidades amostrais em que a espécie i ocorre; N = número total de unidades amostrais realizadas.
Frequência Relativa	$FR_i = \left(\frac{FA}{\sum_{i=1}^{n} FA}\right) * 100$	
Índice de Valor de Importância (IVI)	$VI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$	VI_i = Valor de importância; $DR_{i,}$, DoR_i, FR_i = Definidos anteriormente.
Índice de Valor de Importância (IVI) (%)	$VI_i(\%) = \frac{VI_i}{3}$	
Índice de Valor de Cobertura (IVC)	$VC_i = DR_i + DoR_i$	$VC_{i,}$= Valor de cobertura;

Informação	Cálculo	Legenda
Índice de Valor de Cobertura (IVC) (%)	$VC_i\ (\%) = \frac{VC_i}{2}$	DR_i, DoR_i= Definidos anteriormente.

9.1.3.3.10 Estrutura Vertical

A análise da estrutura vertical nos dá uma ideia da importância da espécie considerando a sua participação nos estratos verticais que o povoamento apresenta.

Os estratos verticais encontrados na floresta podem ser divididos em: espécies dominantes, intermediárias e dominadas. Aquelas espécies que possuírem um maior número de indivíduos representantes em cada um desses estratos certamente apresentarão uma maior importância ecológica no povoamento em estudo.

Para estudar a posição sociológica de cada espécie, na comunidade vegetal, é necessário primeiro estabelecer estratos de altura total dos indivíduos, depois calcular o valor fitossociológico de cada estrato e, por fim, obter as estimativas dos valores absoluto e relativo da posição sociológica, apresentados a seguir.

Tabela 9.97: Matriz de informações e cálculos de estrutura vertical.

Informação	Cálculo	Legenda
Definição dos Estratos da Floresta	Estrato Inferior $h_j < (\bar{h} - l \times S)$ Estrato Médio $(\bar{h} - l \times S) \leq h_j < (\bar{h} + l \times S)$ Estrato Superior $h_j \leq (\bar{h} + l \times S)$	$\bar{h}$ = Média das alturas de todas as árvores; S = Desvio padrão das alturas de todas as árvores; h_j = Altura total da j-ésima árvore individual.
Valor Fitossociológico	$VF_j = \frac{N_j}{N} \times 100$ $VF_{ij} = VF_j \times n_{ij}$	VF_j = Valor fitossociológico simplificado do j-ésimo estrato; n_{ij} = Valor fitossociológico da i-ésima espécie no j-ésimo estrato; VF_{ij} = Número de indivíduos de i-ésima espécie no j-ésimo estrato; N_j = Número de indivíduos no j-ésimo estrato; N = Número total de indivíduos de todas as espécies em todos os estratos.
Posição Fitossociológica Absoluta	$PSA_i = \sum_{i=l}^{m} VF_J \times n_{ij}$	VF_j e n_{ij} Definidos anteriormente; m = Número de estratos amostrados.
Posição Fitossociológica Relativa	$PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=l}^{s} PSA_i}$	PSA_i = Definido Anteriormente; s = Número de Espécies.

9.1.3.3.11 Índices de Riqueza e Diversidade

Riqueza e diversidade de espécies são dois termos distintos ecologicamente, que muitas vezes são utilizados de forma semelhante. A diversidade não está correlacionada ao

número de indivíduos por hectare (densidade) da população, mas pelo conjunto de espécies e pelo número de representantes. Já a riqueza, destaca o número de indivíduos de determinadas espécies.

9.1.3.3.11.1 Índices de Shannon-Weaver (H')

Este índice sugere que a heterogeneidade pode ser equiparada com a quantidade de incerteza que existe na seleção aleatória de um indivíduo de determinada espécie na população, quanto mais espécies existem e mais homogênea é a distribuição, maior a diversidade. O índice de Shannon-Weaver assume que todas as espécies estão representadas na amostra, o seu valor varia geralmente entre 1,5 e 3,5.

Em povoamentos de apenas uma espécie, H' = 0 (ausência total de estrutura do sistema, no sentido teórico de informação); H' atinge seu máximo quando todas as espécies se encontram regularmente distribuídas (máximo de homogeneidade estrutural). Assim sendo, H'max. = ln S (em que S = número total de espécies).

9.1.3.3.11.2 Índice de Equabilidade de Pielou (J')

O índice de Pielou representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem atual, em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir, varia entre 0 e 1 (1 indica diversidade máxima teórica obtida por meio da amostragem realizada).

9.1.3.3.11.3 Índice de Simpson (D)

Mostra a 'concentração' de dominância, expressa a dominância de algumas espécies na parcela ou povoamento. O valor varia de 0 a 1 (para valores próximos de 1 a dominância para uma ou poucas espécies é maior).

9.1.3.3.11.4 Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)

Apresenta a média de espécie/indivíduos, proporcionando uma ideia geral da composição florística da região estudada.

Tabela 9.98: Matriz de informações e cálculos de parâmetros de riqueza e diversidade.

Informação	Cálculo	Legenda
Diversidade Florística Índice de Shannon-Weaver	$H' = -\sum \text{pi} \ln \text{pi}$	$pi = ni/N$, isto é, densidade relativa da i-ésima espécie por área; ni = Número de indivíduos da espécie i; N = Número total de indivíduos.
Equabilidade Índice de Pielou	$J' = \frac{H' \text{ (Observado)}}{H' \text{máximo}}$	H' = Máximo ln (S); J = Equabilidade de Pielou;

Informação	Cálculo	Legenda
		S = Número total de espécies amostradas; H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaver.
Índice de Eveness (E)	$E = \left(\frac{H'}{\ln S}\right) \times 100$	S = Número total de espécies H' = Máximo ln (S).
Índice de Dominância de Simpson (C)	$l = \frac{\sum_{i=l}^{S} n_i\,(n_i - l)}{N(N-1)}$ $C = 1 - l$	l = é a medida de dominância; C = índice de dominância de Simpson; n_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas.
Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)	$QM = \frac{S}{N}$	N = número total de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas.

9.1.3.3.11.5 Regeneração Natural

A regeneração natural procede da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal, portanto, é parte do ciclo de crescimento da floresta as fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como sua distribuição na área (CARVALHO, 1982).

Segundo Garwood (1989) apud Caldato *et al*. (1996), o principal meio de regeneração das espécies tropicais ocorre por meio da grande quantidade de sementes dormentes dispersas no solo, por conta do banco de plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta e também considerando a formação do bosque.

Consideram-se como regeneração natural todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 10 cm de altura até o limite de diâmetro estabelecido no levantamento, estes foram anotadas a suas ocorrências dentro das unidades amostrais.

9.1.3.3.11.6 Matriz Abundância

A matriz abundância visa fornecer informações quantitativas a respeito da ocorrência das espécies amostradas em um levantamento florestal. Nessa matriz é possível avaliar a ocorrência das espécies dentro das diversas parcelas do inventário e, também, a sua representatividade no todo da amostra.

9.1.3.3.11.7 Curva Espécie/Área ou Curva do Coletor

É uma função do número acumulado de espécies levantadas em relação à área de amostragem. Ela pode fornecer informações referentes à homogeneidade na distribuição

das espécies no povoamento. A curva espécie/área apresenta seu crescimento máximo nas primeiras subparcelas levantadas, tendendo a se estabilizar na medida em que mais parcelas são incluídas. Devido a essa propriedade, este diagrama é comumente utilizado para definir a área mínima representativa de amostragem.

9.1.3.4 Flora Terrestre

9.1.3.4.1 Formação Florestal

9.1.3.4.1.1 Caracterização da Cobertura Vegetal na Área Diretamente Afetada

A Área Diretamente Afetada - ADA pela CGH Gentil Amigo foi delimitada pelo arranjo geral do empreendimento compreendendo 34,86 hectares, contemplando estruturas temporárias e permanentes como canteiro de obras, acessos (existentes ou a construir), reservatório, barramento, conduto forçado e casa de força.

Cabe salientar que inseridos na ADA observam-se diferentes componentes vegetais, arbóreos, arbustivos e áreas antropizadas como pastagens e diversos acessos. Neste sentido quando se trata de área de supressão os locais com afetação direta referem-se à vegetação nativa, arbórea secundária em estágio médio de regeneração natural.

A delimitação de área de supressão foi feita por meio da sobreposição do arranjo do empreendimento em imagem de satélite de alta resolução, além de observações *in loco*, de forma que a delimitação da área de supressão foi baseada em elementos adequados, totalizando 1,9 hectares de supressão em fragmentos de vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural.

Dessa forma, apresentam-se na Figura 9.242 as áreas de supressão de vegetação nativa arbórea para implantação da CGH Gentil Amigo, compreendendo as estruturas do empreendimento e acessos necessários.

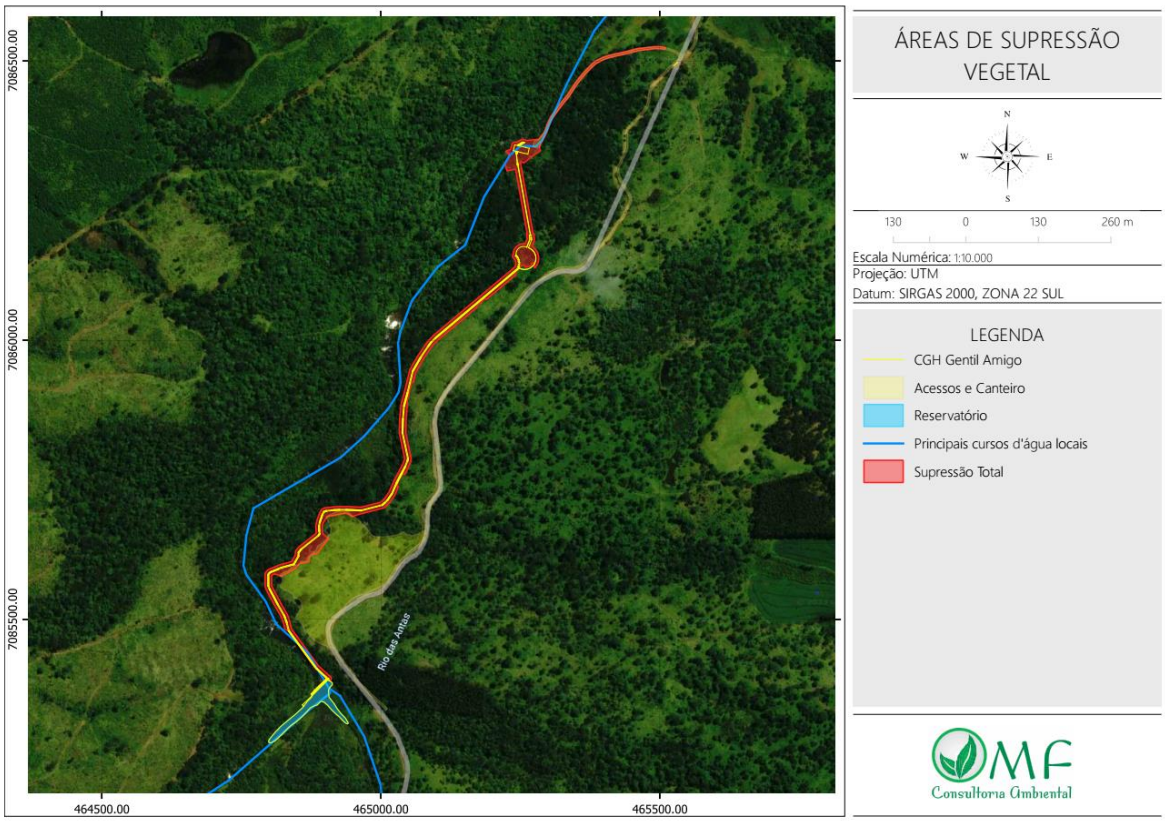


Figura 9.242: Áreas de vegetação nativa a serem suprimidas.

9.1.3.4.1.1.1 Fitogeografia

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendiam originalmente por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro. Hoje os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 25% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração.

Deste modo a localização da CGH Gentil Amigo encontra-se no domínio de vegetação compreendida como Mata Atlântica, e dentro deste em área fitogeográfica em Floresta Ombrófila Mista.

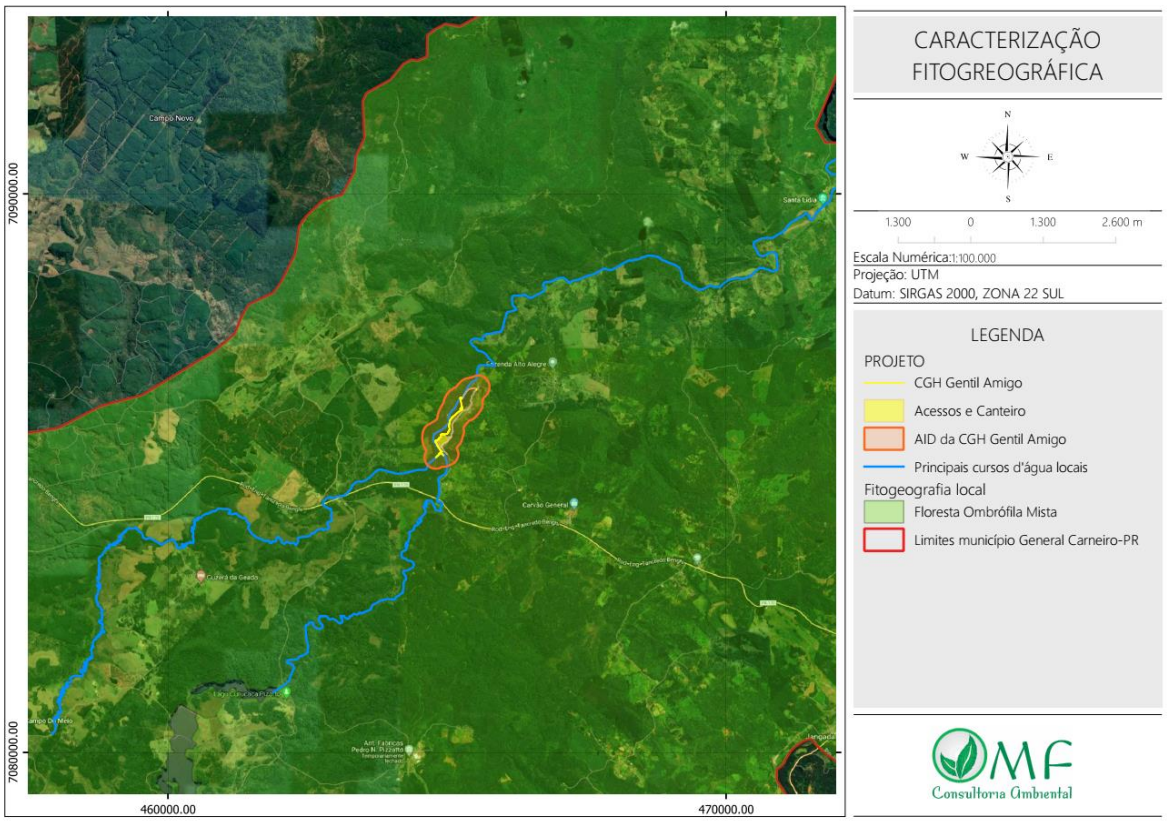


Figura 9.243: Fitogeografia da região do empreendimento.

O Mapa de Vegetação do Brasil reconstitui a situação da vegetação no território brasileiro e tem origem nas cartas-imagens de radar produzidas pelo Projeto RADAMBRASIL na escala 1:250.000, encontra-se disponível em consulta pelo site do INDE, por meio do endereço (https://inde.gov.br/).

Do ponto de vista florestal e fitogeográfico, a região do projeto está originalmente inserida no Bioma da Mata Atlântica, mais especificamente classificada como Floresta Ombrófila Mista, de acordo com IBGE, 2004 (https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html?=&t=downloads).

9.1.3.4.1.1.2 Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista, também chamada de Floresta com Araucárias, é um ecossistema do Bioma da Mata Atlântica, característico da região sul do Brasil e de algumas áreas da região Sudeste, que abriga uma grande variedade de espécies, algumas das quais só são encontradas nesse ecossistema (APREMAVI, 2015).

A Floresta Ombrófila Mista é caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que por sua abundância, porte e copas corimbiformes imprime o aspecto fitofisionômico próprio desta formação. A mesma ocorre intercaladamente com áreas savânicas e estépicas, originando um sistema em mosaico que caracteriza grande parte da paisagem da Região Sul do País (AUBREVILLE, 1949; KLEIN, 1960; KLEIN, 1984; HUECK, 1972; BACKES, 2001).

9.1.3.4.2 Principais Espécies Recorrentes na Região

9.1.3.4.2.1 Florística

A florística indica a comunidade de táxons que compõem a floresta, como as suas espécies e famílias. O objetivo de um levantamento florístico é listar as espécies vegetais ocorrentes em uma determinada área. Tais informações podem ser utilizadas na elaboração e no planejamento de ações que objetivarem a conservação, o manejo ou mesmo a recuperação das formações florestais. Considerando a análise preliminar descrita, a seguir apresenta-se a seguir a lista de espécies observadas na área do empreendimento.

Tabela 9.99: Espécies vegetais nativas observadas em levantamento de cobertura vegetal.

Família	Nome Científico	Nome Popular
Myrtaceae	*Myrcianthes gigantea*	Araçá do Mato
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia*	Araucária
Annonaceae	*Annona rugulosa*	Ariticum do Mato
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolius*	Arroeira Vermelha
Myrtaceae	*Eugenia rostrifolia*	Batinga
Euphorbiaceae	*Sebastiania commersoniana*	Branquilho
Anacardiaceae	*Lithraea brasiliensis*	Bugreiro
Lauraceae	*Cryptocarya aschersoniana*	Canela Fogo
Lauraceae	*Ocotea puberula*	Canela Guaicá
Lauraceae	*Ocotea porosa*	Canela Imbuia
Styracaceae	*Styrax leprosus*	Canela Seiva
Primulaceae	*Myrsine guianensis*	Capororoca Branca
Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Capororoca Vermelha
Winteraceae	*Drimys brasiliensis*	Cataia
Aquifoliaceae	*Ilex dumosa*	Caúna
Erythroxylaceae	*Erythroxylum argentinum*	Cocão
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis*	Erva Mate
Celastraceae	*Maytenus muelleri*	Espinheira Santa
Myrtaceae	*Acca sellowiana*	Goiaba Serrana
Salicaceae	*Casearia decandra*	Guaçatunga Branca
Myrtaceae	*Eugenia pluriflora*	Guamirim
Myrtaceae	*Calyptranthes concinna*	Guamirim Facho
Myrtaceae	*Myrcia selloi*	Guamirim Pitanga
Myrtaceae	*Myrcia brasiliensis*	Guamirim Vermelho
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata*	Guaraperê
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum*	Leiteiro
Boraginaceae	*Cordia ecalyculata*	Louro Mole
Rutaceae	*Zanthoxylum kleinii*	Mamica de Cadela
-	-	Morta
Rosaceae	*Prunus myrtifolia*	Pessegueiro Bravo
Podocarpaceae	*Podocarpus lambertii*	Pinheiro Bravo
Salicaceae	*Xylosma pseudosalzmanii*	Suçará

Família	Nome Científico	Nome Popular
Sapindaceae	*Allophylus edulis*	Vacum
Asteraceae	*Vernonanthura discolor*	Vassourão Preto
Total	**34**	

9.1.3.5 Levantamento Florístico

9.1.3.5.1 Análise da Estrutura Horizontal

9.1.3.5.1.1 Curva do Coletor

É importante ressaltar que o número mínimo de parcelas utilizadas para este levantamento fitossociológico, considerou a diversidade florística da área, através do uso da curva espécie/área. A suficiência amostral é um conceito quantitativo utilizado em estudos fitossociológicos para informar se a amostra utilizada é “representativa” da comunidade vegetal em estudo.

Esta curva de acumulação de espécies (curva coletora) é uma maneira de se avaliar a suficiência amostral de um levantamento fitossociológico, e relaciona o número de espécies com o número de unidades amostrais, onde o número acumulado de espécies encontradas em relação ao aumento progressivo da área amostrada é representado em um sistema de eixos coordenados, para a determinação da área mínima de levantamento, atinge-se a suficiência quando a linha tende à estabilidade.

É uma função do número acumulado de espécies levantadas em relação à área de amostragem. Ela pode fornecer informações referentes à homogeneidade na distribuição das espécies no povoamento. A seguir apresenta-se a curva do coletor, representando a suficiência amostral do levantamento, tendendo a estabilidade da curva a partir da 9ª Unidade Amostral, totalizando em 10 Unidades Amostrais com 34 espécies.

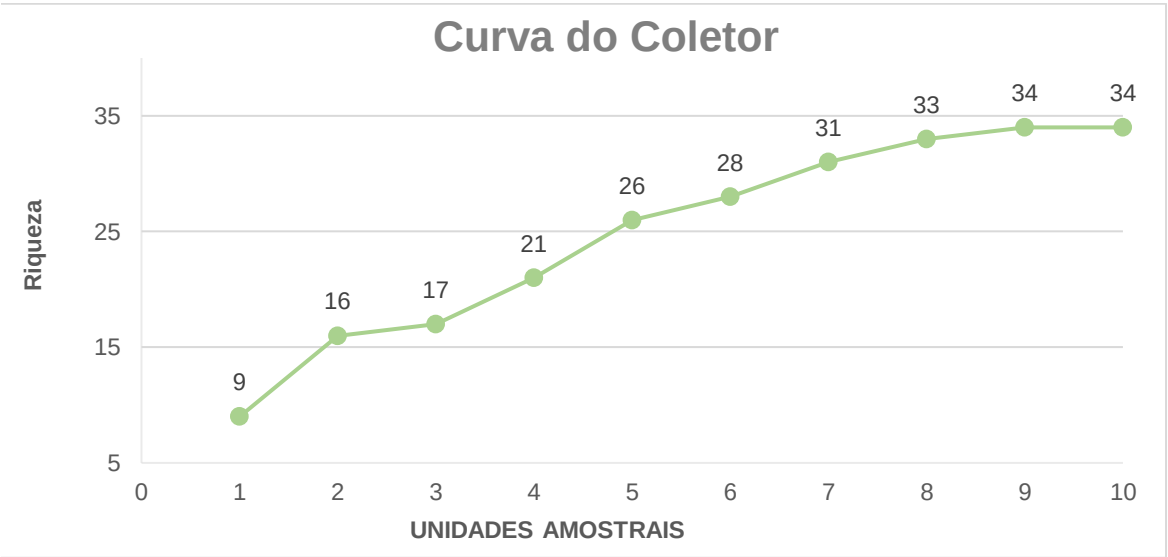


Figura 9.244: Representação de suficiência amostral florística (Curva do Coletor).

9.1.3.5.1.2 Diversidade

A diversidade é composta pela variedade de espécies e o número de indivíduos dentro de cada espécie. Decorrente das avaliações, observações e coletas de dados de campo, pode-se subsidiar os cálculos e índices de interpretação de diversidade, equabilidade e composição florísticas, possibilitando a criação da tabela apresentada em título seguinte, de modo a representar uma matriz de interpretação dos parâmetros de avalição e classificação sucessional das UAs levantadas.

Ainda assim, é considerado os arredores de cada UA, se caracterizando não somente a UA, mas também a vegetação de entorno do empreendimento. Deste modo apresenta-se as análises a seguir.

9.1.3.5.1.2.1 Índice de Informação

Os índices mais usados são aqueles baseados na teoria da informação, esses índices expressam diretamente o valor da diversidade, sendo que o mais utilizado é o índice de Shannon, sendo baseado na teoria da informação (SHANNON e WIEVER, 1949), a qual atribui a todos os indivíduos as suas respectivas espécies o peso em função do número de indivíduos.

Porém a informação não seria dependente só do número total de indivíduos e do número total de espécies, mas também da proporção do número de indivíduos de cada espécie, implicando em que as espécies não sejam igualmente prováveis (HAIRSTON, 1959). O H' estima a diversidade específica (MAGURRAN, 1988), e expressa a heterogeneidade florística da floresta (GREIG-SMITH, 1983; KREBS, 1978).

O índice de diversidade Shannon (H´) do povoamento compreendido pelo levantamento, gerou valor de 2,989 nats/ind, expressando diversidade alta, uma vez que os valores desse índice nesta formação, em geral, situam-se entre 1,50 e 3,50 e raramente ultrapassam 4,50 (FELFILI e RESENDE, 2003), em H’max notou-se valor de 3,526.

O Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM), apresenta apenas a média de espécie/indivíduos, não atribuindo pesos a elas como ocorre com os índices de Shannon e Simpson. Para este coeficiente, encontrou-se a relação de 17:253, simplificando 0,07 indivíduos para cada espécie amostrada. Quanto mais próximo de 1 (um) o valor, mais diversa é a população.

9.1.3.5.1.2.2 Índice de Dominância

É comum encontrar interpretações erradas no índice de Simpson (C), em que os autores utilizam esse índice como parâmetro de informação da diversidade do local, quando na verdade ele expressa apenas se há ou não dominância de algumas espécies no povoamento, o valor varia de [0,1], sendo que para valores próximos de 1, a dominância pra uma ou mais espécies é considerada maior.

Neste povoamento encontramos para este índice valor de 0,94, o que indica haver dominância de uma ou poucas espécies, ocorre a dominância por parte das espécies Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 16,59 m^2/ha de dominância absoluta, e 33,91% de

dominância relativa, e Canela Imbuia (*Ocotea porosa*) com 6,22 m^2/há de dominância absoluta, e 12,72% de dominância relativa, os valores para as demais espécies em título específico adiante.

9.1.3.5.1.2.3 Índice de Equidade

Estes índices mostram de que forma o número de indivíduos está distribuído entre as espécies, denotando menor ou maior uniformidade na composição das parcelas. O valor da equabilidade de Pielou (J) de 0,85 indica que 85% da diversidade máxima teórica foram obtidas por meio da amostragem realizada.

Diante do exposto pelos índices, fica observado a ocorrência de espécie dominante na população levantada, indicando diversidade média geral. Em questão de diversidade, notam-se áreas de maior valor biológico, com diversidade média-baixa.

Considerando a população geral, os índices representando condições média de diversidade, como pode ser observado pela tabela a seguir.

Tabela 9.100: Tabela resumo de Índices de Diversidade e Dominância.

Índices de Diversidade	
Total de indivíduos	506
Total de espécies (S)	34
Shannon-Weaver (H'):	2,989
Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM):	14,88
Simpson (C):	0,94
Pielou (J'):	0,85

9.1.3.5.1.3 Densidade

A densidade é um parâmetro ecológico que revela a ocupação do espaço pela espécie, relacionando o número de indivíduos ocorrentes em determinada área. Deste modo as espécies que apresentaram maior ocupação, no povoamento foram:

- Guaraperê (*Lamanonia ternata*) com 325 árvores/há;
- Guamirim Facho (*Calyptranthes concinna*) com 265 árvores/há;
- Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 260 árvores/ha.

Os mesmos valores apresentados em percentual, geraram as respectivas densidades a seguir 12,85%, 10,47% e 10,28%.

9.1.3.5.1.4 Frequência

Para melhor apresentar a distribuição das espécies ao longo das 10 unidades amostrais instaladas construiu-se a matriz abundância referente ao levantamento realizado (Tabela 9.101). Por meio desta é possível tomar conhecimento do número de indivíduos que

ocorreram nas unidades amostrais e a distribuição das espécies nestas unidades amostrais.

Tabela 9.101: Tabela de distribuição e frequência das espécies.

Nome Popular	Espécie	Parcela										Total amostrado	Frequência	Frequência absoluta
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Araçá do Mato	*Myrcianthes gigantea*		3	1		1		1	1			7	5	50,00
Araucária	*Araucaria angustifolia*	1	7	12	13		3	3	2	6	5	52	9	90,00
Ariticum do Mato	*Annona rugulosa*				1							1	1	10,00
Arroeira Vermelha	*Schinus terebinthifolius*			8	9	4			2	7		30	5	50,00
Batinga	*Eugenia rostrifolia*				2	1						3	2	20,00
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	12	3									15	2	20,00
Bugreiro	*Lithraea brasiliensis*	1	4	4	4	4			1			18	6	60,00
Canela Fogo	*Cryptocarya aschersoniana*					5		1		1	1	8	4	40,00
Canela Guaicá	*Ocotea puberula*				1	1		2	3	1		8	5	50,00
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	7		1	2		5	7		2	4	28	7	70,00
Canela Seiva	*Styrax leprosus*					1	2					3	2	20,00
Caporoca Branca	*Myrsine guianensis*		5	1	1							7	3	30,00
Caporoca Vermelha	*Myrsine coriacea*									1		1	1	10,00
Cataia	*Drimys brasiliensis*						14		9			23	2	20,00
Caúna	*Ilex dumosa*	13	1	2	1	2		13	4		1	37	8	80,00
Cocão	*Erythroxylum argentinum*		2		2							4	2	20,00
Erva Mate	*Ilex paraguariensis*		2	1	2	5	1		1		2	14	7	70,00
Espinheira Santa	*Maytenus muelleri*							1				1	1	10,00
Goiaba Serrana	*Acca sellowiana*					1				2		3	2	20,00
Guaçatunga Branca	*Casearia decandra*				1				2	1	1	5	4	40,00
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	1	1	5		3		1				11	5	50,00
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*		22	1	7	8	1	5	4		5	53	8	80,00
Guamirim Pitanga	*Myrcia selloi*		2	1		2						5	3	30,00
Guamirim Vermelho	*Myrcia brasiliensis*						4					4	1	10,00
Guaraperê	*Lamanonia ternata*	12	1			6	8	16	10		12	65	7	70,00
Leiteiro	*Sapium glandulosum*					1		1	1			3	3	30,00

Nome Popular	Espécie	Parcela										Total amostrado	Frequência	Frequência absoluta
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Louro Mole	*Cordia ecalyculata*								1			1	1	10,00
Mamica de Cadela	*Zanthoxylum kleinii*							1	1		2	4	3	30,00
Morta	-					1	1	4	3		5	14	5	50,00
Pessegueiro Bravo	*Prunus myrtifolia*		6	7								13	2	20,00
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	2	14		5	5		7	6	4		43	7	70,00
Suçará	*Xylosma pseudosalzmanii*							1		2		3	2	20,00
Vacum	*Allophylus edulis*	1		1	1	6			6	3		18	6	60,00
Vassourão Preto	*Vernonanthura discolor*								1			1	1	10,00
TOTAL		**50**	**73**	**45**	**52**	**57**	**39**	**64**	**58**	**30**	**38**	**506**	**10**	**100,00**

Conforme a tabela acima as espécies com maior frequência absoluta na área foram, as espécies Araucária (*Araucaria angustifolia*) que ocorreu em nove Unidade Amostrais (ou 90%), Caúna (*Ilex dumosa*) e Guamirim Facho (*Calyptranthes concinna*) que ocorreram em oito Unidades Amostrais (ou 80%), os demais espécies estiveram frequentes em 70% ou menos das parcelas.

Como instrumento auxiliar na avaliação da condição da floresta, optou-se pela construção de um diagrama de frequência, dividindo a floresta estudada em cinco classes distintas de frequência, desse modo podemos saber a que classe de frequência determinada espécie pertence, e qual o número de espécie que pertencem a cada classe de frequência, apresentado pela Tabela 9.102.

Tabela 9.102: Classes de frequência das espécies.

Classes de frequência	Frequência (%)	Número de espécies
I	0,1 - 20 %	14
II	20,1 - 40 %	6
III	40,1 - 60 %	7
IV	60,1 - 80 %	6
V	80,1 - 100 %	1
Total		**34**

Observando a tabela acima, nota-se que apenas sete espécies apresentaram frequência acima dos 60 %, dado que se alinha aos índices de diversidade, já comentados, descrevem a diversidade da população.

Neste mesmo sentido, 14 espécies com menos de 20% de frequência de ocorrência, podemos entender que o fragmento florestal estudado apresenta alto grau de heterogeneidade, com espécies de maior adaptação ocorrendo ao longo da área do empreendimento, essa situação é ilustrada no gráfico a seguir.

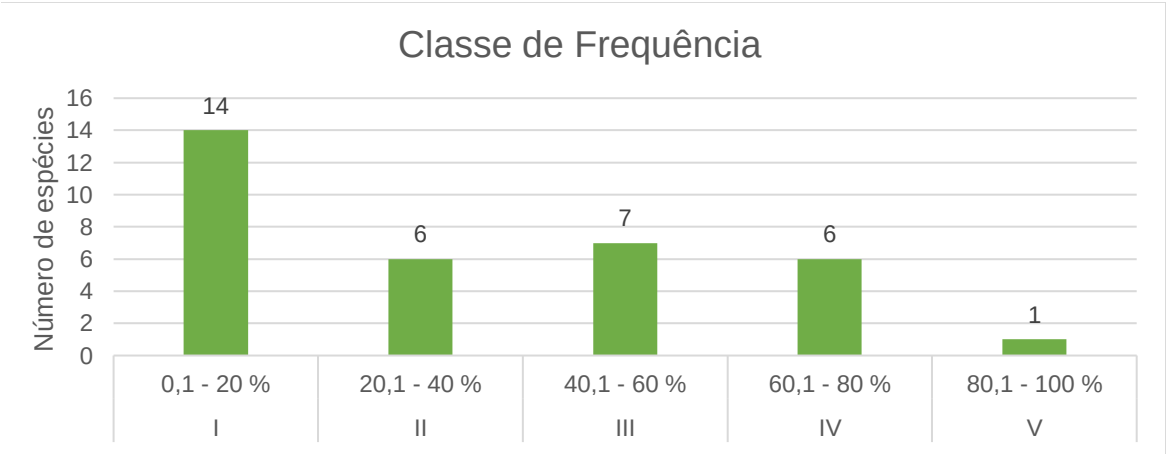


Figura 9.245: Apresentação da distribuição das espécies por classe de frequência no levantamento.

Observando as espécies com ocorrência maior que 80% de frequência (ou classe V), indicam maior capacidade de dispersão e adaptação as condições ambientais da área

estudada. Nesta categoria, apenas Araucária (*Araucaria angustifolia*) esteve presente, espécie característica da Floresta Ombrófila Mista. Já considerando as com ocorrência entre 61 e 80% (ou classe IV), foram registradas as espécies Canela Imbuia (*Ocotea porosa*), Caúna (*Ilex dumosa*), Erva Mate (*Ilex paraguariensis*), Guamirim Facho (*Calyptranthes concinna*), Guaraperê (*Lamanonia ternata*) e Pinheiro Bravo (*Podocarpus lambertii*).

9.1.3.5.1.5 Dominância

Representa os valores de área basal de cada indivíduo, somados para cada espécie, definindo quais são os espécimes que "dominam" sobre as demais, considerando a estreita relação entre a área basal e a projeção da copa.

Dito isto a dominância total absoluta, ou seja, área basal total foi de 48,93 m²/ha, onde as espécies com maior valor de dominância foram, Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 3,3182 m²/ha, Canela Imbuia (*Ocotea porosa*) com 1,2448 m²/há e Guaraperê (*Lamanonia ternata*) com 0,9133 m²/há, os demais com valores de dominância abaixo de 0,5. Estes valores descritos em porcentagem (%) indicam alta dominância dentre as espécies, com valores descritos a seguir na respectiva ordem anterior, 33,91%, 12,72% e 9,33%.

9.1.3.5.1.6 Índice de Valor de Importância

O Valor de Importância, proposto por Curtis e Macintosh (1950 apud MOSCOVICH, 2006), é obtido somando-se, para cada espécie, os valores relativos de Densidade, Dominância e Frequência, e descrevem as espécies mais importantes na comunidade, analisando apenas a sua estrutura.

As espécies que tiveram os maiores valores de importância no remanescente florestal estudado, apresentados na Tabela 9.104 foram: Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 17%, Guaraperê (*Lamanonia ternata*) com 9,16% e Canela Imbuia (*Ocotea porosa*) com 7,85%, os demais exemplares apresentaram valores menores que 7%.

9.1.3.5.1.7 Fitossociologia

Na Tabela 9.103, estão apresentados os parâmetros fitossociológicos das espécies levantadas de acordo com os valores dos parâmetros coletados para cada indivíduo dentro da área de levantamento, apresentam-se elencados em ordem decrescente ao Índice de Valor de Importância (IVI), o qual define a importância ecológica de certa espécie na comunidade quando comparado às outras espécies nela existentes.

Tabela 9.103: Parâmetros observados pelo Inventário Fitossociológico.
Legenda: AB = área basal; ABS = Observada pelo levantamento; IVC = índice de valor de cobertura; IVI = índice de valor de importância.

Nome Popular	Espécie	Família	FREQUÊNCIA			DENSIDADE			DOMINANCIA			IVC	IVC(%)	IVI	IVI(%)
			Nº de UA ocorrentes	Absoluta	Relativa (%)	Nº de Ind. Amostrados	Absoluta	Relativa (%)	Área Basal (m²)	Absoluta	Relativa (%)				
Araçá do Mato	*Myrcianthes gigantea*	Myrtaceae	5	50,00	3,79	7	35	1,38	0,0662	0,3308	0,68	2,06	1,03	5,85	1,95
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	9	90,00	6,82	52	260	10,28	3,3182	16,5911	33,91	44,19	22,09	51,00	17,00
Ariticum do Mato	*Annona rugulosa*	Annonaceae	1	10,00	0,76	1	5	0,20	0,0029	0,0144	0,03	0,23	0,11	0,98	0,33
Arroeira Vermelha	*Schinus terebinthifolius*	Anacardiaceae	5	50,00	3,79	30	150	5,93	0,2957	1,4785	3,02	8,95	4,48	12,74	4,25
Batinga	*Eugenia rostrifolia*	Myrtaceae	2	20,00	1,52	3	15	0,59	0,0690	0,3450	0,71	1,30	0,65	2,81	0,94
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	Euphorbiaceae	2	20,00	1,52	15	75	2,96	0,1000	0,5001	1,02	3,99	1,99	5,50	1,83
Bugreiro	*Lithraea brasiliensis*	Anacardiaceae	6	60,00	4,55	18	90	3,56	0,4507	2,2536	4,61	8,16	4,08	12,71	4,24
Canela Fogo	*Cryptocarya aschersoniana*	Lauraceae	4	40,00	3,03	8	40	1,58	0,0535	0,2677	0,55	2,13	1,06	5,16	1,72
Canela Guaicá	*Ocotea puberula*	Lauraceae	5	50,00	3,79	8	40	1,58	0,2522	1,2608	2,58	4,16	2,08	7,95	2,65
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	Lauraceae	7	70,00	5,30	28	140	5,53	1,2448	6,2239	12,72	18,25	9,13	23,56	7,85
Canela Seiva	*Styrax leprosus*	Styracaceae	2	20,00	1,52	3	15	0,59	0,0873	0,4365	0,89	1,49	0,74	3,00	1,00
Capororoca Branca	*Myrsine guianensis*	Primulaceae	3	30,00	2,27	7	35	1,38	0,2285	1,1423	2,33	3,72	1,86	5,99	2,00
Capororoca Vermelha	*Myrsine coriacea*	Primulaceae	1	10,00	0,76	1	5	0,20	0,0161	0,0806	0,16	0,36	0,18	1,12	0,37
Cataia	*Drimys brasiliensis*	Winteraceae	2	20,00	1,52	23	115	4,55	0,3213	1,6064	3,28	7,83	3,91	9,34	3,11
Caúna	*Ilex dumosa*	Aquifoliaceae	8	80,00	6,06	37	185	7,31	0,4995	2,4974	5,10	12,42	6,21	18,48	6,16
Cocão	*Erythroxylum argentinum*	Erythroxylaceae	2	20,00	1,52	4	20	0,79	0,0272	0,1360	0,28	1,07	0,53	2,58	0,86
Erva Mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	7	70,00	5,30	14	70	2,77	0,0815	0,4077	0,83	3,60	1,80	8,90	2,97
Espinheira Santa	*Maytenus muelleri*	Celastraceae	1	10,00	0,76	1	5	0,20	0,0026	0,0129	0,03	0,22	0,11	0,98	0,33
Goiaba Serrana	*Acca sellowiana*	Myrtaceae	2	20,00	1,52	3	15	0,59	0,0266	0,1332	0,27	0,87	0,43	2,38	0,79
Guaçatunga Branca	*Casearia decandra*	Salicaceae	4	40,00	3,03	5	25	0,99	0,0305	0,1524	0,31	1,30	0,65	4,33	1,44
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	Myrtaceae	5	50,00	3,79	11	55	2,17	0,1086	0,5429	1,11	3,28	1,64	7,07	2,36
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	Myrtaceae	8	80,00	6,06	53	265	10,47	0,2484	1,2422	2,54	13,01	6,51	19,07	6,36
Guamirim Pitanga	*Myrcia selloi*	Myrtaceae	3	30,00	2,27	5	25	0,99	0,0272	0,1362	0,28	1,27	0,63	3,54	1,18
Guamirim Vermelho	*Myrcia brasiliensis*	Myrtaceae	1	10,00	0,76	4	20	0,79	0,0144	0,0719	0,15	0,94	0,47	1,69	0,56
Guaraperê	*Lamanonia ternata*	Cunoniaceae	7	70,00	5,30	65	325	12,85	0,9133	4,5667	9,33	22,18	11,09	27,48	9,16
Leiteiro	*Sapium glandulosum*	Euphorbiaceae	3	30,00	2,27	3	15	0,59	0,1485	0,7424	1,52	2,11	1,06	4,38	1,46
Louro Mole	*Cordia ecalyculata*	Boraginaceae	1	10,00	0,76	1	5	0,20	0,0072	0,0358	0,07	0,27	0,14	1,03	0,34
Mamica de Cadela	*Zanthoxylum kleinii*	Rutaceae	3	30,00	2,27	4	20	0,79	0,0490	0,2450	0,50	1,29	0,65	3,56	1,19
Morta	-	-	5	50,00	3,79	14	70	2,77	0,1849	0,9247	1,89	4,66	2,33	8,44	2,81
Pessegueiro Bravo	*Prunus myrtifolia*	Rosaceae	2	20,00	1,52	13	65	2,57	0,2622	1,3110	2,68	5,25	2,62	6,76	2,25
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	Podocarpaceae	7	70,00	5,30	43	215	8,50	0,4390	2,1951	4,49	12,98	6,49	18,29	6,10
Suçará	*Xylosma pseudosalzmanii*	Salicaceae	2	20,00	1,52	3	15	0,59	0,0149	0,0744	0,15	0,74	0,37	2,26	0,75
Vacum	*Allophylus edulis*	Sapindaceae	6	60,00	4,55	18	90	3,56	0,1816	0,9080	1,86	5,41	2,71	9,96	3,32
Vassourão Preto	*Vernonanthura discolor*	Asteraceae	1	10,00	0,76	1	5	0,20	0,0121	0,0605	0,12	0,32	0,16	1,08	0,36
		TOTAIS				**506**	**2530**	**100**	**9,78561**	**48,93**	**100**	**200**	**100**	**300**	**100**

Conforme pode ser verificado nos parâmetros fitossociológicos apresentados na tabela acima, foram amostradas 506 árvores, gerando a densidade da vegetação de 2.530 árvores/ha e área basal 48,93 m²/ha.

9.1.3.5.1.8 Estrutura Vertical/Posição Sociológica

A análise da estrutura vertical descreve a importância da espécie de acordo com a sua participação nos estratos verticais no povoamento, de modo a representar as espécies ocorrentes como espécies dominantes, intermediárias e dominadas.

Os parâmetros fitossociológicos da estrutura vertical abrangem a posição sociológica, que fornece a composição florística dos diferentes estratos verticais do povoamento. Aquelas espécies que possuírem um maior número de indivíduos representantes em cada um desses estratos certamente apresentarão uma maior importância ecológica no povoamento em estudo.

A relação entre a média e o desvio padrão gerou a definição entre os limites de altura dos estratos, enquadrando os indivíduos levantados, deste modo, os estratos no povoamento estudados são subdivididos em três classes de alturas, onde o estrato superior representa-se por alturas maiores que 11,7 metros, estrato inferior com alturas menores que 4,2 m, e estrato médio, ocupando os valores intermediários entre ambos, 4,2<h>11,7 m. Na Tabela 9.104 apresenta-se a posição fitossociológica das espécies no povoamento local.

Tabela 9.104: A análise da estrutura vertical/posição sociológica do povoamento.

Nome Popular	Espécie	Estrato Superior (h>11,7m)	Estrato Médio (4,2<h>11,7)	Estrato Inferior (h<4,2)	VF1	VF2	VF3	PSA	PSR%
Araucária	*Araucaria angustifolia*	26	25	1	262,06	2159,09	3,56	2424,70	6,33
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	9	19	0	90,71	1640,91	0,00	1731,62	4,52
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	4	39	0	40,32	3368,18	0,00	3408,50	8,90
Pessegueiro Bravo	*Prunus myrtifolia*	3	10	0	30,24	863,64	0,00	893,87	2,33
Capororoca Branca	*Myrsine guianensis*	2	5	0	20,16	431,82	0,00	451,98	1,18
Guaraperê	*Lamanonia ternata*	1	61	3	10,08	5268,18	10,67	5288,93	13,80
Bugreiro	*Lithraea brasiliensis*	1	17	0	10,08	1468,18	0,00	1478,26	3,86
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	1	10	0	10,08	863,64	0,00	873,72	2,28
Erva Mate	*Ilex paraguariensis*	1	8	5	10,08	690,91	17,79	718,77	1,88
Canela Guaicá	*Ocotea puberula*	1	7	0	10,08	604,55	0,00	614,62	1,60
Batinga	*Eugenia rostrifolia*	1	2	0	10,08	172,73	0,00	182,81	0,48
Leiteiro	*Sapium glandulosum*	1	2	0	10,08	172,73	0,00	182,81	0,48
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	0	48	5	0,00	4145,45	17,79	4163,24	10,86
Caúna	*Ilex dumosa*	0	35	2	0,00	3022,73	7,11	3029,84	7,91
Arroeira Vermelha	*Schinus terebinthifolius*	0	30	0	0,00	2590,91	0,00	2590,91	6,76
Cataia	*Drimys brasiliensis*	0	23	0	0,00	1986,36	0,00	1986,36	5,18
Vacum	*Allophylus edulis*	0	18	0	0,00	1554,55	0,00	1554,55	4,06
Morta	-	0	14	0	0,00	1209,09	0,00	1209,09	3,16
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	0	13	2	0,00	1122,73	7,11	1129,84	2,95
Canela Fogo	*Cryptocarya aschersoniana*	0	8	0	0,00	690,91	0,00	690,91	1,80
Araçá do Mato	*Myrcianthes gigantea*	0	7	0	0,00	604,55	0,00	604,55	1,58
Guaçatunga Branca	*Casearia decandra*	0	5	0	0,00	431,82	0,00	431,82	1,13
Guamirim Pitanga	*Myrcia selloi*	0	5	0	0,00	431,82	0,00	431,82	1,13
Cocão	*Erythroxylum argentinum*	0	4	0	0,00	345,45	0,00	345,45	0,90
Guamirim Vermelho	*Myrcia brasiliensis*	0	4	0	0,00	345,45	0,00	345,45	0,90

Nome Popular	Espécie	Estrato Superior (h>11,7m)	Estrato Médio (4,2<h>11,7)	Estrato Inferior (h<4,2)	VF1	VF2	VF3	PSA	PSR%
Mamica de Cadela	*Zanthoxylum kleinii*	0	4	0	0,00	345,45	0,00	345,45	0,90
Canela Seiva	*Styrax leprosus*	0	3	0	0,00	259,09	0,00	259,09	0,68
Goiaba Serrana	*Acca sellowiana*	0	3	0	0,00	259,09	0,00	259,09	0,68
Suçará	*Xylosma pseudosalzmanii*	0	3	0	0,00	259,09	0,00	259,09	0,68
Ariticum do Mato	*Annona rugulosa*	0	1	0	0,00	86,36	0,00	86,36	0,23
Caporoca Vermelha	*Myrsine coriacea*	0	1	0	0,00	86,36	0,00	86,36	0,23
Espinheira Santa	*Maytenus muelleri*	0	1	0	0,00	86,36	0,00	86,36	0,23
Louro Mole	*Cordia ecalyculata*	0	1	0	0,00	86,36	0,00	86,36	0,23
Vassourão Preto	*Vernonanthura discolor*	0	1	0	0,00	86,36	0,00	86,36	0,23
TOTAIS		51	437	18					

Após destacada a posição sociológica das espécies, nota-se a distribuição do número de indivíduos levantados, pertencentes as classes de estratos, representados em gráfico a seguir.

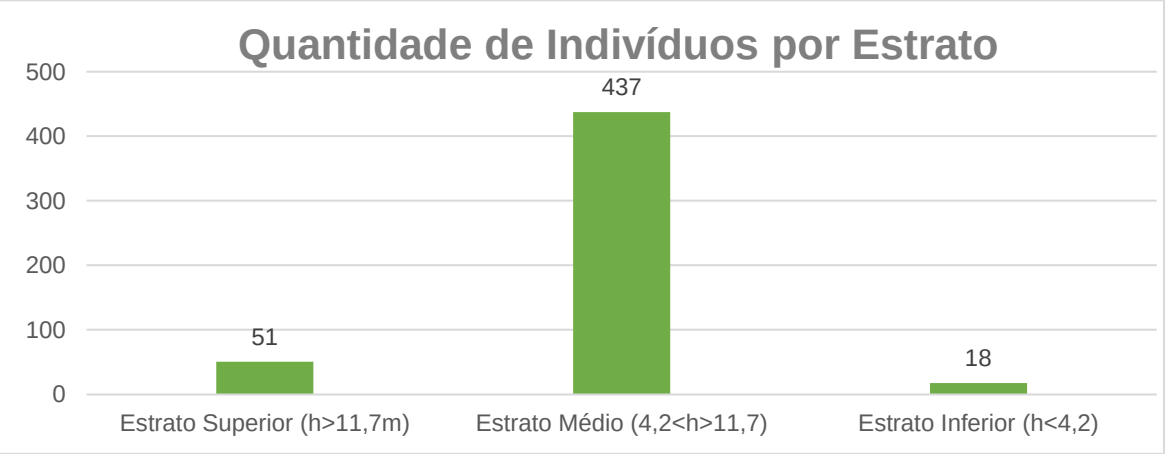


Figura 9.246: Quantidade de indivíduos classificados de acordo com seu estrato.

A visualização do descrito em tabela, para os valores totais, apresentado no gráfico anterior, auxilia na compreensão da estrutura vertical do povoamento levantado, destacando a grande representatividade do estrato médio, com alturas entre 4,2 e 11,7 m, agregando 437 indivíduos dentre os 506 totais, com diferença dentre estes pertencentes aos estratos superior, 51 indivíduos e inferior 18 indivíduos.

Esta análise, corrobora com a classificação sucessional do povoamento, descrita em título específico na sequência, nota-se a elevada concentração de indivíduos para com o estrato médio, além da representação equivalentes entre os estratos inferior e superior. Fator que demonstra a maior altura do povoamento. A seguir apresentam-se os gráficos demostrando a representatividade das espécies de maior número de indivíduos por estratos, no povoamento levantado.

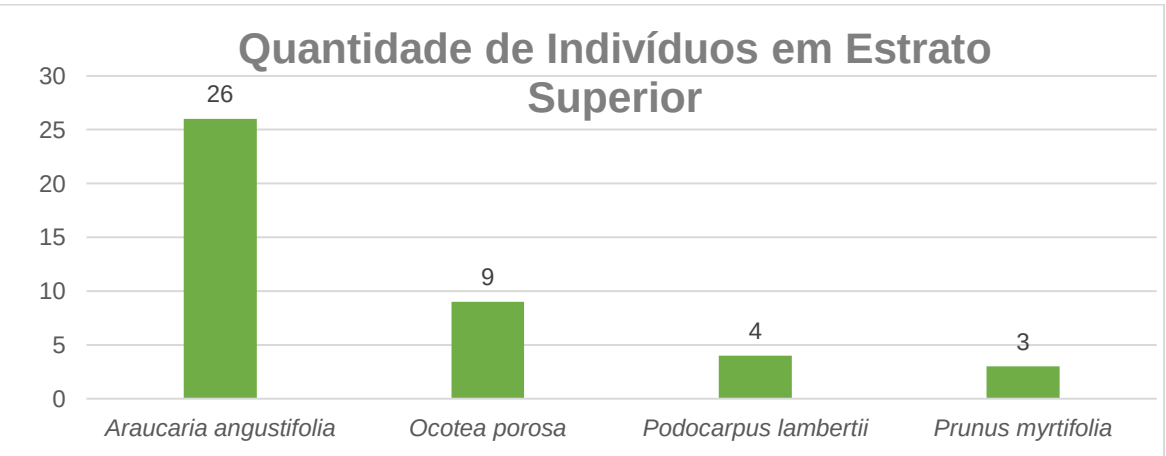


Figura 9.247: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato superior.

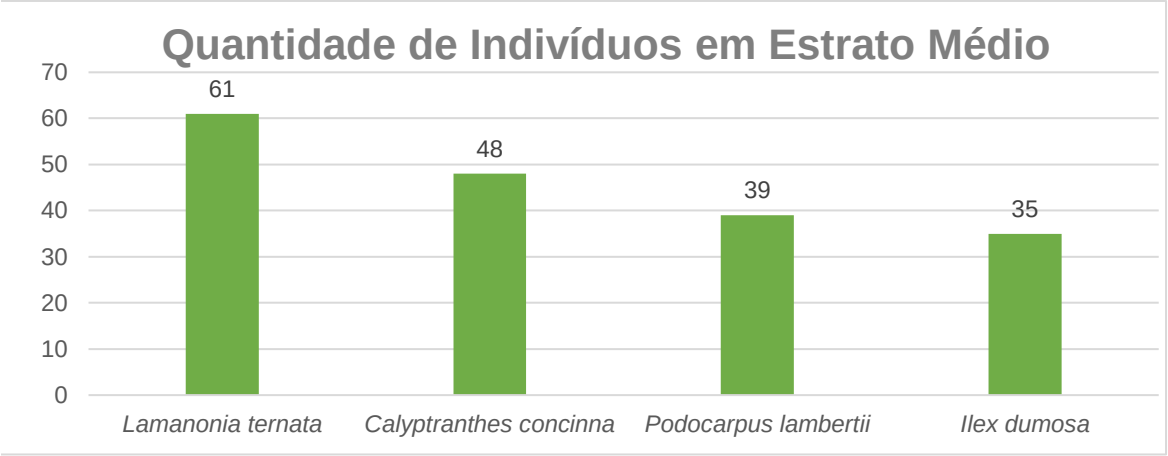


Figura 9.248: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato médio.

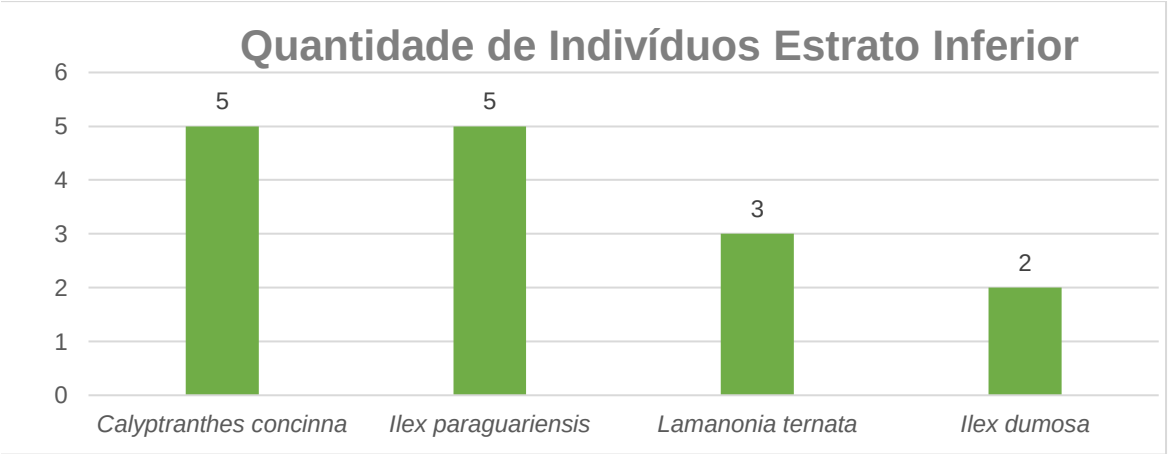


Figura 9.249: Quantificação das quatro espécies com maior número de indivíduos em estrato inferior.

Observando os gráficos anteriores, notamos um conjunto de características fenológicos para cada espécie e sua posição junto sociologia na floresta, indicando o povoamento encontra-se em estágio médio de regeneração natural, onde são observadas árvores pioneiras de grande porte, dominando o dossel do povoamento, e com espécies secundárias iniciais em sub-bosque e estrato médio. Nota-se a dominância de *Araucaria angustifolia* (*Araucária*) no estrato superior, *Lamanonia ternata* (Guaraperê) no estrato médio e *Calyptranthes concinna* (Guamirim Facho) no estrato inferior.

9.1.3.5.1.9 Regeneração Natural

A regeneração natural procede da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. O estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como sua distribuição na área (CARVALHO, 1982).

Segundo Garwood (1989) apud Caldato *et al.* (1996), o principal meio de regeneração das espécies tropicais ocorre através da grande quantidade de sementes dormentes dispersas no solo, através do banco de plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta e através da formação bosque.

É considerado como regeneração natural todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 10 cm de altura até o limite de diâmetro estabelecido no levantamento, além de anotações específicas pelo levantamento. A seguir apresentam-se em tabela as espécies observadas em processo de regeneração natural em banco de plântulas e indivíduos regenerantes.

Tabela 9.105: Espécies observadas em composição a regeneração e banco de plântulas.

Nome Popular	Espécie	Família	UA
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	Euphorbiaceae	1
Camboatá branco	*Matayba elaeagnoides*	Sapindaceae	1
Erva mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	1
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	2
Vacum	*Allophylus edulis*	Sapindaceae	2
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	Podocarpaceae	2
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	Myrtaceae	2
Leiteiro	*Sapium glandulosum*	Euphorbiaceae	3
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	3
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	Lauraceae	3
Erva mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	3
Uvaia	*Eugenia pyriformis*	Myrtaceae	3
Cataia	*Drimys brasiliensis*	Winteraceae	5
Caroba	*Jacaranda micrantha*	Bignoniaceae	5
Erva mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	5
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	Myrtaceae	5
Canela fogo	*Cryptocarya aschersoniana*	Lauraceae	5
Cedro	*Cedrela fissilis*	Meliaceae	7
Erva mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	8
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	2



Figura 9.250: Plântula de Araucária no centro e de Vacum na parte inferior.



Figura 9.251: Plântula de Pinheiro Bravo.



Figura 9.252: Plântula de Uvaia.



Figura 9.253: Plântula de Erva Mate

9.1.3.5.2 Principais espécies recorrentes na região (quali-quantitativo)

9.1.3.5.2.1 Espécies Endêmicas

Não foram registradas espécies consideradas endêmicas para para a região do empreendimento ou para o estado do Paraná.

9.1.3.5.2.2 Espécies de Valor Ecológico

De acordo com Carvalho (2003), dentre as 34 espécies levantadas, as espécies com potencial para utilização em atividades de reflorestamento, sendo esse o peso utilizado para a classificação de espécies com valor ecológico: Branquilho (*Sebastiania commersoniana*), Guaraperê (*Lamanonia ternata*), Pinheiro Bravo (*Podocarpus lambertii*), Vassourão Preto (*Vernonanthura discolor*).

9.1.3.5.2.3 Espécies de Valor Econômico

Ainda de acordo com Carvalho (2003) e dentre as espécies registradas no levantamento, cinco destas são classificadas com potencial utilização econômica, sendo elas a Arroeira Vermelha (*Schinus terebinthifolius*), Canela Guaicá (*Ocotea puberula*), Canela Imbuia (*Ocotea porosa*), Erva Mate (*Ilex paraguariensis*), e Araucária (*Araucaria angustifolia*). Dentre suas potencialidades, essas espécies foram avaliadas no âmbito energético e madeireiro.

9.1.3.5.2.4 Levantamento Detalhado das Espécies Endêmicas, Imunes ao Corte e das Ameaçadas de Extinção.

Conforme a Portaria CONAMA n° 148 de 07 de junho de 2022, a qual atualiza a Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, referente à Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção acrescida da Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná (SEMA, 1995) a qual reconhece a lista oficial das espécies da flora

ameaçada de extinção no estado do Paraná, foram analisadas as espécies em extinção encontradas na área levantada (Tabela 9.106).

Tabela 9.106: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com a respectiva legislação, encontradas na área levantada.

Nome Popular	Espécie	Qnt. Amostrada	Qnt. Estimada	PR	MMA
Araucária	*Araucaria angustifolia*	52	494	VU	EN
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	28	266	VU	EN
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	53	504	RR	
Xaxim	Dicksonia sellowiana	26	247		EN

Legenda: EN = Em perigo; RR = Rara; VU = Vulnerável.

Os exemplares listados como ameaçados de extinção foram demarcados a campo por uso de tinta spray, e tiveram coletados seu geoposicionamento com auxílio de GPS, configurando um ponto para cada espécie em cada unidade amostral. A figuras a seguir apresentam indivíduos ameaçados de extinção encontrados no levantamento.

Tabela 9.107: Coordenadas das espécies ameaçadas.

Espécie	Abundância	UA	Coord. X	Coord. Y
Araucaria angustifolia	(1 ind)	1	-51,35172884	-26,35099142
Araucaria angustifolia	(7 ind)	2	-51,35272949	-26,34930375
Araucaria angustifolia	(12 ind)	3	-51,35189838	-26,34875089
Araucaria angustifolia	(13 ind)	4	-51,35119012	-26,34835467
Araucaria angustifolia	(3 ind)	6	-51,34801565	-26,34409452
Araucaria angustifolia	(3 ind)	7	-51,34748171	-26,34173427
Araucaria angustifolia	(2 ind)	8	-51,34798266	-26,34235431
Araucaria angustifolia	(6 ind)	9	-51,34835355	-26,34249661
Araucaria angustifolia	(5 ind)	10	-51,34821448	-26,34318899
Calyptranthes concinna	(22 ind)	2	-51,35273489	-26,34929562
Calyptranthes concinna	(1 ind)	3	-51,35188111	-26,34872602
Calyptranthes concinna	(7 ind)	4	-51,3511843	-26,34835373
Calyptranthes concinna	(8 ind)	5	-51,35035405	-26,34756408
Calyptranthes concinna	(1 ind)	6	-51,3480258	-26,344094
Calyptranthes concinna	(5 ind)	7	-51,34747505	-26,34168572
Calyptranthes concinna	(4 ind)	8	-51,3479562	-26,34233155
Calyptranthes concinna	(5 ind)	10	-51,34821331	-26,34318188
Dicksonia sellowiana	(4 ind)	1	-51,35172117	-26,35100865
Dicksonia sellowiana	(8 ind)	5	-51,35035422	-26,34757426
Dicksonia sellowiana	(7 ind)	6	-51,34803213	-26,34409269
Dicksonia sellowiana	(7 ind)	8	-51,34797011	-26,34232418
Ocotea porosa	(7 ind)	1	-51,35174049	-26,35099813
Ocotea porosa	(1 ind)	3	-51,35188372	-26,34874285
Ocotea porosa	(2 ind)	4	-51,35117762	-26,34835159
Ocotea porosa	(5 ind)	6	-51,34803821	-26,34408281
Ocotea porosa	(6 ind)	7	-51,3474618	-26,34169526
Ocotea porosa	(2 ind)	9	-51,34833516	-26,34246486

Espécie	Abundância	UA	Coord. X	Coord. Y
Ocotea porosa	(4 ind)	10	-51,34820742	-26,34319017

9.1.3.5.2.4.1 Araucária – Araucaria angustifolia

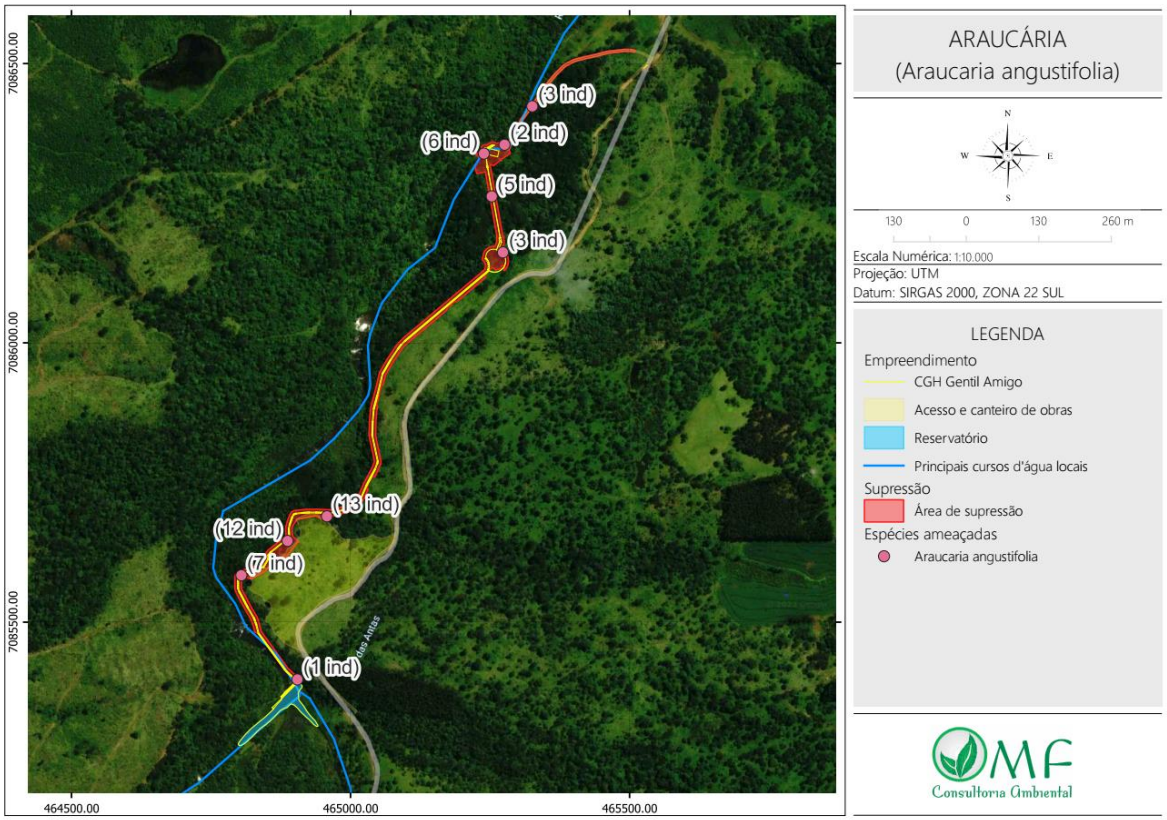


Figura 9.254: Araucárias registradas nas unidades amostrais.



Figura 9.255: Exemplares de *Araucaria angustifolia* marcados na área de levantamento.



Figura 9.256: Exemplares de *Araucaria angustifolia*.

9.1.3.5.2.4.2 Xaxim – Dicksonia sellowiana

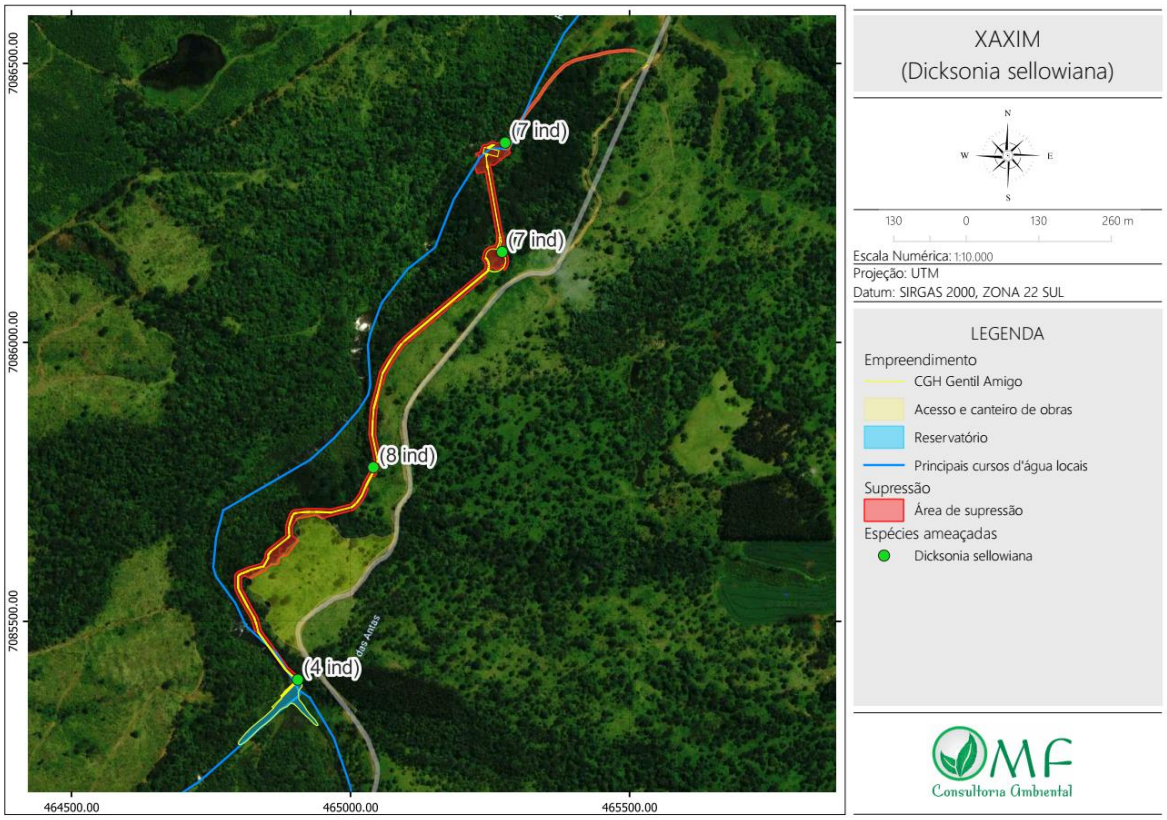


Figura 9.257: Xaxim registrados nas unidades amostrais.



Figura 9.258: Exemplar de *Dicksonia sellowiana* encontrado na área de levantamento.

9.1.3.5.2.4.3 Canela Imbuia – *Ocotea porosa*

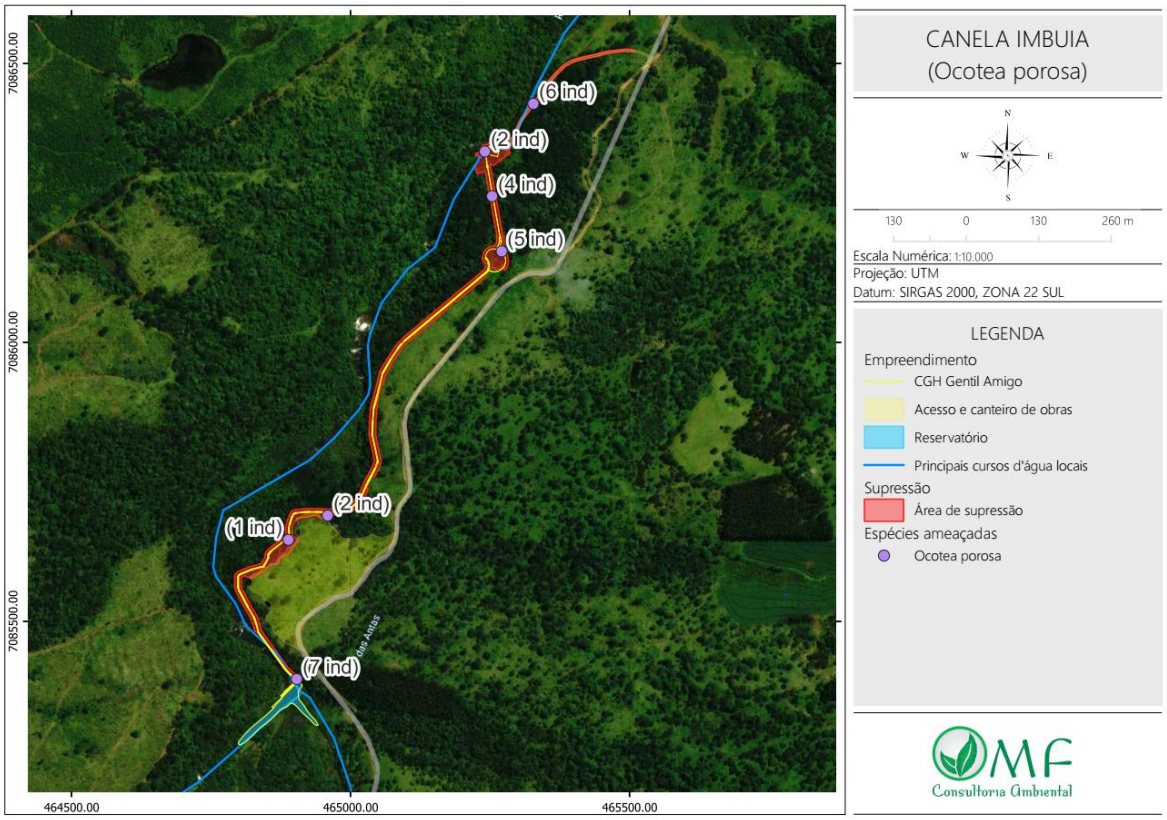


Figura 9.259: Canela Imbuia registradas nas unidades amostrais.



Figura 9.260: Exemplar de *Ocotea porosa* marcado na área de levantamento.

9.1.3.5.2.4.4 Guamirim Facho – Calyptranthes concinna

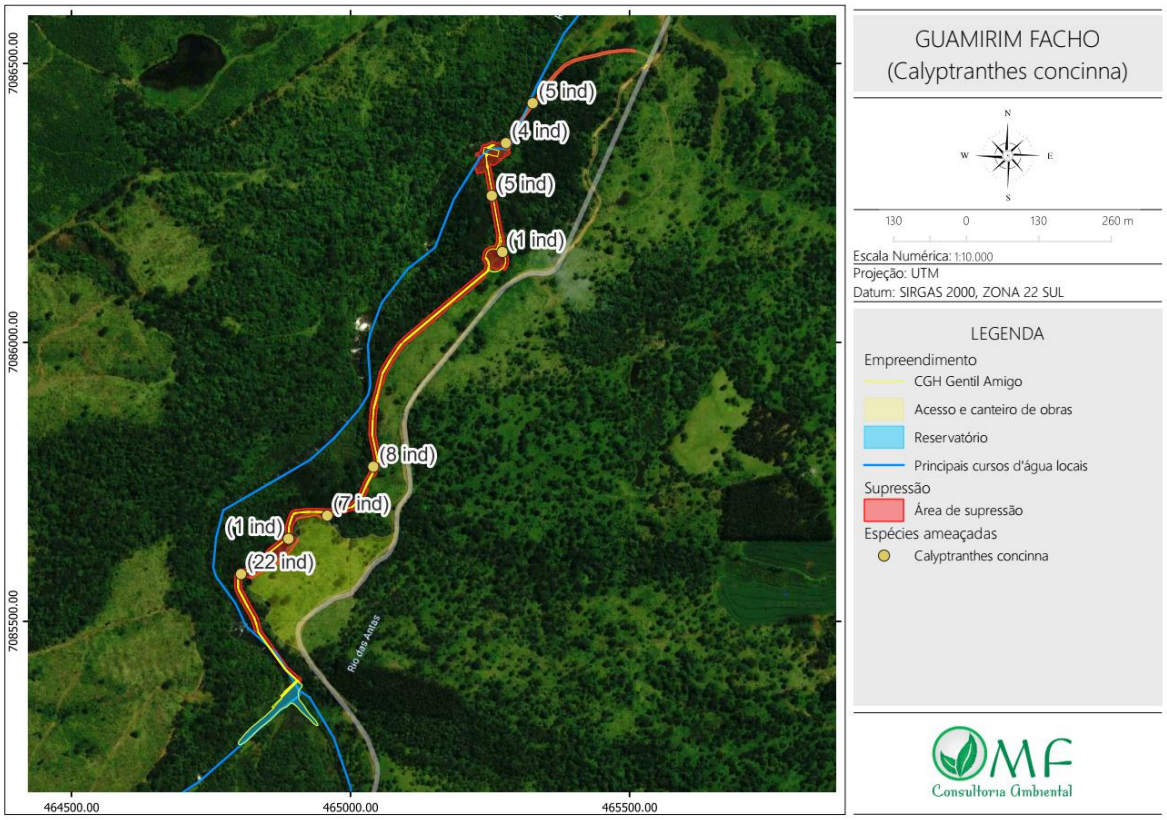


Figura 9.261: Guamirim Facho registrados nas unidades amostrais.

9.1.3.5.2.5 Espécies Exóticas

De acordo com a Lista de Espécies Exóticas e Invasoras no Estado do Paraná (Portaria IAT n° 59/2015), as espécies são categorizadas em:

- I – Espécies que têm proibido seu transporte, criação, soltura ou translocação, cultivo, propagação (por qualquer forma de reprodução), comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma;
- II – Espécies que podem ser utilizadas em condições controladas, sujeitas à regulamentação específica.

Destaca-se que não foram registradas espécies arbóreas exóticas na área de supressão vegetal nativa.

Entretanto, foram registrados exemplares juvenis de *Pinus* sp., exótico e invasor, na região de montante do reservatório, provenientes de um único exemplar adultos no local, além da presença de várias plantações no entorno.



Figura 9.262: Exemplares juvenis de Pinus sp.



Figura 9.263: Visão geral da localização dos exemplares de *Pinus* sp. com destaque para um exemplar adulto.

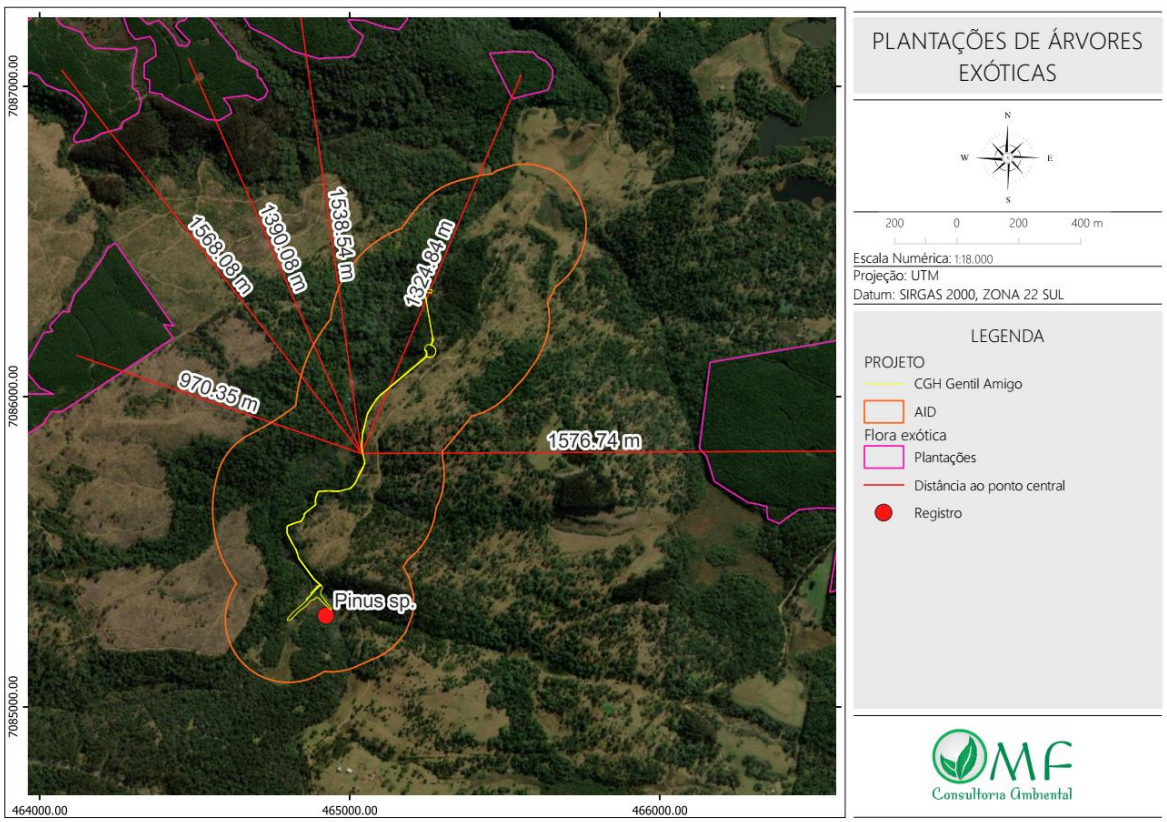


Figura 9.264: Plantações de espécies exóticas nas proximidades do empreendimento e localização da espécie exótica na AID.

9.1.3.5.2.6 Espécies Invasoras

Não foram identificadas espécies arbóreas invasoras nas áreas amostradas, entretanto, como mencionado no item anterior, há a ocorrência de *Pinus* sp. a montante do reservatório.

9.1.3.5.2.7 Espécies Protegidas por Lei Específica

Não foram registradas espécies protegidas por lei específica nas áreas amostradas.

9.1.3.5.2.8 Epífitas e outras

Durante o levantamento florístico e fitossociológico e foram analisadas as características gerais das áreas, como, presença de agentes degradantes, composição geral da vegetação e identificação das espécies epífitas, pteridófitas e trepadeiras ocorrentes junto a cada área e em seu entorno.

Por definição, epífitos são seres vivos vegetais que vivem sobre outros vegetais, utilizando a planta apenas para suporte, sem causar danos. São encontradas em todas as florestas tropicais, principalmente em locais com maior umidade, caracterizam-se por serem típicos de florestas tropicais e subtropicais úmidas, regiões onde apresentam-se em grande diversidade.

A diversidade e riqueza junto a área de supressão pretendida para o empreendimento, atribui-se a diversos fatores, principalmente no que se refere as condições do ambiente em umidade do ar e sombreamento, além das próprias características da vegetação.

Foram registradas nove espécies pertencentes a quatro famílias de epífitas. A seguir apresentam-se em lista os exemplares identificados e registros fotográficos. Ressalta-se que dentre as espécies constatadas, não há espécies imunes ao ameaçadas de qualquer natureza.

Tabela 9.108: Espécies epifíticas encontradas pelo levantamento florístico.

N°	Nome Científico	Família
1	*Aechmea recurvata*	Bromeliaceae
2	*Billbergia nutans*	Bromeliaceae
3	*Tillandsia stricta*	Bromeliaceae
4	*Vriesea sp.*	Bromeliaceae
5	*Acianthera* sp.	Orchídaceae
6	*Pecluma sp.*	Polypodiaceae
7	*Pleopeltis pleopeltifolia*	Polypodiaceae
8	*Pleopeltis* sp.	Polypodiaceae
9	*Haplopteris* sp.	Pteridaceae



Figura 9.265: *Vriesea* sp.



Figura 9.266: *Haplopteris* sp.



Figura 9.267: *Pleopeltis* sp.

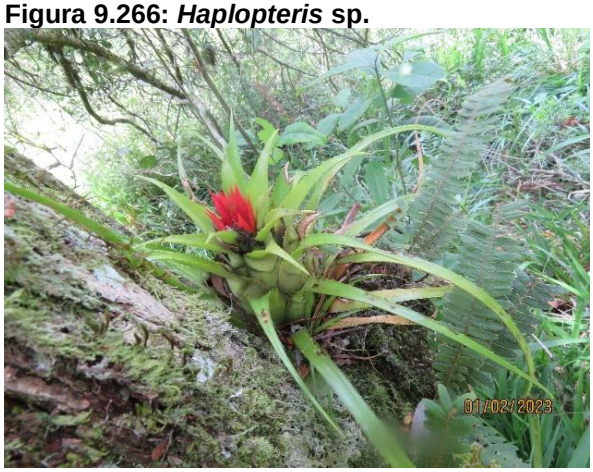


Figura 9.268: *Aechmea recurvata*.



Figura 9.269: *Pecluma* sp.



Figura 9.270: *Acianthera* sp.

9.1.3.5.3 Supressão Vegetal

9.1.3.5.3.1 Variáveis Dendrométricas Mensuradas

Foram amostrados 506 indivíduos dentro das 10 unidades amostrais levantadas, sendo distribuídas entre 34 espécies florestais incluindo um indivíduo morto, com um valor médio de 12,23 de DAP (diâmetro a altura do peito) e 7,6 metros de altura média, além do somatório da área basal de 9,79 (Tabela 9.109).

Tabela 9.109: Variáveis dendrométricas amostradas.

Nome Popular	Espécie	Família	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Número de indivíduos	Soma da área basal
Araçá do Mato	*Myrcianthes gigantea*	Myrtaceae	9,78	6,4	7	0,0662
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	24,03	12,7	52	3,3182
Ariticum do Mato	*Annona rugulosa*	Annonaceae	6,05	5,0	1	0,0029
Arroeira Vermelha	*Schinus terebinthifolius*	Anacardiaceae	10,55	6,9	30	0,2957
Batinga	*Eugenia rostrifolia*	Myrtaceae	16,34	12,7	3	0,0690
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	Euphorbiaceae	8,85	5,7	15	0,1000
Bugreiro	*Lithraea brasiliensis*	Anacardiaceae	17,15	9,2	18	0,4507
Canela Fogo	*Cryptocarya aschersoniana*	Lauraceae	8,40	7,0	8	0,0535
Canela Guaicá	*Ocotea puberula*	Lauraceae	19,42	9,5	8	0,2522
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	Lauraceae	20,80	9,6	28	1,2448
Canela Seiva	*Styrax leprosus*	Styracaceae	18,36	8,7	3	0,0873
Capororoca Branca	*Myrsine guianensis*	Primulaceae	19,74	10,6	7	0,2285
Capororoca Vermelha	*Myrsine coriacea*	Primulaceae	14,32	6,0	1	0,0161
Cataia	*Drimys brasiliensis*	Winteraceae	12,58	8,1	23	0,3213
Caúna	*Ilex dumosa*	Aquifoliaceae	11,63	7,2	37	0,4995
Cocão	*Erythroxylum argentinum*	Erythroxylaceae	8,67	6,8	4	0,0272
Erva Mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	8,19	5,3	14	0,0815
Espinheira Santa	*Maytenus muelleri*	Celastraceae	5,73	5,0	1	0,0026
Goiaba Serrana	*Acca sellowiana*	Myrtaceae	10,08	6,3	3	0,0266
Guaçatunga Branca	*Casearia decandra*	Salicaceae	8,59	7,0	5	0,0305
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	Myrtaceae	9,40	7,4	11	0,1086
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	Myrtaceae	7,41	5,5	53	0,2484
Guamirim Pitanga	*Myrcia selloi*	Myrtaceae	7,58	6,0	5	0,0272
Guamirim Vermelho	*Myrcia brasiliensis*	Myrtaceae	6,53	5,3	4	0,0144
Guaraperê	*Lamanonia ternata*	Cunoniaceae	12,52	7,6	65	0,9133
Leiteiro	*Sapium glandulosum*	Euphorbiaceae	25,04	11,3	3	0,1485
Louro Mole	*Cordia ecalyculata*	Boraginaceae	9,55	8,0	1	0,0072

Nome Popular	Espécie	Família	DAP médio (cm)	Altura média (m)	Número de indivíduos	Soma da área basal
Mamica de Cadela	*Zanthoxylum kleinii*	Rutaceae	11,30	6,5	4	0,0490
Morta	-	-	11,57	6,8	14	0,1849
Pessegueiro Bravo	*Prunus myrtifolia*	Rosaceae	14,45	8,6	13	0,2622
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	Podocarpaceae	10,50	8,1	43	0,4390
Suçará	*Xylosma pseudosalzmanii*	Salicaceae	7,85	5,7	3	0,0149
Vacum	*Allophylus edulis*	Sapindaceae	10,59	6,9	18	0,1816
Vassourão Preto	*Vernonanthura discolor*	Asteraceae	12,41	8,0	1	0,0121
	TOTAL		**12,23**	**7,6**	**9,7856**	**778,71**

9.1.3.5.3.2 Estatística do Inventário

A Estatística constitui uma parte da Matemática aplicada e tem por objetivo tirar conclusões sobre uma população, a partir de dados observados em uma ou mais amostras dessa população.

População é o conjunto universo dos dados sobre os quais se pretende estudar, amostragem refere-se a um subconjunto da população. A validação estatística tem por finalidade confirmar a representação da população por meio dos dados coletados em subconjuntos (unidades amostrais).

Desta forma, a amostragem é o processo mais eficiente e utilizado no inventário florestal, tratando-se de uma ferramenta que permite avaliar uma porção representativa da área, sendo utilizada em grandes áreas de floresta, em que se torna inviável a medição total da área.

No caso de Inventário Florestal por amostragem, a precisão utilizada representa uma possibilidade de erro máximo de 20% com probabilidade de confiança de 95%.

Tabela 9.110: Análise estatística do inventário florestal da CGH Gentil Amigo.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO INVENTÁRIO FLORESTAL						
Média	8,1969	m³/UA				
Desvio Padrão	2,7899	m³/UA				
Variância dos Volumes	7,7834	m³/UA				
Variância da Média	0,6964	m³/UA				
Erro Padrão	0,8345	m³/UA				
Coeficiente de Variação	34,04	%				
Erro Amostragem						
Erro de Amostragem Absoluto	1,5298	m³/UA				
Erro de Amostragem Relativo	18,66	%				
Intensidade Amostral	9	Unidades amostrais necessárias				
Intervalo de Confiança						
para a Média (95%)	6,667	≤ x ≥	9,727	m³/	UA	
para o Total (95%)	633,38	≤ x ≥	924,03	m³/	1,9	Hectares
Valor Médio de Produção Esperado						
Total da População	778,71	m³				

9.1.3.5.3.3 Volume (m^3) de Produção de Lenhas e Toras

A área de levantamento florestal, para instalação do empreendimento é de 1,9 hectares, sendo o total de madeira a ser suprimida, em torno de 778,71 m³. Destes, 281,26 m³ possuem aproveitamento comercial (serraria), restando 497,45 m³, ou seja, 746,17 m^{st} para usos menos nobres, como carvão e lenha.

Tabela 9.111: Volumetria da produção de lenhas e toras.

Nome Comum	Nome Científico	Família	N° de Toras	Toras (m³)	Lenha (m³ˢᵗ)	TOTAL (m³)
Araçá do Mato	*Myrcianthes gigantea*	Myrtaceae	19	0,60	4,20	3,41
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	352	201,26	281,53	388,95
Ariticum do Mato	*Annona rugulosa*	Annonaceae	0	0,00	0,14	0,09
Arroeira Vermelha	*Schinus terebinthifolius*	Anacardiaceae	10	0,43	20,57	14,14
Batinga	*Eugenia rostrifolia*	Myrtaceae	10	1,08	5,60	4,82
Branquilho	*Sebastiania commersoniana*	Euphorbiaceae	0	0,00	6,07	4,05
Bugreiro	*Lithraea brasiliensis*	Anacardiaceae	105	7,71	30,76	28,21
Canela Fogo	*Cryptocarya aschersoniana*	Lauraceae	10	0,25	3,85	2,82
Canela Guaicá	*Ocotea puberula*	Lauraceae	57	4,34	17,56	16,05
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	Lauraceae	152	27,68	103,63	96,77
Canela Seiva	*Styrax leprosus*	Styracaceae	10	1,40	5,65	5,17
Capororoca Branca	*Myrsine guianensis*	Primulaceae	48	2,27	20,62	16,01
Capororoca Vermelha	*Myrsine coriacea*	Primulaceae	0	0,00	0,93	0,62
Cataia	*Drimys brasiliensis*	Winteraceae	48	2,21	24,64	18,64
Caúna	*Ilex dumosa*	Aquifoliaceae	95	8,51	30,14	28,60
Cocão	*Erythroxylum argentinum*	Erythroxylaceae	0	0,00	2,06	1,37
Erva Mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	0	0,00	4,59	3,06
Espinheira Santa	*Maytenus muelleri*	Celastraceae	0	0,00	0,12	0,08
Goiaba Serrana	*Acca sellowiana*	Myrtaceae	0	0,00	1,81	1,21
Guaçatunga Branca	*Casearia decandra*	Salicaceae	0	0,00	2,11	1,41
Guamirim	*Eugenia pluriflora*	Myrtaceae	19	1,44	9,19	7,57
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	Myrtaceae	0	0,00	13,03	8,69
Guamirim Pitanga	*Myrcia selloi*	Myrtaceae	0	0,00	1,82	1,22
Guamirim Vermelho	*Myrcia brasiliensis*	Myrtaceae	0	0,00	0,76	0,51
Guaraperê	*Lamanonia ternata*	Cunoniaceae	133	8,08	62,02	49,43
Leiteiro	*Sapium glandulosum*	Euphorbiaceae	19	2,77	12,09	10,83
Louro Mole	*Cordia ecalyculata*	Boraginaceae	0	0,00	0,55	0,37

Nome Comum	Nome Científico	Família	N° de Toras	Toras (m³)	Lenha (mˢᵗ)	TOTAL (m³)
Mamica de Cadela	*Zanthoxylum kleinii*	Rutaceae	10	0,81	1,76	1,98
Morta	-	-	29	0,98	12,81	9,52
Pessegueiro Bravo	*Prunus myrtifolia*	Rosaceae	38	4,26	19,61	17,34
Pinheiro Bravo	*Podocarpus lambertii*	Podocarpaceae	76	3,98	32,68	25,76
Suçará	*Xylosma pseudosalzmanii*	Salicaceae	0	0,00	0,82	0,55
Vacum	*Allophylus edulis*	Sapindaceae	19	1,19	11,52	8,87
Vassourão Preto	*Vernonanthura discolor*	Asteraceae	0	0,00	0,93	0,62
	Total		**1254**	**281,26**	**746,17**	**778,71**

9.1.3.6 Análises – Flora

9.1.3.6.1 Comparação do Inventário Florístico e Dados Secundários

Em comparação ao levantando e o registrado em trabalho científico consultado, houve uma diferença de quatro espécies, 35 no levantamento florístico realizado na CGH Gentil Amigo (incluindo Dicksonia sellowiana), e 39 por dados secundários (Tabela 9.112). Entretanto, algumas espécies registradas em campo não estiveram presentes no inventário realizado por Watzlawick *et al*. (2005), desta forma obtivemos um percentual de 30,4% (n=17) de espécies compartilhadas pelos levantamentos do total de 56 acumuladas.

Tabela 9.112: Táxons inventariados por dados primários e secundários, incluindo o Xaxim (*Dicksonia sellowiana*).

Família	Nome científico	Nome popular	Dado secundário	Dado primário
Myrtaceae	*Acca sellowiana*	Goiaba Serrana		X
Sapindaceae	*Allophylus edulis*	Vacum	X	X
Annonaceae	*Annona rugulosa*	Ariticum do Mato		X
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia*	Araucária	X	X
Myrtaceae	*Calyptranthes concinna*	Guamirim Facho	X	X
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	Guabiroba	X	
Flacourtiaceae	*Casearia decandra*	Guaçatunga Branca	X	X
Clethraceae	*Clethra scabra*	Carne-de-vaca	X	
Boraginaceae	*Cordia ecalyculata*	Louro Mole		X
Lauraceae	*Cryptocarya aschersoniana*	Canela Fogo		X
Sapindaceae	*Cupania vernalis*	Miguel-pintado graúdo	X	
Cyatheaceae	*Dicksonia sellowiana*	Xaxim	X	X
Winteraceae	*Drimys brasiliensis*	Cataia	X	X
Erythroxylaceae	*Erythroxylum argentinum*	Cocão		X
Myrtaceae	*Eugenia pluriflora*	Guamirim		X
Myrtaceae	*Eugenia rostrifolia*	Batinga		X
Aquifoliaceae	*Ilex dumosa*	Caúna	X	X
Aquifoliaceae	*Ilex microdonta*	Congonha	X	
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis*	Erva Mate	X	X
Aquifoliaceae	*Ilex theezans*	Caúna-graúda	X	
Bignoniaceae	*Jacaranda puberula*	Caroba	X	
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata*	Guaraperê	X	X
Anacardiaceae	*Lithraea brasiliensis*	Bugreiro	X	X
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides*	Miguel-pintado miúdo	X	
Celastraceae	*Maytenus muelleri*	Espinheira Santa		X
Mimosaceae	*Mimosa scabrella*	Bracatinga	X	
Myrtaceae	*Myrcia brasiliensis*	Guamirim Vermelho		X
Myrtaceae	*Myrcia selloi*	Guamirim Pitanga		X
Myrtaceae	*Myrcia* sp.	Guamirim	X	
Myrtaceae	*Myrcianthes gigantea*	Araçá do Mato		X
Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Capororoca Vermelha		X
Myrsinaceae	*Myrsine ferruginea*	Capororoquinha	X	
Primulaceae	*Myrsine guianensis*	Capororoca Branca		X

Família	Nome científico	Nome popular	Dado secundário	Dado primário
Myrsinaceae	*Myrsine umbellata*	Capororoca	X	
Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	Canela-imbuia	X	
Lauraceae	*Ocotea porosa*	Canela Imbuia	X	X
Lauraceae	*Ocotea puberula*	Canela Guaicá	X	X
Lauraceae	*Ocotea pulchella*	Canela-lageana	X	
Lauraceae	*Persea major*	Pau-andrade	X	
Asteraceae	*Piptocarpha angustifolia*	Vassourão-branco	X	
Podocarpaceae	*Podocarpus lambertii*	Pinheiro Bravo		X
Rosaceae	*Prunus brasiliensis*	Pessegueiro-bravo	X	
Rosaceae	*Prunus myrtifolia*	Pessegueiro Bravo		X
Rosaceae	*Quillaja brasiliensis*	Pau-sabão	X	
Euphorbiaceae	*Sapium glandulatum*	Leiteiro	X	X
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolius*	Arroeira Vermelha	X	X
Euphorbiaceae	*Sebastiania brasiliensis*	Branquilho-miúdo	X	
Euphorbiaceae	*Sebastiania commersoniana*	Branquilho	X	X
Elaeocarpaceae	*Sloanea lasiocoma*	Sapopema	X	
Styracaceae	*Styrax leprosus*	Canela Seiva	X	X
Symplocaceae	*Symplocos celastrina*	Maria-mole-branca	X	
Symplocaceae	*Symplocos uniflora*	Sete-sangria	X	
Asteraceae	*Vernonanthura discolor*	Vassourão Preto	X	X
Salicaceae	*Xylosma pseudosalzmanii*	Suçará		X
Flacourtiaceae	*Xylosma* sp.	Sucará	X	
Rutaceae	*Zanthoxylum kleinii*	Mamica de Cadela		X
Total		**56**	**39**	**35**

Dado secundário: Watzlawick *et al*. (2005).

9.1.3.6.2 Configuração da Paisagem

9.1.3.6.2.1 Diversidade Biológica

Através do Índice de Simpson, que avalia a probabilidade de dois indivíduos selecionadas ao acaso pertencerem a mesma espécie, portanto variando de 0 a 1. Nota-se que a unidade amostral com menor diversidade (mais próxima de 1) foram as UA2, UA5 e UA7, com índice de 0,97, e a mais diversa foi a UA9 com 0,93 de índice.

Já pelo índice de Shannon-Wiener, que quantifica a incerteza associada em predizer a identidade de uma espécie dado o número de espécies e a distribuição de abundância para cada espécie. Este índice é mais sensível às mudanças nas espécies raras da comunidade. Portanto, através deste índice o a UA05 é a unidade amostral com maior diversidade, com 2,65 de índice, e a menor diversidade apresentada na UA01 com 1,75.

O índice de Equabilidade de Pielou é uma métrica derivada do índice de Shannon-Wiener que descreve o padrão de distribuição da abundância relativa das espécies na comunidade, em que, o total registrado foi de 90%, indicando que este foi o total de diversidade amostrado através do esforço amostral.

Já o Coeficiente de Mistura de Jentsch, dá uma idéia geral da composição florística da floresta, pois indica, em média, o número de árvores de cada espécie que é encontrado no povoamento.

Tabela 9.113: Índices de diversidade biológica.

UA	N° Ind.	N° sp.	Shannon-Weaver (H')	Pielou (J')	Coef. Mist. Jentsch (QM)	Simpson C
1	50	9	1,752	0,76	0,20	0,96
2	73	14	2,185	0,81	0,21	0,97
3	45	13	2,139	0,81	0,31	0,95
4	52	15	2,300	0,83	0,31	0,96
5	57	18	2,649	0,90	0,33	0,97
6	39	9	1,821	0,79	0,26	0,95
7	64	15	2,234	0,81	0,25	0,97
8	58	18	2,575	0,87	0,33	0,96
9	30	11	2,155	0,87	0,40	0,93
10	38	10	1,999	0,83	0,29	0,95
Total Geral	**506**	**141**	**4,482**	**0,90**	**0,28**	**1,00**

9.1.3.6.2.2 Cobertura Vegetal Nativa

Seguindo a Resolução CONAMA nº 2 de 1994, a qual define os estágios da vegetação da Mata Atlântica, pode-se analisar as informações abaixo e de acordo com os dados coletados, verificando-se a vegetação do local é tipicamente secundária em estágio médio de regeneração natural.

Informações da vegetação em estágio médio de regeneração	Resolução CONAMA nº 02 de 1994 estágio médio de regeneração	Dados do Inventário Florestal Fitossociológico	Interpretação geral
N° de Estratos	1-2	2	Vegetação Secundária em Estágio Médio
N° de sp Lenhosas	5-30	34	Vegetação Secundária em Estágio Avançado
Área basal média (m²/ha)	15 - 35 m²/ha	48,9 m²/ha	Vegetação Secundária em Estágio Avançado
Altura de estrato superior (m)	8 - 17 m	12 - 50 m	Vegetação Secundária em Estágio Avançado
Altura (m) média	-	8,0 m	Vegetação Secundária em Estágio Médio
DAP médio (cm)	25 cm	13,47 cm	Vegetação Secundária em Estágio Médio
Sub-bosque	Poucas	Presente/Pouco expressivo	Vegetação Secundária em Estágio Médio
Epífitas	Poucas	Presente em locais específicos	Vegetação Secundária em Estágio Médio
Gramíneas	Poucas	Poucas	Vegetação Secundária em Estágio Médio
Regeneração	Pouca	Presente em locais específicos	Vegetação Secundária em Estágio Médio

Conforme é possível notar na tabela anterior, há predominância para características de vegetação secundária em estágio médio de regeneração natural, tal como era esperado, dadas as condições históricas de antropização da região.

A disparidade de características também evidencia a antropização ocorrida em épocas anteriores, especialmente por meio do corte seletivo de espécies de interesse comercial e da presença constante de agentes degradantes. A região da casa de força apresenta uma vegetação mais preservada, devido à grande declividade do local, dificultando o acesso para extração madeireira e a impossibilidade de pastejo de bovinos à região.

Na tabela a seguir apresenta-se detalhadamente, características e informações utilizadas para a definição do estágio sucessional da vegetação pretendida para supressão.

Tabela 9.114: Matriz de interpretação e enquadramento fitossociológico da Unidades Amostrais.

UA	N° Ind.	N° sp.	∑ Volume (m³)	x̄ H (m)	x̄ DAP (cm)	Área basal (m²/ha)	Epifitismo	Trepadeiras	Serrapilheira	Sub-bosque	Estratos	Obs	Posição em relação ao empreendimento	Classificação de sucessão
1	50	9	10,29	7,2	12,93	55,19	Líquens, briófitas, pteridófitas	Ausente	Espessa	Presente	2	Área alterada pela presença de estrada antiga, presença de *Merostachys* sp.	Barramento MD	Estágio Sec. Médio (Alterado)
2	73	14	7,56	7,2	11,59	50,90	Líquens, briófitas, pteridófitas	Lenhosas	Espessa	Presente	2	Área alterada pela presença de estrada antiga	Canal	Estágio Sec. Médio (Alterado)
3	45	13	9,11	8,6	13,67	48,21	Bromélias e Orchídeas	Ausente	Espessa	Presente	2	Solo raso, muito rochoso	Canal	Estágio Sec. Médio (Alterado)
4	52	15	13,26	8,8	15,25	70,04	Bromélias e Orchídeas	Lenhosas	Espessa	Pouco expressivo	2	Solo raso, muito rochoso, presença de *Merostachys* sp.	Canal	Estágio Sec. Médio (Alterado)
5	57	18	3,85	8,3	10,52	29,87	Bromélias e Orchídeas	Lenhosas	Ausente	Presente	2	Solo raso, muito rochoso	Canal	Estágio Sec. Médio
6	39	9	9,62	8,8	15,93	58,54	Bromélias e Orchídeas	Ausente	Ausente	Ausente	2	Solo raso, muito rochoso, presença de *Merostachys* sp. e grama exótica	Reservatório de amortecimento	Estágio Sec. Médio (Alterado)
7	64	15	5,89	7,3	12,37	48,01	Bromélias e Orchídeas	Ausente	Ausente	Ausente	2	Solo raso, muito rochoso	Jusante casa de força - MD	Estágio Sec. Médio (Alterado)
8	58	18	5,17	7,3	10,98	36,54	Bromélias e Orchídeas	Lenhosas	Ausente	Pouco expressivo	2	Solo raso, muito rochoso	Jusante casa de força - MD	Estágio Sec. Médio (Alterado)
9	30	11	7,39	8,3	15,33	40,28	Líquens, briófitas, pteridófitas	Ausente	Ausente	Pouco expressivo	2	Solo raso, muito rochoso	Casa de força - MD	Estágio Sec. Médio
10	38	10	9,83	8,8	16,12	51,70	Bromélias e Orchídeas	Lenhosas	Espessa	Pouco expressivo	2	Solo raso, muito rochoso	Montante casa de força - MD	Estágio Sec. Médio
Total	**506**	**141**	**81,97**	**7,93**	**13,1**	**48,93**								

Como pode ser identificado junto a tabela anterior os ambientes vegetais junto a área do empreendimento apresenta variações, em decorrência de uma gama de fatores, sendo o principal em relação ao processo de antropização sofrido, especialmente ligado à criação de bovinos e lavouras de culturas anuais.

Com base em todas as características analisadas e apresentadas anteriormente neste relatório, bem como observações in loco, conclui-se que a totalidade da vegetação pretendida para supressão se encontra em estágio médio de regeneração natural.

Em relatório fotográfico apresentado a seguir, é apresentado as características de cada unidade amostral e pode ser identificada as condições gerais do povoamento levantado.



Figura 9.271: Unidade amostral 01 – região do barramento.



Figura 9.272: Unidade amostral 02 – região do canal.



Figura 9.273: Unidade amostral 03 – região do canal.



Figura 9.274: Unidade amostral 04 – região do canal.



Figura 9.275: Unidade amostral 05 – região do canal.



Figura 9.276: Unidade amostral 06 – região do reservatório de amortecimento.



Figura 9.277: Unidade amostral 07 – região jusante da casa de força.



Figura 9.278: Unidade amostral 08 – região jusante da casa de força.



Figura 9.279: Unidade amostral 09 – região da casa de força.



Figura 9.280: Unidade amostral 10 – região montante da casa de força.

A delimitação de área de efetiva supressão, utilizou-se de mapeamento, com auxílio de imagens de satélites de alta resolução e atualizadas, considerando os locais de interferência direta do projeto em vegetação nativa, devendo ainda ser considerada a existência de diversos acessos já abertos e áreas de produção agropecuária e plantio comercial de *Eucalyptus* sp., quantificando a área de interferência em vegetação nativa arbórea em área de 1,9 hectares.

O método de amostragem utilizado foi o casual simples, em que foram amostradas 10 UAs, com área de 200 m² cada, gerando uma área total de amostragem de 0,20 hectares, em que se contabilizou 506 árvores, com média de DAP e Altura (H) de 13,47 cm e 8,0 m, respectivamente, gerando uma área basal estimada em hectares de 48,9 m²/ha.

A validação da amostragem considerou a diversidade florística da área, por meio do uso da curva espécie/área, com a estabilização a partir da UA 09. Corroborando com a curva espécie/área, o coeficiente de Pielou, índice de equidade que mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada, descreveu o levantamento com valor de 90% da diversidade levantada, interpretando esse valor como satisfatório, considerando os fragmentos antropizados existentes.

Dentre as 506 árvores levantadas, compreendendo 34 espécies, além da consideração de 01 para os indivíduos mortos medidos, estimaram-se valores de árvores/hectare (árv/ha), obtendo-se 2.530, estimando do mesmo modo os parâmetros fitossociológicos densidade, dominância e frequência.

Seguindo a Resolução CONAMA nº 2 de 1994, a qual define os estágios da vegetação da Mata Atlântica no estado do Paraná, observa-se o enquadramento das UA como Vegetação Secundária em Estágio Médio Regeneração Natural, ocorrendo fragmentos em maior ou menor nível de descaracterização, porém, todos pertencentes ao mesmo estágio sucessional.

Genericamente, os ambientes do empreendimento encontram-se, em sua grande maioria, degradados, apresentando matas que sofreram corte seletivo em épocas anteriores e neste momento sofrem a pressão do pastejo de bovinos.

Conforme a resolução CONAMA n° 148/2022 a qual regulamenta a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção acrescida da Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná (SEMA, 1995), foram analisadas as espécies ameaçadas de extinção encontradas na área levantada, ocorrendo quatro espécies sendo três espécies arbóreas e uma espécie pteridófitas arborescentes (*Dicksonia sellowiana*).

Em relação as áreas de supressão somaram valor de área igual 1,9 hectares, o qual através deste inventário estimou como valor médio de volume necessário ao corte 778,71 m³, com intervalo de confiança a 95% de probabilidade entre 633,38 m³ e 924,03 m³ com erro de amostragem relativo igual a 18,67%.

9.1.3.6.2.3 Corredores Biológicos

Em relação aos corredores ecológicos do estado do Paraná, criados pelo Governo Estadual do Paraná, o Corredor Araucárias apresenta-se inserido nos limites do município de General Carneiro e encontra-se a aproximadamente 8,8 km de distância a oeste da CGH Gentil Amigo (Figura 9.281).

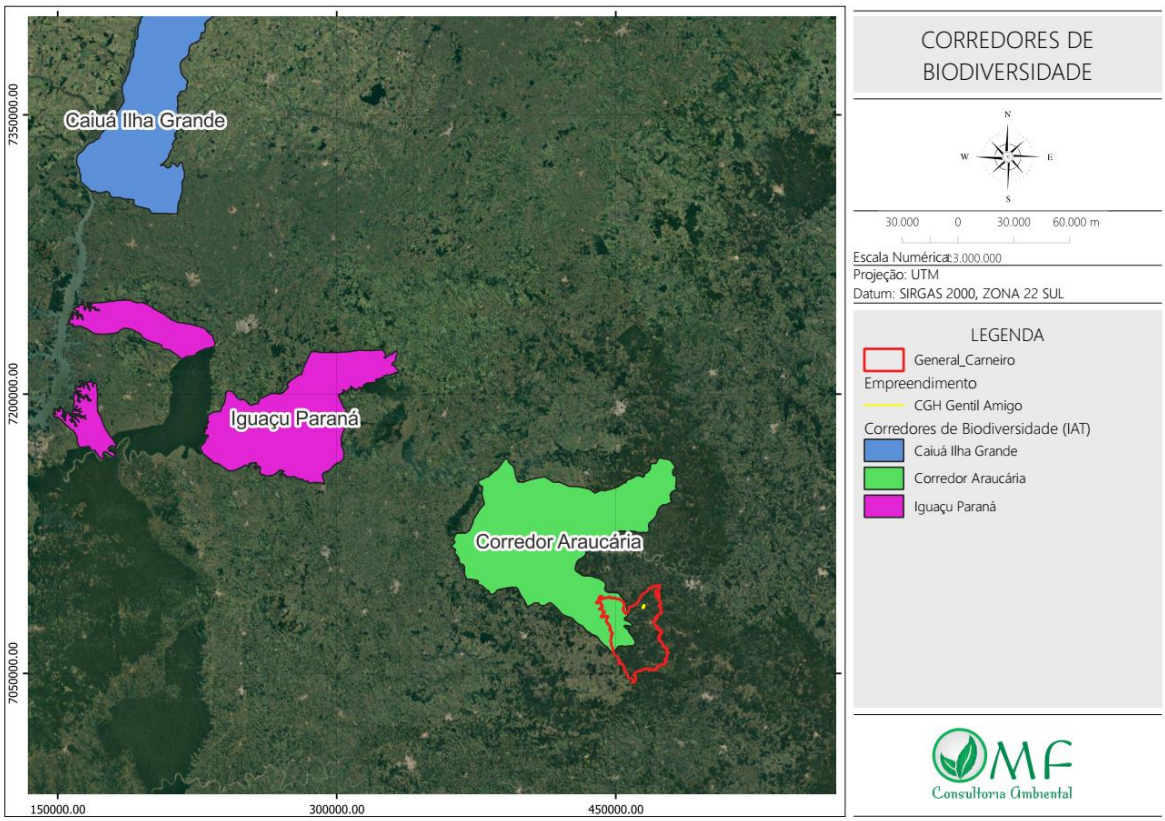


Figura 9.281: Corredores biológicos no estado do Paraná.

9.1.3.6.2.4 Variabilidade Genética

Quanto às ações a serem tomadas, visando minimizar os efeitos genéticos nas populações das espécies nos fragmentos, deve-se primeiro analisar o contexto da paisagem do local e o conceito de metapopulação. Metapopulação consiste em um conjunto de subpopulações de uma mesma espécie que não se encontram ligadas entre si, mas que possuem diversos processos em comum e cujos indivíduos se movem de uma população para outra.

A fragmentação florestal provoca a diminuição do número de indivíduos de uma população, criando gargalos genéticos ("bottlenecks"), já que os indivíduos que ficam contêm apenas uma pequena amostra do "pool" gênico original. Quando se tem poucas gerações, os resultados observados se devem ao efeito de gargalo genético (YOUNG *et al*., 1996), favorecendo a perda de variação genética. A população remanescente passa a ter um tamanho menor que o mínimo adequado para sua normal continuidade e evolução. A curto prazo, isto pode ocasionar deriva genética, afetando as freqüências de seus genes, afastando das condições da população original, ocasionando até a perda de alelos. A longo prazo, pode ocorrer aumento da endogamia, devido maior probabilidade acasalamento entre indivíduos aparentados e de autofecundação.

Tais efeitos apresentam implicações em relação à persistência da espécie. A curto prazo, a perda de heterozigozidade pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional.

A vegetação na região é dominada essencialmente pela *Araucaria angustifolia*, baseando-se na espécie com a maior dominância absoluta, característica marcante de florestas ombrófila mista. Especialmente para a região, não só as áreas inventariadas, a Araucária domina a paisagem, e com base nesta espécie e presença de grandes fragmentos de vegetação na região, conclue-se que a reduzida área de impacto e supressão da vegetação no local não irá interferir na variabilidade genética da flora local.

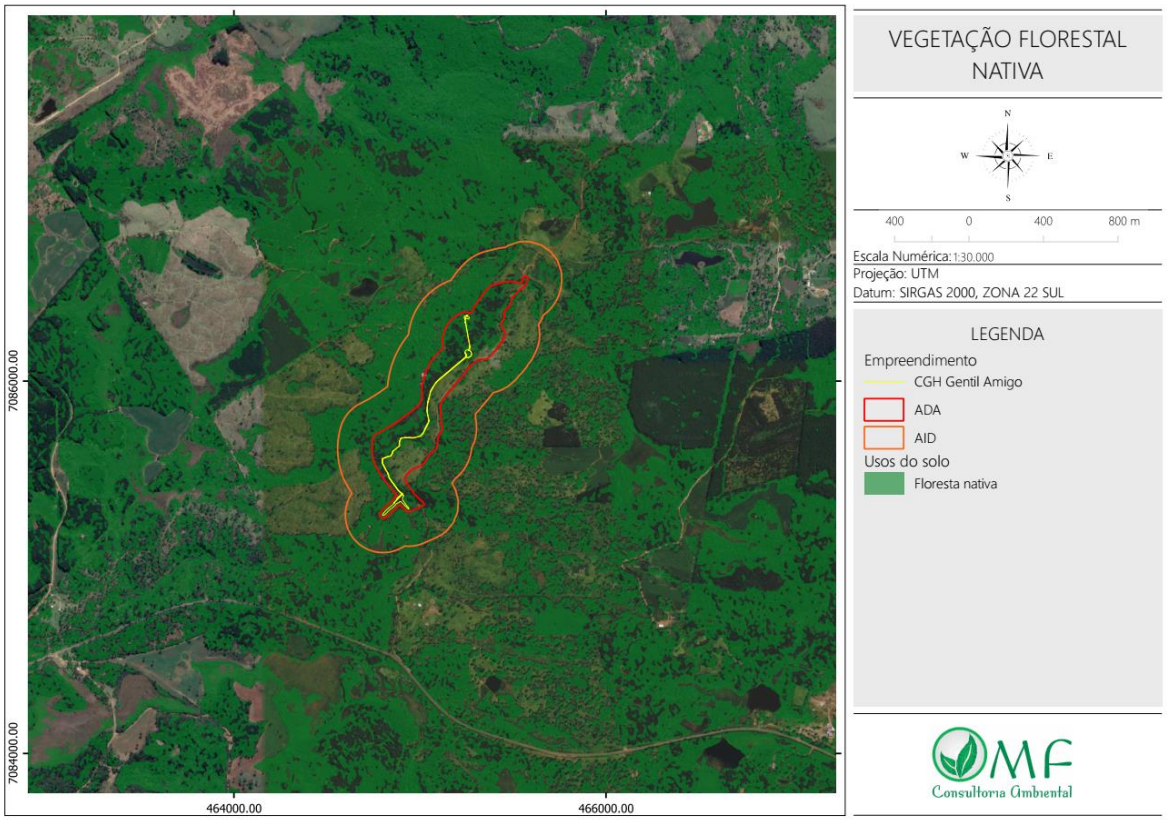


Figura 9.282: Vegetação florestal nativa na região do empreendimento.

9.1.3.6.2.5 Equilíbio Ecológico das Espécies

Equilíbrio ambiental, ou equilíbrio ecológico, é o estado de um ecossistema onde uma há relação estabelecida entre os organismos e o que é vital para a manutenção dessas espécies. Onde, por exemplo, a fauna e a flora são quase constantes, mostrando assim, uma relação de dependência e ajuste complexo entre as duas. Segundo o equilíbrio ecológico, as populações têm seu crescimento limitado pelos recursos ambientais, atingindo um valor máximo que é mantido ao longo do tempo. Quando há uma perturbação no sistema, seja ela qual for, ocorre um desequilíbrio que desvia as populações do estado de estabilidade. O retorno a condição de homeostase depende da natureza do distúrbio, de sua intensidade e duração, além da resiliência de cada população.

No ponto de vista da estrutura da flora, a sucessão ecológica é parte chave no contexto de equilíbrio ecológico, tratando-se de um processo ordenado de mudanças no ecossistema, dado pelo estabelecimento e desenvolvimento de espécies que culminam na substituição da vegetação nativa até atingir um equilíbrio ecológico, retratado por um ecossistema

persistente. Nesse sentido, toda floresta passa por uma sequência de fases até esse equilíbrio, denominado clímax.

Nos ecossistemas florestais, muitos animais são importantes dispersores de sementes que possuem maiores chances de germinarem, gerando novas plantas e mantendo a floresta em pé. Já morcegos, abelhas e outros insetos são importantes polinizadores, essenciais para a reprodução de diversas espécies vegetais, muitas delas com grande relevância econômica. Desta forma, a redução ou ausência da fauna na natureza levam à uma desregulação ambiental em série, afetando a dinâmica sucessional e gênica das espécies que dependem desses vetores de dispersão, limitando a ocorrência de algumas espécies e favorecendo a de outras.

Como visto nos dados fitossociológicos do inventario, estes apontaram a classificação sucessional da área de supressão como um estágio secundário médio afetado pela forte pressão antrópica da região, induzindo-se a acreditar que em condições ideais de paisagem, o status de conservação da mata da região de supressão deveria ser mais complexo e ecologicamente superior em relação a idade dos fragmentos. Isto leva a crer que há uma estabilização nas condições da vegetação do local, devido as pressões atuais que recebem do entorno onde estão inseridos.

9.1.3.6.2.6 Contaminação Biológica por Espécies Invasoras

9.1.3.6.2.6.1 Espécies exóticas

Como mencionado no item 9.1.3.5.2.5 sobre espécies exóticas na região do empreendimento, foi registrado presença de *Pinus* sp. a montante do reservatório.



Figura 9.283: Exemplares juvenis de *Pinus sp.*



Figura 9.284: Visão geral da localização dos exemplares de *Pinus* sp. com destaque para um exemplar adulto.

Foi registrado apenas um indivíduo adulto (dispersor de sementes) e vários indivíduos juvenis próximos a este, indicando e exemplificando seu potêncial invasor no local. Além disso, a região possui várias plantações de árvores exóticas, sendo as de *Pinus* sp. as com maior relevância. Desta forma, foram identificadas as plantações mais próximas ao ponto central do empreendimento, com uma distância menor que 2 km (Figura 9.285).

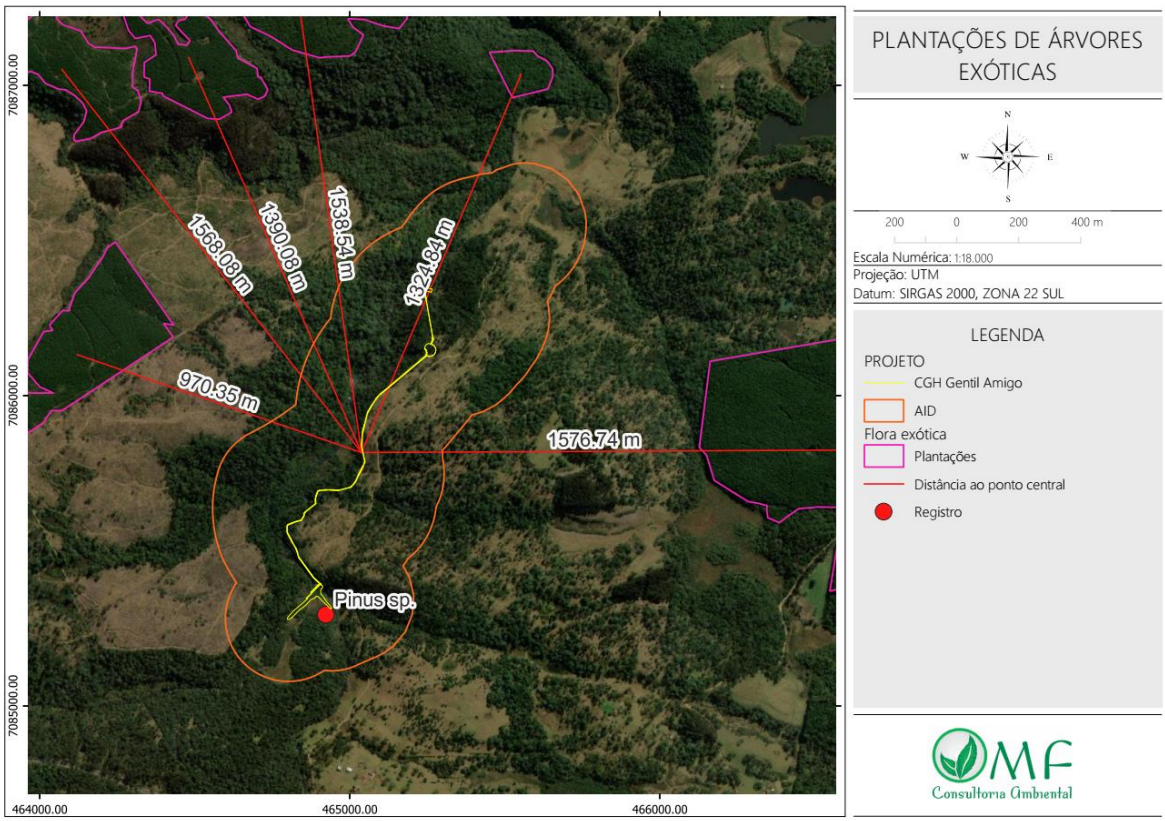


Figura 9.285: Plantações de espécies exóticas nas proximidades do empreendimento.

Portanto é seguro afirmar que há grande risco de contaminação biológica por espécies invasoras em função das alterações provocadas pelo empreendimento. Devendo ser evitado e mitigado através de programa específico para monitoramento e controle destes espécimes, com orientações das técnicas aplicáveis para sua remoção.

9.1.3.6.2.6.2 Macrófitas

A presença de macrófitas no reservatório da CGH Gentil Amigo foi discutida na avaliação biológica da qualidade da água no capítulo do meio físico.

Ressaltamos que a CGH Gentil Amigo conta com reservatório consolidado, e que não foram observadas espécies de macrófitas flutuantes (que representam maior potêncial danoso para hidrelétricas). Além disso, as áreas circundantes ao reservatório são em sua maioria formadas por brejo, e já possuem presença massiva e bastante diversa de espécies consideradas macrófitas enraizadas.



Figura 9.286: Visão geral do reservatório.



Figura 9.287: Visão geral da região a montante do reservatório (grande área de brejo).



Figura 9.288: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas dentro do reservatório.

9.1.3.6.2.7 Valor/Importância Ecológica e Econômica da Flora Remanescente

Como visto nos Itens 9.1.3.5.2.2 e 9.1.3.5.2.3, a *Araucaria angustifolia* apresentou maior dominância absoluta e relativa, e baseando-se em suas características, como espécie secundária longeva, que forma todo o estrato superficial florestal, e é marcadora de fisionomia de vegetação (CARVALHO, 2003). As sementes da árvore são utilizadas por

diversos animais da Mata Atlântica, também como abrigo em seus galhos e folhas, além disso, apresentam boa deposição de resíduos orgânicos no solo (serapilheira).

Possuí valor comercial como madeira por apresentar boa característica física e mecânica em relação a massa específica, na alimentação humana através de suas sementes, no artesanato pelo “nó de pinho” como ornamentação artesanal, além de possuir valor paisagístico, pelo formato da copa bastante único. Possui também valor medicinal, com utilização de praticamente todas as partes da planta através da medicina popular.

9.1.3.6.3 Unidades de Conservação

Considerando as Unidades de Conservação (UCs) na região do empreendimento, com uma área de amortização de 10 km tanto para as UCs, quanto para a CGH Gentil Amigo, nota-se na Figura 9.289 que as três UCs mais próximas em ordem são:

- Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, a aproximadamente 24,7 km;
- Área de Preservação Ambiental da Serra da Esperança, a aproximadamente 31,3 km;
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Rio dos Pardos, a aproximadamente 37,9 km.

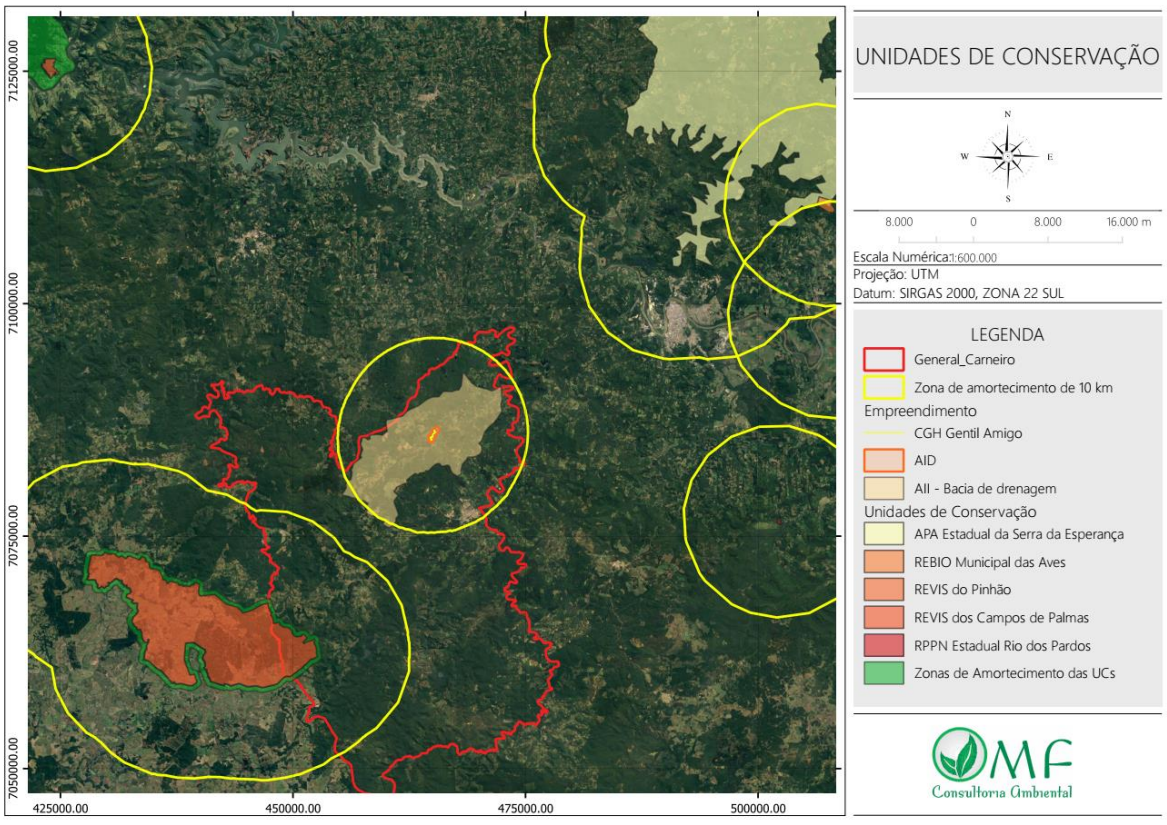


Figura 9.289: Unidades de conservação próximas a CGH Gentil Amigo.

Já em relação as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, segundo o Ministério do Meio Ambiente, a região do empreendimento encontra-se inserida em uma região com prioridade extremamente alta (Figura 9.290).

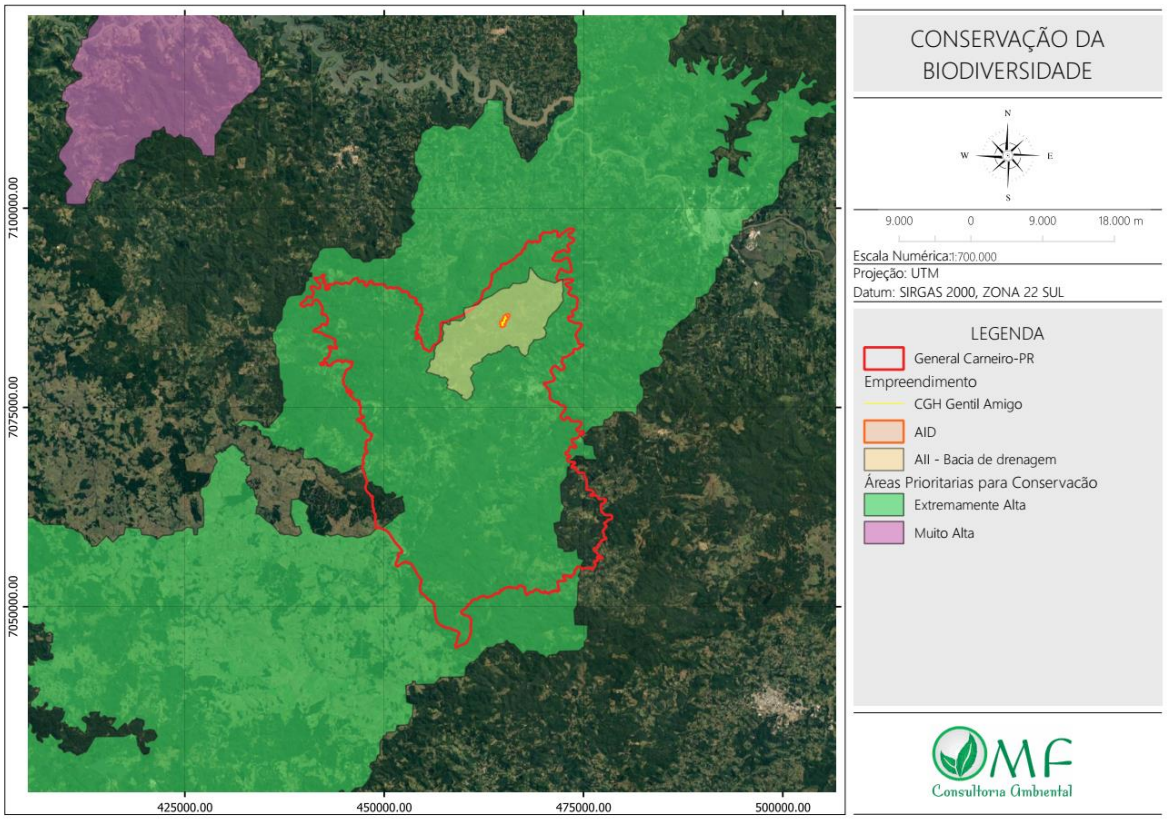


Figura 9.290: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade.

As Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado do Paraná – AECR, estabelecidas pelo IAT, tem o objetivo de subsidiar tomadas de decisões técnicas fundamentais para aplicação de projetos ambientais.

Conforme a Resolução conjunta SEMA/IAP 005/2009, as AECR são elaboradas em duas modalidades:

- As Áreas Estratégicas para Conservação da Biodiversidade, referem-se a áreas cujos remanescentes florestais nativos ou outros tributos físicos ou biológicos determinem fragilidade ambiental, são consideradas de relevância, sendo sua conservação necessária para a manutenção da biodiversidade no Paraná;
- As Áreas Estratégicas para Recuperação, são aquelas essenciais para a manutenção dos fluxos biológicos, para a formação de corredores ecológicos e manutenção da estabilidade física do ambiente.

Desta forma, destaca-se que a porção sul do empreendimento, a montante do reservatório, apresenta-se como uma área estratégica para a conservação na área de influência direta do empreendimento (Figura 9.291).

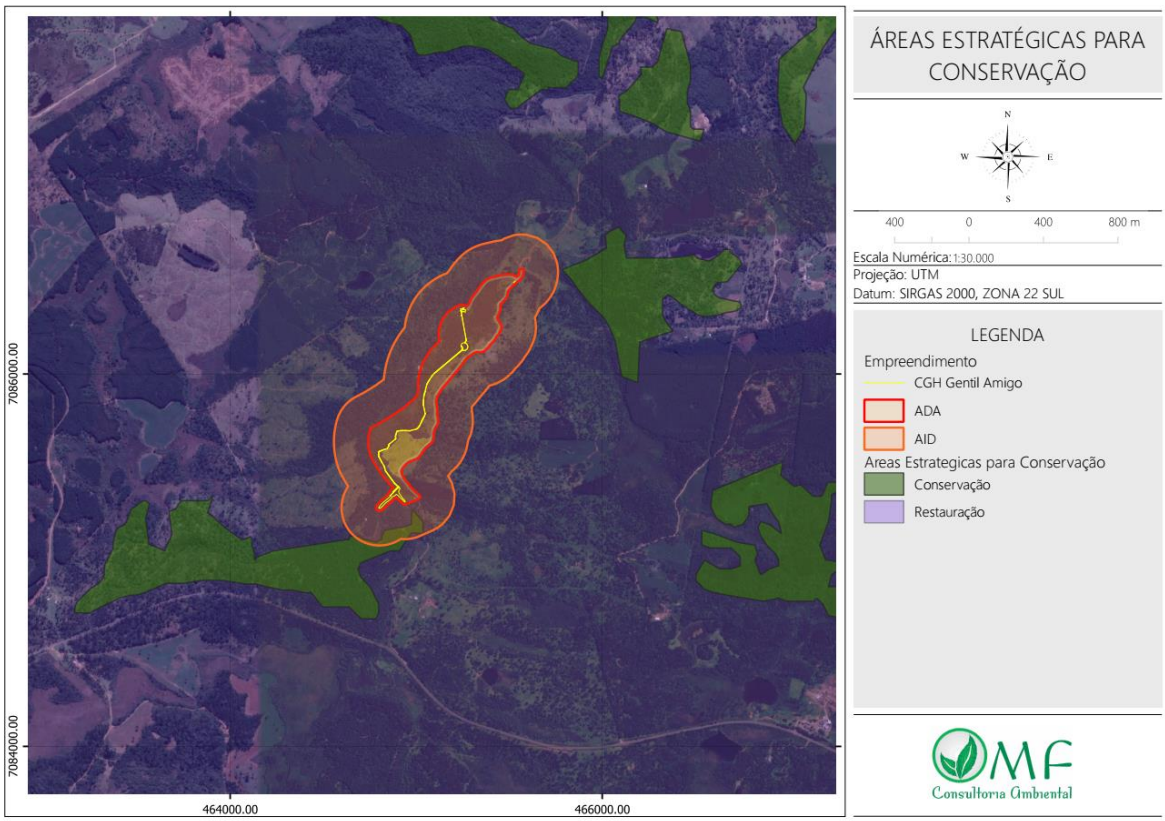


Figura 9.291: Áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade.

9.1.3.7 Prognóstico – Flora

9.1.3.7.1 Mudança de Paisagem

Fase: Instalação **Local**: ADA

Para efeito do dimensionamento do impacto sobre a cobertura vegetal na obra do empreendimento considerou-se todas as áreas com vegetação suprimida, barramento, reservatório, tomada d'água e região da casa de força. As áreas de empréstimo e bota-foras foram, com prioridade máxima, localizadas em áreas de pastagem e campos, evitando ao máximo a retirada de vegetação, diminuindo o impacto e facilitando o processo de recuperação de áreas degradadas.

As interferências da implantação do empreendimento sobre a cobertura vegetal ocorrerão de forma diferenciada, em função da especificidade das ações e obras necessárias em cada fase (planejamento, implantação e operação) do empreendimento.

Na fase de construção do empreendimento ocorrerá a supressão da vegetação ciliar remanescente, considerada Área de Preservação Permanente – APP. Outra consequência será a diminuição da vazão do Rio São Manuel, que irá expor a vegetação marginal a uma situação de estresse hídrico.

Tendo em vista a classificação da vegetação presente no local do empreendimento, vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural, o impacto causado pela implantação da CGH Gentil Amigo é de pequena significância, podendo ser compensada através de medida mitigatória apropriada.

Para a instalação da CGH será necessária a supressão florestal 1,9 ha de vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural. Conforme pode ser verificado nos parâmetros fitossociológicos apresentados anteriormente, foram amostradas 506 árvores gerando a densidade da vegetação de 2530 árv/ha e área basal 48,9 m²/ha.

Tabela 9.115: Avaliação do impacto da mudança de paisagem.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

9.1.3.7.1.1 Medidas de Mitigação do Impacto

- Restringir a remoção da vegetação às áreas das obras, realizando o acompanhamento da supressão florestal;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente;
- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de acompanhamento de supressão de vegetação;
- Restringir a abertura de novos acessos, ocupando ao máximo as estradas de serviço já implantadas e dotando as estradas de dispositivos de proteção ambiental provisório e definitivo, principalmente no que tange a proteção contra erosão e de recobrimento vegetal.

9.1.3.7.2 Fragmentação de Habitats

Fase: Instalação **Local**: ADA

A limpeza das áreas necessárias para a implantação dos empreendimentos provocará a supressão da cobertura vegetal remanescente e a perda de habitats da fauna.

Em função de reservatório já consolidado, não haverá perda de vegetação para área de alagamento, contudo haverá supressão na casa de força, canal de adução (local onde é irreversível a perda de vegetação); canteiro de obras, estradas de acesso, central de carpintaria, bota fora (reversível, desde que bem aplicadas as metodologias de recuperação das áreas degradadas).

Com a supressão da vegetação ocorre a remoção dos abrigos dos animais, como tocas e ninhos, deslocando a fauna dos seus locais de origem. Durante este processo existe o risco de acidentes com esses indivíduos da fauna silvestre. Espécies de locomoção lenta,

filhotes e animais fossoriais estão entre os grupos mais susceptíveis. Esse risco é concentrado nas áreas de supressão propriamente dita, podendo estender-se às principais vias de acesso do empreendimento conforme localização e volume da atividade.

Quando se analisa o mapa de uso e cobertura do solo observa-se que a área de implantação do empreendimento apresenta-se alocado em área de transição entre pasto antropizado e formação florestal, formada basicamente por matas, havendo apenas a formação de um fragmento significativo, próximo à casa de força, onde o conduto, a casa de força e o acesso a construir acabam formando um fragmento isolado a direita do empreendimento.

Tabela 9.116: Avaliação do impacto da fragmentação de habitats.

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Médio
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Alta

9.1.3.7.2.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Além de compensar as áreas suprimidas pela instalação da casa de força, canal de adução e conduto forçado, a recuperação da mata ciliar na área do entorno do reservatório minimizará ou evitará os impactos sobre os ecossistemas.

Como forma de mitigação dos impactos resultantes da supressão da vegetação recomendamos a aplicação das seguintes etapas para o Afugentamento e Resgate de Fauna são:

- Realizar o acompanhamento técnico especializado das frentes de supressão da vegetação durante a implantação do empreendimento;
- Afugentar os espécimes da fauna da área a ser suprimida e resgatar aqueles que não consigam se deslocar;
- Realizar a soltura dos animais resgatados em áreas adjacentes, de fisionomia similar, o mais próximo e no menor tempo possível do evento de resgate;
- Registrar a ocorrência da fauna na área de trabalho (avistamentos, vestígios) e eventos com exemplares da fauna (resgates, solturas, acidentes, coletas) decorrentes da implantação do empreendimento;
- Identificar taxonomicamente os espécimes registrados na área de implantação do empreendimento;
- Fazer a destinação adequada dos animais resgatados incapazes de retornar à vida livre;

- Realizar o depósito e aproveitamento científico dos espécimes que vierem a óbito em instituições conveniadas;
- Realizar a supressão no sentido que exista maior possibilidade de escape da fauna; por exemplo: sentido da supressão contrário ao local de deslocamento de pessoas/veículos; sentido da supressão a favor de remanescentes florestais.
- Realizar a supressão em período especifico, fora da época conhecida de nidificação da avifauna.

Obs.: Evitar ao máximo o contato direto com os animais, de forma minimizar o estresse de captura.

Além disso, o empreendedor deve promover a execução de programas ambientais tais como:

- Programa de resgate da flora e germoplasma (coleta de sementes e resgate de epífitas);
- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de acompanhamento de supressão de vegetação;
- Projeto de reposição florestal;
- Compensação florestal de acordo com a Lei da Mata atlântica;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente (neste prevê-se o plantio de mudas vegetais de acordo com o projeto de supressão vegetal).

9.1.3.7.3 Perda de Conexão entre Fragmentos

Fase: Instalação **Local**: ADA

Como mencionado no item anterior, quando se analisa o mapa de uso e cobertura do solo observa-se que a área de implantação do empreendimento apresenta-se alocado em área de transição entre pasto antropizado e formação florestal, formada basicamente por matas, havendo apenas a formação de um fragmento significativo, próximo à casa de força, onde o conduto, a casa de força e o acesso a construir acabam formando um fragmento isolado a direita do empreendimento, primacialmente durante a instalação deste.

Entretanto, de forma geral, a instalação do empreendimento não isolará grandes áreas, uma vez que esta estará inserida principalmente em área de pastagem ou borda de mata, fazendo-se uso inclusive de acessos já existentes no local e impactados por outras atividades agropastoris.

Tabela 9.117: Avaliação do impacto da perda de conexão entre fragmentos.

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível

Critério	Descrição
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Alta

9.1.3.7.3.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Como medidas mitigadores da perda de conexão entre fragmentos, o empreendedor deve promover a execução de programas ambientais tais como:

- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de resgate da flora e germoplasma (coleta de sementes e resgate de epífitas);
- Programa de acompanhamento de supressão de vegetação;
- Projeto de reposição florestal;
- Compensação florestal de acordo com a Lei da Mata atlântica;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente (neste prevê-se o plantio de mudas vegetais de acordo com o projeto de supressão vegetal).

9.1.3.7.4 Perdas de Áreas por Diminuição de Cobertura Vegetal Nativa

Fase: Instalação **Local**: ADA

As interferências da implantação do empreendimento sobre a cobertura vegetal ocorrerão de forma diferenciada, em função da especificidade das ações e obras necessárias em cada fase (planejamento, implantação e operação) do empreendimento.

Tendo em vista a classificação da vegetação presente no local do empreendimento, vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural, o impacto causado pela implantação da CGH Gentil Amigo é de pequena significância, podendo ser compensada através de medida mitigatória apropriada.

Para a instalação da CGH será necessária a supressão florestal 1,9 ha de vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural. Conforme pode ser verificado nos parâmetros fitossociológicos apresentados anteriormente, foram amostradas 506 árvores gerando a densidade da vegetação de 2530 árv/ha e área basal 48,9 m²/ha.

Tabela 9.118: Avaliação de impacto da perda de áreas por diminuição de cobertura vegetal nativa.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente

Atributo	Qualificação
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

9.1.3.7.4.1 Medidas de Mitigação do Impacto

- Restringir a remoção da vegetação às áreas das obras, realizando o acompanhamento da supressão florestal;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente;
- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de acompanhamento de supressão de vegetação;
- Realizar a compensação florestal de acordo com a Lei da Mata atlântica.

9.1.3.7.5 Alterações em Áreas de Ocorrência de Espécies Endêmicas, Raras ou Ameaçadas

Fase: Instalação **Local**: ADA

As interferências da implantação do empreendimento sobre a cobertura vegetal ocorrerão de forma diferenciada, em função da especificidade das ações e obras necessárias em cada fase (planejamento, implantação e operação) do empreendimento.

Na fase de construção do empreendimento ocorrerá a supressão da vegetação ciliar remanescente, considerada Área de Preservação Permanente – APP. Outra consequência será a diminuição da vazão do Rio São Manuel que irá expor a vegetação marginal a uma situação de estresse hídrico.

Para a instalação da CGH Gentil Amigo, através da estimação da quantidade de árvores amostradas nas parcelas em relação a área de supressão, será necessária a supressão florestal de aproximadamente 1511 indivíduos ameaçados de extinção, distribuídos entre 4 espécies com algum grau de ameaça.

Tabela 9.119: Espécies ameaçadas de extinção de acordo com a respectiva legislação, encontradas na área levantada.

Nome Popular	Espécie	Qnt. Amostrada	Qnt. Estimada	PR	MMA
Araucária	*Araucaria angustifolia*	52	494	VU	EN
Canela Imbuia	*Ocotea porosa*	28	266	VU	EN
Guamirim Facho	*Calyptranthes concinna*	53	504	RR	
Xaxim	Dicksonia sellowiana	26	247		EN
Total		**159**	**1511**		

Legenda: EN = Em perigo; RR = Rara; VU = Vulnerável.

Tabela 9.120: Avaliação de impacto da supressão de espécies ameaçadas de extinção.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Curto prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Alta
Importância	Grande
Probabilidade de ocorrência	Certa
Mitigação (-) ou Potencialização (+)	Mitigável

9.1.3.7.5.1 Medidas de Mitigação do Impacto

- Restringir a remoção da vegetação às áreas das obras, realizando o acompanhamento da supressão florestal;
- Programa de resgate da flora e germoplasma (coleta de sementes);
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente (dando preferência no plantio de mudas de espécies ameaçadas de extinção);
- Restringir a abertura de novos acessos, ocupando ao máximo as estradas de serviço já implantadas e dotando as estradas de dispositivos de proteção ambiental provisório e definitivo, principalmente no que tange a proteção contra erosão e de recobrimento vegetal;
- Transplante dos indivíduos de *Dicksonia sellowiana* presentes na área de supressão.

9.1.3.7.6 Contaminação Biológica

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID

A limpeza das áreas necessárias para a implantação dos empreendimentos provocará a supressão da cobertura vegetal remanescente e a perda de habitats da fauna.

A perda de vegetação ocorrerá em área da casa de força, canal de adução (local onde é irreversível a perda de vegetação); canteiro de obras, estradas de acesso a construir, central de carpintaria, bota fora (reversível, desde que bem aplicadas as metodologias de recuperação das áreas degradadas). Com a supressão da vegetação nativa, se abre espaço para que espécies exóticas invasoras possam ocupar estes locais, uma vez que se adaptam e possuem crescimento mais rápido do que as espécies nativas.

No entorno do empreendimento há ocorrência de plantio comercial de espécies exóticas, fato este que pode promover a infestação dessas espécies no ambiente. Inclusive, há a

ocorrência de exemplares exóticos a montante do reservatório, que devem ser alvo de intervenção.

Tabela 9.121: Avaliação de impacto da contaminação biológica.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Alta

9.1.3.7.6.1 Medidas de Mitigação do Impacto

- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente (recomendando a supressão de espécies exóticas que por ventura, ocorram na APP).

9.1.3.7.7 Extinção de Espécies

Fase: Não se aplica **Local**: Não se aplica

Apesar da necessidade da supressão vegetal, em particular de espécies ameaçadas de extinção, a ocorrência destas não estão limitadas as áreas do empreendimento, ocorrendo inclusive em grande quantidade nas proximidades do empreendimento, não justificando a afirmação que a remoção dos exemplares nas áreas de supressão acarretará a extinção destas.

Tabela 9.122: Avaliação de impacto na extinção de espécies.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativo
Forma	-
Temporalidade	-
Duração	-
Magnitude	-
Importância	-
Reversibilidade	-
Probabilidade de ocorrência	-

9.1.3.7.8 Alteração da População de Macrófitas

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA

Salienta-se que a CGH Gentil Amigo conta com reservatório já consolidado, não havendo criação de nova barreira física e represamento de água, que transformariam um ambiente lótico em lêntico. Portanto, grande parte do impacto na alteração das populações de macrófitas no reservatório não são esperadas.

Entretanto, podem ocorrer um maior carreamento de sedimentos para o curso d'água com aumento na disponibilidade de nutrientes que podem promover a eutrofização, portanto, apesar de baixa probabilidade de ocorrência, esta não se apresenta nula, principalmente durante a instalação do empreendimento.

Tabela 9.123: Avaliação de impacto na alteração da população de macrófitas.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Média

9.1.3.7.8.1 Medidas de Mitigação do Impacto

Algumas medidas mitigadoras deste impacto já estão propostas no capítulo do Meio Físico.

- Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos;
- Programa de monitoramento da qualidade da água;
- Programa de monitoramento hidrosedimentológico;
- Programa de monitoramento e controle de macrófitas.

9.1.3.8 Matriz de Impactos Ambientais – Flora

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
Biótico	Flora	Mudança de Paisagem	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de acompanhamento de supressão de vegetação
		Fragmentação de Habitats	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA	M	G	A	6	Moderada	Programa de resgate da flora e germoplasma Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de acompanhamento de supressão de vegetação Projeto de reposição florestal Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Perda de Conexão entre Fragmentos	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA	M	G	A	6	Moderada	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de resgate da flora e germoplasma Programa de acompanhamento de supressão de vegetação Projeto de reposição florestal Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Perdas de Áreas por Diminuição de Cobertura Vegetal Nativa	X		Neg	Dir	MP	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de acompanhamento de supressão de vegetação
		Alterações em Áreas de Ocorrência de Espécies Endêmicas, Raras ou Ameaçadas	X		Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA	A	G	C	36	Muito forte	Programa de resgate da flora e germoplasma Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Contaminação Biológica	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	A	4	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos
		Alteração da População de Macrófitas	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA	M	M	M	4	Fraca	Programa de monitoramento da qualidade da água Programa de monitoramento hidrosedimentológico Programa de monitoramento e controle de macrófitas

Legenda																									
Critérios	Natureza		Forma		Temporalidade				Duração		Reversibilidade		Abrangência			Magnitude			Importância			Probabilidade			
Abreviação	Neg	Pos	Dir	Ind	IM	CP	MP	LP	Temp	Perm	REV	IRR	ADA	AID	AII	B	M	A	P	M	G	B	M	A	C
Significado	Negativa	Positiva	Direta	Indireta	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Área Diretamente Afetada	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta	Baixa	Média	Alta	Pequena	Média	Grande	Baixa	Média	Alta	Certa

9.1.3.9 Medidas Mitigadoras – Flora

9.1.3.9.1 Programa de Recuperação das Áreas de Preservação Permanente

9.1.3.9.1.1 Apresentação

Um dos passivos é a supressão da faixa ciliar ao redor dos cursos d'água, que acarreta a redução da biodiversidade local, bem como o assoreamento e a queda da qualidade da água desses rios (Andrade *et al*., 2005).

As matas ciliares são indispensáveis para a harmonização entre os sistemas produtivos e o modo de vida das populações humanas, e principalmente para propiciar a qualidade da água e manter o fluxo gênico entre as espécies da flora e da fauna. Sua importância foi legalmente respaldada por meio da Lei 4.771/65 – antigo Código Florestal Brasileiro, que já definia que a mata ciliar tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e de flora, bem como proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Apesar de sua inegável importância ambiental, as matas ciliares vêm sendo degradadas em várias partes do Brasil, sendo que entre os inúmeros fatores que tem contribuído para isso, destacam-se os desmatamentos, incêndios e represamentos.

As matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e consequentemente a fauna aquática e a população humana. São importantes também como corredores ecológicos, ligando fragmentos florestais e, portanto, facilitando o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre as populações de espécies animais e vegetais.

Cabe ainda destacar que as áreas ripárias apresentam importantes funções hidrológicas e limnológicas para a integridade abiótica do sistema, como por exemplo, contenção de ribanceiras, controle de fluxo e vazão do rio, formação de microclima de hábitat, além de fornecer proteção estrutural à comunidade de peixes, fornece abrigo e sombra, manter a qualidade da água, filtrar substancias que chegam ao rio formar matéria orgânica e substrato de fixação de algas e perifiton.

Tendo em vista a recuperação das matas ripárias devem ser tomados alguns cuidados, como os levantamentos florísticos e fitossociológicos da região para recompor o ecossistema original degradado ou que não mais existe.

Neste contexto, destaca-se que o sucesso de um projeto de restauração e conservação de matas ciliares deve levar em conta o conhecimento do ambiente físico, biológico e humano. Nesse contexto, são de grande interesse as informações sobre o solo, hidrologia, relevo, remanescentes da vegetação nativa, uso da terra e histórico da ocupação humana.

9.1.3.9.1.2 Justificativa

A implantação do presente programa justifica-se pela necessidade da preservação dos ambientes florestais remanescentes encontrados na APP do reservatório projetado para a CGH Gentil Amigo, aliada à recuperação dos trechos que ainda se encontrem sem a devida cobertura vegetal por espécies nativas, atualmente recobertos por pastagens. A

conservação e recuperação das matas ciliares no reservatório auxiliará na manutenção da conectividade entre os fragmentos florestais encontrados localmente, e consequente conservação da biota local.

É valido ressaltar que de acordo com a resolução Consema 388/2018, no Art. 10:

> *"[..]deverá conter a indicação da largura da faixa da APP, a ser constituída no entorno de reservatório d´água artificial, medida horizontalmente a partir da cota máxima de inundação da área alagada, respeitando-se as seguintes faixas:*
>
> *I - no caso de reservatórios artificiais localizados em zona rural:*
>
> *a) 30 (trinta) metros para reservatórios com superfície de até 10 ha (dez hectares)"*

Sendo assim a APP da CGH Gentil Amigo, terá uma faixa de 30m, sendo o adensamento realizado nas áreas onde não há vegetação nativa.

9.1.3.9.1.3 Objetivos

9.1.3.9.1.3.1 Objetivos Gerais

Objetivo geral visa a definição e implantação da faixa de proteção do reservatório (faixa de mata ciliar – APP) que sirva para manter e criar novos ambientes para a fixação das espécies vegetais e animais, protegendo ainda o reservatório contra o prematuro assoreamento e assegurando a manutenção da qualidade da água.

9.1.3.9.1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar o mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal na futura APP dos reservatórios;
- Elaborar estratégias, posteriormente convertidas em ações que visem a conservação da mata ciliar remanescente encontrada na área de estudo, bem como a recuperação de áreas que eventualmente apresentem tal necessidade;
- Possibilitar a continuidade dos processos ecológicos locais, contribuindo ainda para a conservação em patamares sustentáveis da biota local;
- Evitar o assoreamento precoce do reservatório e contribuir para a manutenção da qualidade das águas do rio.

9.1.3.9.1.4 Metas

- Contratação de empresa de consultoria ambiental especializada;
- Mapeamento do uso do solo e da vegetação existente na faixa de APP;
- Definição do (s) local (ais) de locação da área adicional de APP para compor área equivalente a uma faixa contígua de 30 metros;

- Definição final das áreas a serem recuperadas;
- Elaboração do Projeto técnico de revegetação da faixa ciliar do reservatório definida como de preservação permanente;
- Implantação do projeto de revegetação das áreas de APP do reservatório e eventuais áreas definidas como de compensação ambiental (caso necessário);
- Monitoramento e manutenção dos plantios;
- Monitoramento e fiscalização nas áreas em processo de recuperação ambiental.

9.1.3.9.1.5 Metodologias

9.1.3.9.1.5.1 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente de acordo com a definição mais adequada deverá ser definido a área da APP. Posteriormente, a faixa definida às margens do reservatório dos empreendimentos deverá ter seu uso do solo e cobertura vegetal mapeados, possibilitando o conhecimento das áreas que necessitam de intervenções com vistas à sua recuperação ambiental e restauração de suas funções ecológicas.

Findada a etapa de mapeamento, o empreendedor terá a exata dimensão das áreas que deverão ser objeto de recuperação na APP do reservatório. O diagnóstico inicial a ser realizado na área de estudo (APP do reservatório) deverá apontar ainda a necessidade de: isolamento e delimitação da APP com cercas, e implantação de corredores de dessedentação animal.

O próximo passo será elaborar o projeto técnico de revegetação das áreas de preservação permanente dos reservatórios. Concomitantemente a este processo, o empreendedor deverá concluir o processo de aquisição das áreas de preservação permanente constituídas ao longo do reservatório formado, conforme prevê a Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), o que está incluso no escopo do Programa de Indenização dos Proprietários Atingidos.

A definição da metodologia para a revegetação das áreas irá considerar os níveis de degradação de cada área, ou seja, será avaliado o comprometimento da capacidade de resiliência das áreas a serem recuperadas. Na escolha das espécies para o processo de restauração, serão valorizadas aquelas com maior valor ecológico dentro das comunidades florestais da região, sendo utilizadas ainda espécies ameaçadas de extinção de ocorrência na região.

No projeto de revegetação também serão consideradas todas as ações relacionadas ao processo, tais como: correção de solo e adubação, seleção de espécies mais adequadas, plantio propriamente dito, tratos culturais necessários, etc.

O escopo básico do projeto de revegetação a ser elaborado pela equipe técnica contratada pelo empreendedor contemplará, no mínimo os seguintes itens:

- Introdução;
- Objetivos;
- Mapeamento das Áreas a Recuperar;

- Descrição das etapas do projeto de revegetação;
- Descrição dos Procedimentos Metodológicos Utilizados no Processo de Recuperação;
- Definição de Cronograma de Atividades (tratos culturais, monitoramento, etc.);
- Equipe Técnica;
- Referencial Bibliográfico.

De posse do projeto técnico de revegetação, ter-se-á início o processo de recuperação ambiental das áreas alvo situadas na futura APP dos reservatórios. Cabe salientar que a implantação do projeto de revegetação deverá ocorrer em época sazonal propícia, visando uma maior efetividade no processo.

Após a efetivação dos plantios de mudas visando à recomposição da APP do reservatório, o empreendedor, através de equipe de consultoria ambiental especializada, deverá promover vistorias trimestrais às áreas de plantio no 1º e 2º anos pós-plantio, objetivando averiguar a necessidade de ações de coroamento das mudas, replantio, combate a formigas, ou outros tratos culturais que se façam necessários ao pleno desenvolvimento das mudas plantadas.

9.1.3.9.1.5.2 Espécies Exóticas

Durante a implantação da APP deverá ser realizado monitoramentos também em busca de espécies exóticas na APP. E, uma vez identificados, sugere-se a remoção destes indivíduos com base em sua localização e porte, podendo serem empregados:

- Derrubada com motosserra quando não impactará outros exemplares nativos;
- Anelamento do caule, com pelo menos 40cm de comprimento, quando não é possível a derrubada direta;
- Remoção física de plântulas.

Destaca-se que é de responsabilidade do empreendedor a execução das atividades de remoção dos exemplares exóticos.

9.1.3.9.1.5.3 Recursos Materiais e Humanos

O desenvolvimento do Programa deve ser coordenado por equipe técnica do empreendedor, que deve contar com a participação de profissionais como engenheiros, biólogos e geógrafos, os quais devem conduzir os entendimentos técnicos o órgão ambiental, os levantamentos de campo e a elaboração dos relatórios analíticos necessários.

9.1.3.9.1.5.4 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

O Código Florestal, conforme a redação dada ao art. 1º, § 2º, inciso II pela Medida Provisória Nº 2.166-67/01, define área de preservação permanente (APP) como a “área

protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas".

9.1.3.9.1.6 Resultados Esperados

- Obter o mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal na futura APP do reservatório;
- Executar ações que visem a conservação da mata ciliar remanescente encontrada na área de estudo, bem como a recuperação de áreas que eventualmente apresentem tal necessidade;
- Promover a vida útil do reservatório e contribuir para a manutenção da qualidade das águas do rio.

9.1.3.9.1.7 Indicadores de Sucesso

- Número de mudas e área plantada;
- Número de espécies sobreviventes.

9.1.3.9.1.8 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

O Programa de Implantação de Área de Preservação Permanente apresenta relação estreita com os seguintes Programas:

- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de resgate da flora e germoplasma.

9.1.3.9.1.9 Etapa dos Empreendimentos

A implantação do projeto técnico de revegetação da APP do reservatório poderá ter suas datas alteradas visando abranger período sazonal mais favorável à "pega" e desenvolvimento das mudas plantadas, preferencialmente ao final do período de inverno e início da primavera.

Contudo estima-se dar início após a emissão da LI e será concluído antes da obtenção da LO. O cronograma apresentado no final do presente Programa ilustra temporalmente o desenvolvimento das atividades previstas.

Sendo que para o monitoramento para os 02 primeiros anos pós-plantio deverão ser realizadas vistorias trimestrais nas áreas de plantio, visando o acompanhamento técnico e verificação da necessidade de ações complementares de manejo (ex.: coroamento, readubação, controle de formigas, replantio, etc.).

Os relatórios para o IAT deverão ser incorporados aos RMAs (Relatórios Gerenciais de Meio Ambiente).

9.1.3.9.1.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

A responsabilidade pela implantação das ações previstas no presente Programa de Implantação da Faixa Ciliar é integralmente do empreendedor.

A execução do presente programa beneficia a população do entorno do reservatório, bem como todos demais os usuários dos recursos hídricos, dada a importância e os benefícios advindos da implantação e manutenção de ambientes de mata ciliar.

Sendo que a responsabilidade técnica do presente programa ambiental poderá ser conjunta entre profissionais da área da Biologia, Engenharia Florestal ou Engenharia Agronômica.

9.1.3.9.1.11 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Definir e Mapear as Áreas de Recuperação																							
Definir Ações para o Controle da Degradação Durante e Após a Instalação do Empreendimento																							
Elaboração e implantação das Medidas Mitigatórias Propostas no EAS																							
Monitoramento e Fiscalização																							
Elaboração e Entrega do Relat. Semestral ao IAT																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

9.1.3.9.1.12 Sistemas de Registros

Como registros deverá ter o resultado a elaboração de relatórios de vistoria, com informações precisas quanto à identificação de infestações, localização dos focos, medidas

tomadas ou sugeridas, quantitativos, etc. Esses deverão compor o relatório de monitoramento semestral elaborado como os demais programas ambientais.

9.1.3.9.2 Programa de Resgate da Flora e Germoplasma

9.1.3.9.2.1 Apresentação

As alterações na estrutura da vegetação ocorrem em decorrência do estresse fisiológico provocado por mudanças diretas e indiretas no ambiente, principalmente as relacionadas com características do meio físico (abióticas), tais como alterações em luminosidade, temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, ventilação e, no caso da proximidade com reservatórios, de mudanças no nível do lençol freático adjacente às áreas alagadas.

As alterações ambientais acarretam respostas da comunidade vegetal, que se revelam por meio de mudanças na dinâmica sucessional até que, por fim, a estrutura da vegetação alcance um novo equilíbrio ambiental. Entre as mudanças na dinâmica e estrutura da comunidade vegetal remanescente, são frequentes as alterações nas taxas de mortalidade e de regeneração da comunidade, principalmente nos ambientes mais expostos e próximos às bordas.

A execução do programa é de vital importância para impedir a ocorrência, mitigar e compensar os impactos negativos, bem como otimizar os impactos positivos, O acompanhamento das modificações ambientais resultantes de empreendimentos da natureza do projeto em questão, principalmente no Brasil, é de extrema importância, uma vez que, da compreensão dos processos que ocorrerão, depende, idealmente, o delineamento de outras construções previstas para o futuro.

Este programa engloba os programas de coleta de sementes/material genético, de remanejamento de epífitas e de resgate/transplante do Xaxim (*Dicksonia sellowiana*).

9.1.3.9.2.2 Justificativa

A conservação do patrimônio genético da flora encontrada nas áreas que foram alvo de supressão vegetal justifica a execução do presente programa ambiental.

9.1.3.9.2.3 Objetivos

9.1.3.9.2.3.1 Objetivos Gerais

Manutenção da diversidade genética da flora local através de ações de resgate e salvamento de sementes, realocação de epífitas e xaxins das áreas de supressão vegetal.

9.1.3.9.2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar o resgate e realocação de epífitas;
- Realizar o resgate e realocação de xaxins;
- Realizar a coleta de sementes/material genético;
- Formação de um banco de sementes visando à propagação de mudas florestais nativas a serem utilizadas na recuperação ambiental das áreas degradadas do empreendimento e na região como um todo.

9.1.3.9.2.4 Metas

Dentro do escopo do presente programa ambiental prevê-se:

- Realização da coleta de sementes das espécies arbóreas encontradas localmente, que serão utilizadas na produção de mudas nativas a serem utilizadas na recomposição de áreas degradadas pela obra; realização de coleta e realocação / transplante de epífitas existentes nos exemplares arbóreos que serão suprimidos; e execução coleta e realocação/transplante de Xaxim eventualmente encontrados nas áreas de supressão vegetal.

9.1.3.9.2.5 Metodologias

9.1.3.9.2.5.1 Público Alvo

O público alvo a ser beneficiado com a implantação destas medidas é constituído por toda a comunidade local e regional, que terá assegurada a manutenção da diversidade florística local.

Entre as diversas entidades que poderão se interessar pelos resultados do monitoramento, podem ser citados os órgãos estaduais responsáveis pela preservação do meio ambiente, bem como equipes técnicas das entidades federais, estaduais e municipais relacionadas com o meio ambiente.

9.1.3.9.2.5.2 Levantamento de Dados

9.1.3.9.2.5.2.1 Levantamento de Dados Não-Primários

As informações sobre as biotas serão obtidas de diversas fontes como: levantamento bibliográfico, estudo de coleções biológicas, entrevistas e, principalmente, viagens de campo. Será levantada a maior gama possível de dados bióticos e abióticos de cada espécie e/ou populações dos grupos botânicos e zoológicos do (incluindo aquelas introduzidas), tais como: histórico taxonômico da espécie, classificação da espécie, procedência da espécie (endêmica, exótica, alóctone, etc.), status de conservação, relações filogenéticas, distribuição geográfica, dados ecológicos (hábitat, micro-habitat, dieta alimentar, inter-relações com outros organismos e com dados abióticos, informações sobre reprodução, etc.), documentação fotográfica (da espécie e do ambiente), etc.

9.1.3.9.2.5.2.2 Levantamento de Dados Primários

Atividades de Campo Deverão ser realizadas coletas de caráter qualitativo e quantitativo de todos os grupos biológicos envolvidos, bem como observações de campo. Serão realizadas diversas viagens de campo ao longo de seis anos, cuja periodicidade, objetivos e metodologia de coleta, estão descritos em cada Subprograma. Essas campanhas iniciarão antes da construção e terminarão depois da implementação dos canais e

operação do empreendimento. Para acompanhar o sucesso dos levantamentos será calculada a curva do coletor, relacionando o número de espécies acumuladas com o número de visitas realizadas ao campo.

Os locais de amostragem foram definidos, levando-se em conta a conjunção de vários fatores, porém, não necessariamente atendendo a todos eles concomitantemente: áreas cujas biotas estão potencialmente sujeitas a impactos diretos produzidos pelo projeto; abrangência geográfica; diversidade elevada e bom estado de conservação do ambiente.

Os locais dos pontos de monitoramento serão selecionados dentro das características fitofisionomias de cada Unidade Amostral. Para o monitoramento de flora serão montadas parcelas controle nos pontos localizados por vários locais de instalação do empreendimento.

9.1.3.9.2.5.3 Coleta de Sementes de Espécies Ameaçadas

Seleção da área de salvamento: esta etapa serve para definir aquelas áreas que melhor representam a cobertura vegetal original, uma vez que grande parte da área apresenta uma vegetação modificada. Devem ser definidas áreas com potencial para coleta de sementes, destacando-se ação para espécies raras ameaçadas ou em extinção priorizando.

Salvamento da flora: O salvamento prevê o aproveitamento do material botânico, especialmente de sementes. As sementes serão enviadas para viveiros para cultivo de mudas, enquanto que sementes, folhas, flores e frutos poderão ser encaminhados para instituições cientificas para compor herbários.

Destino do material botânico coletado: esta etapa determinará o destino adequado do material botânico coletado. As espécies serão resgatadas a partir das primeiras ações (antes do início da construção do canteiro de obras e antes do desmatamento) deverão ser replantadas em locais que não sofrerão interferência da obra. As sementes serão enviadas ao viveiro florestal para posterior plantio nas áreas de preservação ambiental.

9.1.3.9.2.5.4 Salvamento de Epífitas

Os materiais e equipamentos utilizados para coleta e posterior realocação (transplante) das epífitas encontradas ao longo das áreas de supressão vegetal são os seguintes:

- Facão – utilizado para abrir passagem na vegetação e para desprender as plantas de seu substrato (rochas, árvores);
- Foice – utilizada para abrir caminho na vegetação e para desprender as plantas que não estavam ao alcance da mão, funcionando como um extensor;
- Câmera fotográfica – utilizada para registros da área e dos espécimes coletados e realocados;
- Prancheta – utilizada para anotações pertinentes durante os trabalhos de campo;
- Aparelho de GPS – utilizado para captura de coordenadas dos principais pontos de coleta e realocação das plantas;

- Barbante de sisal – utilizado para fixar as plantas nos locais de transplante;
- Fita zebrada – utilizada para demarcar as áreas de transplante;
- Embalagens plásticas – utilizados para transportar plantas coletadas até os locais de transplante.

O processo de retirada dos exemplares de epífitas e respectivo replantio dar-se-á em dois momentos distintos: na etapa que precede a execução dos trabalhos de supressão vegetal (onde todos os espécimes ao alcance das mãos serão resgatados), e concomitantemente com as ações de supressão vegetal (quando os fustes das espécies arbóreas já encontrar-se-ão no chão, facilitando a coleta das epífitas).

Cabe salientar que as áreas de translocação (replantio) das epífitas resgatadas estará locada na própria APP do reservatório, ou seja, em área florestadas com características ecológicas semelhantes aos locais de origem dos espécimes, assegurando condições adequadas para sua sobrevivência. As áreas de replantio deverão ser georreferenciadas e ter seus limites marcados com fita zebrada.

9.1.3.9.2.5.5 Salvamento de Xaxim (*Dicksonia sellowiana*)

Os materiais e equipamentos utilizados para coleta e posterior realocação (transplante) das epífitas encontradas ao longo das áreas de supressão vegetal são os seguintes:

- Facão – utilizado para abrir passagem na vegetação;
- Foice – utilizada para abrir caminho na vegetação e para desprender as plantas que não estavam ao alcance da mão, funcionando como um extensor;
- Câmera fotográfica – utilizada para registros da área e dos espécimes coletados e realocados;
- Prancheta – utilizada para anotações pertinentes durante os trabalhos de campo;
- Aparelho de GPS – utilizado para captura de coordenadas dos principais pontos de coleta e realocação das plantas;
- Fita zebrada – utilizada para demarcar as áreas de transplante;
- Embalagens plásticas – utilizados para envolver as raízes dos exemplares coletados até os locais de transplante, caso necessário.

O processo de retirada dos exemplares de Xaxim e respectivo replantio dar-se-á em dois momentos distintos: na etapa que precede a execução dos trabalhos de supressão vegetal (onde todos os espécimes ao alcance das mãos serão resgatados), e concomitantemente com as ações de supressão vegetal (quando os fustes das espécies arbóreas já encontrar-se-ão no chão, facilitando a visualização e identificação dos Xaxins).

Cabe salientar que as áreas de translocação (replantio) dos Xaxins resgatados estarão locadas na própria APP do reservatório, ou seja, em área florestadas com características ecológicas semelhantes aos locais de origem dos espécimes, em área sombreada e próximos a cursos d'água, assegurando condições adequadas para sua sobrevivência. As áreas de replantio deverão ser georreferenciadas e ter seus limites marcados com fita zebrada.

9.1.3.9.2.5.6 Ações Previstas

- Contratação de consultoria ambiental especializada;
- Formalização de convênio entre o empreendedor e viveiro de mudas ou universidade, visando a recepção das sementes coletadas, produção e fornecimento das mudas produzidas;
- Realização de coleta de sementes;
- Doação de sementes em viveiros;
- Execução de resgate e salvamento de epífitas;
- Realocação de xaxins das áreas de supressão vegetal.

9.1.3.9.2.5.7 Recursos Materiais e Humanos

Os recursos utilizados para este programa, podem ser descritos por:

- Mão-de-obra especializada;
- Destacar um representante, com habilitação técnica;
- Gerência, com controle de cada atividade realizada no empreendimento;
- Materiais e equipamentos necessários;
- Tecnologia e informação.

9.1.3.9.2.5.8 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

- Lei n.º 4.771/65, de 09/65 Institui o Código Florestal (alterada pelas Leis 5.106/66, 5.868/72, 5.870/73, 7.803/89 e 7.875/89 e pela Medida Provisória 1.605/97 e reedições; regulamentada pelos Decretos 97.628/89, 1.282/94 e 2.661/98; v. Leis 8.171/91, 9.437/97 e 9.605/98 e Decretos 1.922/96, 2.119/97 e 2.788/98);
- Resolução CONAMA n.º 001/86, de 23/01/86. Define impacto ambiental e estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (alterada pelas Resoluções CONAMA 011/86 e 237/97; v. Resolução CONAMA 005/87);
- Lei n.º 7.754/89, de 14/04/89. Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios;
- Instrução Normativa IBAMA n.º 01/91, de 09/01/91. Regulamenta a exploração de vegetação caracterizada como pioneira, capoeirinha, capoeira, floresta descaracterizada e floresta secundária e proíbe a exploração em floresta primária;
- Resolução CONAMA n.º 237/97, de 19/12/97. Regulamenta as necessidades de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento como instrumento de gestão ambiental e desenvolvimento sustentável e melhorias contínuas, dentre outras.

9.1.3.9.2.6 Resultados Esperados

- Enriquecimento da biodiversidade florística local ou regional com sementes coletadas na área do empreendimento;
- Conservação do material genético dos espécimes transplantados.

9.1.3.9.2.7 Indicadores de Sucesso

Os principais indicadores ambientais a serem utilizados são apresentados a seguir.

- Ocorrência de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e vulneráveis, raras ou novas da fauna e flora;
- Ocorrência de espécies de predadores de médio e grande porte;
- Ocorrência de formações vegetacionais nativas em bom estado de conservação;
- Variedade de formas de vida vegetais, como um indicador da variedade de grupos funcionais presentes;
- Ocorrência de diferentes tipos vegetacionais contíguos e em bom estado de conservação;
- Presença de brotações, florações e frutificações das epífitas transplantadas;
- Presença de desenvolvimento dos exemplares de Xaxim transplantados.

9.1.3.9.2.8 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

Este programa tem relação direta com os seguintes Programas:

- Programas de comunicação social;
- Programas de educação ambiental;
- Programas de recuperação de áreas degradadas;
- Programas de compensação ambiental;
- Programa de monitoramento da qualidade da água.

9.1.3.9.2.9 Etapa do Empreendimento

Este programa deve ser realizado antes e durante da construção do empreendimento, sempre cuidando para que haja a manutenção da genética local.

9.1.3.9.2.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador do empreendimento envolvidos nos diversos serviços de ampliação da CGH.

9.1.3.9.2.11 Cronograma de Execução

O programa será executado durante a fase de instalação do empreendimento.

9.1.3.9.2.12 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

9.1.3.9.3 Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas

9.1.3.9.3.1 Apresentação

Macrófitas são as plantas comumente encontradas associadas a cursos d'água, podendo se apresentar fixas a substratos, emersas, flutuantes ou ainda submersas.

Estas plantas desempenham papel importante nos ecossistemas aquáticos, como parte das teias tróficas, promovendo inclusive um micro-habitat seguro para a fauna vertebrada e invertebrada.

As macrófitas também auxiliam na depuração de nutrientes na água, e é esta a origem da preocupação quanto a estas plantas, pois, uma vez que há um desequilíbrio na disponibilidade de nutrientes na água, estas podem se desenvolver descontroladamente, como uma consequência da eutrofização.

9.1.3.9.3.2 Justificativa

Processos construtivos próximos ou nos cursos d'água podem facilitar a entrada de nutrientes neste. Além de que, o excesso de macrófitas, principalmente as flutuantes, podem promover interferências na efetividade dos processos de geração de energia. Portanto, o monitoramento das populações de macrófitas é justificado como medida de controle e mitigadora dos impactos da CGH Gentil Amigo.

9.1.3.9.3.3 Objetivos

9.1.3.9.3.3.1 Objetivos Gerais

Executar um diagnóstico e Mapeamento Preliminar a respeito da Ocorrência de Macrófitas Aquáticas na área de influência direta da CGH Gentil Amigo com a finalidade de verificar a possível existência de focos de proliferação destas plantas no reservatório e outros trechos da CGH, realizando ainda a identificação taxonômica das espécies e o mapeamento de sua área de ocorrência.

9.1.3.9.3.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a existência de espécies de macrófitas na área de estudo com potencial de proliferação nociva ao equilíbrio ecológico do ecossistema aquático e ao processo de geração de energia;
- Identificação taxonômica das espécies eventualmente encontradas, mapeamento e mensuração dos focos de macrófitas existentes na área de estudo;
- Sugestão e apresentação ao órgão ambiental de medidas de manejo visando o controle das populações de macrófitas aquáticas (caso necessário).

9.1.3.9.3.4 Metodologias

9.1.3.9.3.4.1 Diagnóstico

O diagnóstico da presença de macrófitas deve ser realizado por profissionais biólogos e engenheiros florestais, através de monitoramentos periódicos em concomitância a amostragem de água, percorrendo em varredura toda a extensão do reservatório, realizando esquadrinhamento visual de toda a superfície da região na busca por plantas aquáticas flutuantes em desenvolvimento descontrolado no local.

A identificação taxonômica das espécies amostradas a campo foi realizada com auxílio de Guia de Identificação (POTT e POTT, 2000).

A verificação das infestações será realizada de forma visual através dos monitoramentos *in loco*, e, deverão ser realizadas utilizando imagens de satélite ou imagens aéreas, com mensuração das infestações. Os tamanhos dos bancos de macrófitas observados devem ser mensurados, podendo-se estimar a área de cobertura dos bancos e assim identificar o nível de infestação da área de estudo, de acordo com Pompêo *et. al*. (2017).

Tabela 9.124: Classificação dos níveis de infestação por macrófitas proposto por Pompêo *et al*. (2017).

Simbologia	Classificação
Nível 1	Não há presença de macrófitas aquáticas
Nível 2	Até 25% da área do espelho d´água ocupado
Nível 3	De 26% a 50% da área do espelho d´água ocupado
Nível 4	De 51% a 75% da área do espelho d´água ocupado
Nível 5	De 76% a 100% da área do espelho d´água ocupado

A partir do projeto do empreendimento e de imagens de satélite disponíveis, foi calculado a área de ocorrência de macrófitas dentro da área delitimitada para o reservatório. Salientamos que a eficiência e presição destas medidas dependem da qualidade do projeto, e da qualidade das imagens disponíveis.



Figura 9.292: Visão geral do reservatório com delimitação da presença de macrófitas.

Destaca-se que, aplicando a metodologia proposta, atualmente o reservatório apresenta aproximadamente 5,3% de sua área coberta por macrófitas, portanto, classificadas como **nível 2** de infestação (menor que 25% da área do espelho d'água ocupado) segundo metodologia proposta (POMPÊO *et al*., 2017).

9.1.3.9.3.4.2 Intervenção

Caso haja a necessidade de intervenção quanto à infestação de macrófitas no reservatório, existem basicamente três alternativas possíveis, divididos em métodos físicos, químicos e biológicos. Tais métodos são apresentados e organizados na Figura 9.293.

Entretanto, em vista do pequeno reservatório já consolidado para a CGH Gentil Amigo, recomenda-se apenas a execução de remoção física direta, com ganchos ou coleta manual.

O material vegetal removido do reservatório deverá ser destinado corretamente, recomendando-se sua utilização em outros processos no empreendimento, como a disposição em áreas degradadas para aproveitamento da biomassa e nutrientes para auxiliar a recuperação destas áreas (que por vezes são desprovidas de nutrientes orgânicos).

Caso não seja possível a destinação como fertilizante, recomenda-se a destinação da biomassa em aterro sanitário. De forma alguma as macrófitas removidas deverão ser retornadas ao corpo hídrico ou dispostas nas margens do reservatório.

Lembrando que, a decisão da remoção de macrófitas deve ser sempre orientada por biólogos, engenheiros sanitaristas ou florestais, e sua execução é de responsabilidade do empreendedor.

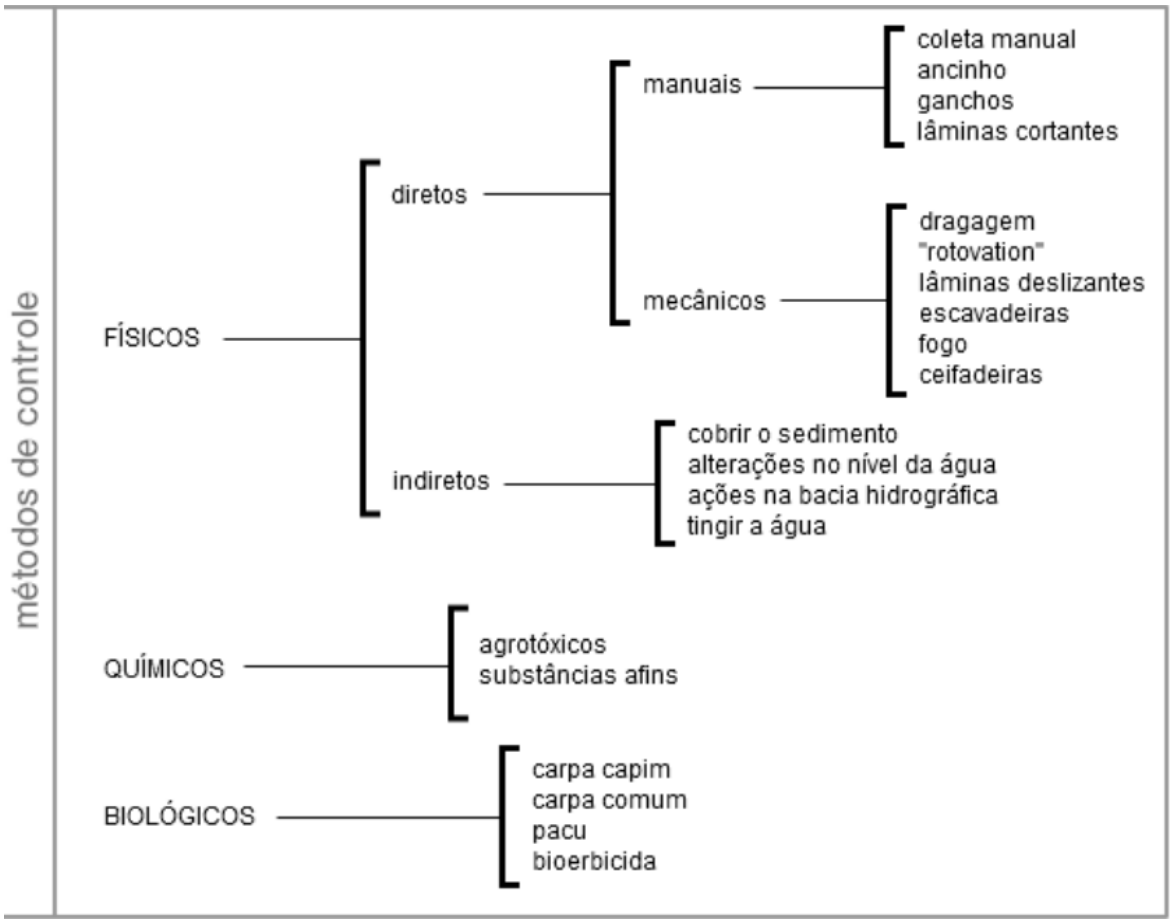


Figura 9.293: Métodos empregados no controle de plantas aquáticas.
Fonte: Pompêo *et al*. (2017).

9.1.3.9.3.5 Resultados Esperados

- Identificação das macrófitas ocorrentes nos trechos de influência da CGH Gentil Amigo;
- Prevenção de danos à geração de energia no empreendimento e mitigação de impactos.

9.1.3.9.3.6 Indicadores de Sucesso

Apresentação de no máximo “Nível 2” quanto ao nível de infestação de macrófitas no local.

9.1.3.9.3.7 Cronograma de Execução

Os monitoramentos deste programa devem ser realizados em concomitância as amostragens de água superficial para a qualidade da água.

9.1.3.9.4 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

9.1.3.9.4.1 Apresentação

De maneira genérica, o conceito de degradação ambiental refere-se às modificações impostas pela sociedade aos ecossistemas naturais, alterando (degradando) as suas características físicas, químicas e biológicas, comprometendo assim, a qualidade de vida dos seres humanos (NOFFS *et al*., 2000).

A Instrução Normativa IBAMA nº 04 de 13/04/2011, traz o conceito de áreas degradadas e áreas alteradas ou perturbadas, apresentado a seguir:

- **Área Degradada**: área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural, a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado;
- **Área Alterada ou Perturbada**: área que após o impacto ainda mantém meios de regeneração biótica, ou seja, possui capacidade de regeneração natural.

Nos últimos anos, em função da preocupação crescente do manejo ambiental, legislações tem procurado caracterizar problemas de conceituação e ações que envolvam a restauração de ecossistemas degradados. Uma tendência evidente tem sido a importância dos aspectos da própria ecologia da região a ser restaurada. A distinção entre processos de recuperação e restauração tem como fundamentos detalhes da ecologia básica e, nesse contexto, torna-se muito significativa a preocupação com os processos interativos e sucessionais. A importância desta distinção ficou reforçada com a recente aprovação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – o SNUC (Lei Federal nº 9.985 de 18/07/2000), que traz em seu Art. 2º, Inciso XIII, os seguintes conceitos:

- XIII - Recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;
- XIV - Restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

A recuperação das áreas degradadas é considerada pela legislação ambiental brasileira (Lei Federal nº 6.938/81 – que institui a Política Nacional de Meio Ambiente) como um princípio da melhoria da qualidade ambiental do país. Inclusive a Constituição Federal de 1988 delibera que: “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (CF 1988 – Artigo 225, Capítulo VI, parágrafo 2º).

9.1.3.9.4.2 Justificativa

A construção de uma usina hidrelétrica ocasiona alterações do micro relevo, do solo e da vegetação do canteiro de obras. Sendo assim, há necessidade de um programa de recuperação de áreas degradadas que defina as diretrizes para a implantação, o uso e a desmobilização dos canteiros de obras.

As diversas obras civis, necessárias à implantação do projeto (CGH Gentil Amigo), como em qualquer outra obra hidrelétrica, irão alterar, mesmo que temporariamente, as

características do local onde a mesma foi instalada. Portanto, torna-se pertinente a elaboração e execução do programa de recuperação de áreas degradadas nas áreas internas do canteiro de obras.

9.1.3.9.4.3 Objetivos

9.1.3.9.4.3.1 Objetivos Gerais

Este programa possui como objetivo central a recuperação das áreas que certamente serão degradadas pela atividade construtiva do empreendimento.

9.1.3.9.4.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as áreas degradadas no canteiro de obras dos empreendimentos;
- Auxiliar no planejamento e execução de uma adequada desmobilização final da área de obra;
- Elaborar um PRAD - Projeto de Recuperação de Área Degradada específico para as áreas com tal necessidade no antigo canteiro de obras;
- Implantar o PRAD, de modo a promover a plena recuperação das áreas degradadas no empreendimento, possibilitando a reintegração paisagística local, bem como o retorno das funções ecossistêmicas de tais ambientes;
- Evitar o agravo ou mesmo a ocorrência de processos erosivos;
- Restabelecer a relação solo – água - planta nas áreas alteradas pela implantação do canteiro de obras, recompondo o equilíbrio daquelas que foram desestabilizadas;
- Promover a reintegração paisagística e ecológica das áreas degradadas;
- Permitir a gradual recolonização faunística das áreas em processo de recuperação ambiental.

9.1.3.9.4.4 Metas

Como metas para o programa de recuperação de áreas degradadas têm-se:

- Mapeamento, em base cartográfica compatível, de 100% das áreas degradadas com atualização das intervenções de recuperações a cada 06 (seis) meses após o início das obras;
- Recuperação de 100% das áreas degradadas pelas obras que não abrigarem estruturas definitivas;
- Utilização do germoplasma resgatado na recuperação das áreas degradadas.

9.1.3.9.4.5 Metodologias

9.1.3.9.4.5.1 Procedimentos Metodológicos

A implantação dos projetos implicará na instalação de canteiros de obras, exploração de materiais de construção, deposição de bota-foras e a abertura de vias de serviço que, por sua natureza, incluem movimentações de terra e rocha com operações de terraplanagem, escavações e criação de novos taludes de cortes e aterros. Todas essas intervenções sobre o recurso natural (solo) tendem a desencadear ou a acelerar processos erosivos onde estes já se fazem presentes, com evidentes prejuízos para a vegetação natural, a fauna associada, a produção agrossilvopastoril, as atividades sociais e econômicas e para os cursos de drenagem, através da possibilidade de assoreamento inclusive do próprio rio.

As áreas terão procedimentos específicos, de acordo com seu uso anterior a implantação dos empreendimentos. Nas áreas que sofrerão alteração temporária de uso, tais como, canteiros de obras, bota-foras, áreas de empréstimo e algumas das vias de serviço, a recuperação constituir-se-á pela própria retomada do uso anterior. Já as áreas que sofrerão alteração permanente de uso estarão sujeitas a projetos específicos de arborização que respeitem os limites funcionais, devendo ser reintegradas através de projeto de recomposição florística, a partir do replantio de espécies da flora nativa considerando-se, inclusive a possibilidade de reintrodução de espécies desaparecidas regionalmente.

Com base no diagnóstico de identificação das áreas para recuperação, o PRAD detalhará os procedimentos e as diferentes metodologias a serem realizadas. Neste projeto, além dos valores quantitativos precisos de áreas a serem recuperadas, serão apresentadas as práticas de recuperação que mais se adequarem a cada situação, bem como as espécies vegetais a serem utilizadas e as medidas que garantam a estabilidade do terreno.

A definição da metodologia para a revegetação das áreas irá considerar os níveis de degradação de cada área, ou seja, será avaliado o comprometimento da capacidade de resiliência da área degradada. Na escolha das espécies para o processo de restauração, serão valorizadas aquelas com maior valor ecológico dentro das comunidades florestais da região.

No PRAD também serão consideradas todas as ações relacionadas ao processo, como correção de solo, seleção de espécies mais adequadas, plantio propriamente dito, tratos culturais necessários, etc.

Destaca-se por fim que a implantação do PRAD deverá ocorrer em época sazonal propícia, preferencialmente na saída do inverno e início da primavera, quando há uma maior disponibilidade hídrica no solo, e as mudas transplantadas desenvolvem a "pega" com maior facilidade e eficácia.

9.1.3.9.4.5.1.1 Recuperação de Áreas Degradadas

Todas as áreas alteradas pela implantação dos empreendimentos relacionadas abaixo deverão ser recuperadas de acordo com as melhores técnicas para recuperação de áreas degradadas, sendo orientadas pelo Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD a ser elaborado pela equipe de meio ambiente.

Áreas com necessidade de recuperação ambiental:

- Estradas e vias de acesso, temporárias ou não;
- Áreas de empréstimo e bota-fora, mesmo que já abertas antes dos empreendimentos, mas que tenham sido usadas pela CONTRATADA na execução das obras;
- Áreas de montagem/pátios de manobras;
- Praças de trabalho;
- Canteiros de obra e acampamentos provisórios, salvaguardado o caso de transferência para terceiros;
- Áreas de circulação, empréstimo, bota-fora, taludes de corte/aterro.

9.1.3.9.4.5.2 Público Alvo

Os beneficiários deste programa serão o empreendedor, as Prefeituras Municipais, Governos Estaduais, e as populações locais.

9.1.3.9.4.5.3 Recursos Materiais e Humanos

Os recursos utilizados para este programa podem ser descritos por:

- Mão-de-obra especializada;
- Destacar um representante, com habilitação técnica;
- Gerência, com controle de cada atividade realizada no empreendimento;
- Materiais e equipamentos necessários;
- Tecnologia e informação.

6.3.4.6.1.8 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Este programa seguirá os mesmos requisitos legais do Programa de Prevenção contra a Erosão:

- Norma Brasileira NBR 8044 (1983) – Projeto Geotécnico;
- Norma Brasileira NBR 10.703 TB 350 (1989) – trata da Degradação do Solo;
- Norma Brasileira NBR 11.682 (1991) ABNT – trata da Estabilidade dos Taludes.

Os métodos de trabalho e processos que serão adotados estarão de acordo com os artigos concernentes e aplicáveis contidos na Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, e em suas modificações pelas Leis 5.106, de 02.09.1966, 5.868, de 12.12.1972, 5.870, de 26.03.1973, 6.535, de 15.06.1978, 7.0511, de 07.07.1986, 7803, de 18.07.1989, e 9.985, de 18.07.2000 e Medida Provisória 2.166-67 de 24.08.2001:

- Instrução Normativa IBAMA Nº 4 de 13 de abril de 2011.

9.1.3.9.4.6 Resultados Esperados

Almeja-se a completa e efetiva recuperação das áreas degradadas pela construção do empreendimento no local.

9.1.3.9.4.7 Indicadores de Sucesso

Os indicadores ambientais para este programa são:

- Percentual de área recuperada;
- Percentual de estabelecimento das mudas plantadas;
- Estabilização dos sistemas hidrodinâmicos.

9.1.3.9.4.8 Inter-Relação com Outros Planos e Programa

O programa de recuperação de áreas degradadas terá uma relação com os seguintes programas:

- Programa de resgate da flora e germoplasma;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente;
- Programa de acompanhamento de supressão de vegetação;
- Programa Ambiental para a Construção;
- Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

9.1.3.9.4.9 Etapa dos Empreendimentos

Este programa inicia-se antes da instalação e tem continuidade durante toda a operação dos empreendimentos.

9.1.3.9.4.10 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Definir e Mapear as Áreas de Recuperação																							
Definir Ações para o Controle da Degradação Durante e Após a Instalação do Empreendimento																							

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS																						
AÇÕES	1º Ano												2º Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Elaboração e implantação das Medidas Mitigatórias Propostas no EAS																							
Monitoramento e Fiscalização																							
Elaboração e Entrega do Relatório Semestral ao IAT																							
Entrega do Relatório Final de Conclusão da Obra na Fase de (LI)																							

9.1.3.9.4.11 Responsáveis pela Implantação do Programa

A responsabilidade técnica do presente programa poderá ser conjunta entre profissionais das áreas de Biologia, Engenharia Florestal e Engenharia Agronômica.

9.1.3.9.4.12 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente sejam possíveis analisar os problemas e posteriormente saná-los.

9.1.3.9.5 Programa de Acompanhamento de Supressão de Vegetação

9.1.3.9.5.1 Apresentação

As alterações na estrutura da vegetação ocorrem em decorrência do estresse fisiológico provocado por mudanças diretas e indiretas no ambiente, principalmente as relacionadas com características do meio físico (abióticas), tais como alterações em luminosidade, temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, ventilação e, no caso da proximidade com reservatórios, de mudanças no nível do lençol freático adjacente às áreas alagadas. As alterações ambientais acarretam respostas da comunidade vegetal, que se revelam por meio de mudanças na dinâmica sucessional até que, por fim, a estrutura da vegetação alcance um novo equilíbrio ambiental. Entre as mudanças na dinâmica e estrutura da comunidade vegetal remanescente, são frequentes as alterações nas taxas de mortalidade e de regeneração da comunidade, principalmente nos ambientes mais expostos e próximos às bordas.

A execução do programa de acompanhamento de supressão da vegetação é de vital importância para impedir a ocorrência, mitigar e compensar os impactos negativos, bem como otimizar os impactos positivos, O acompanhamento das modificações ambientais resultantes de empreendimentos da natureza do projeto em questão, principalmente no Brasil, é de extrema importância, uma vez que, da compreensão dos processos que ocorrerão, depende, idealmente, o delineamento de outras construções previstas para o futuro.

9.1.3.9.5.2 Justificativa

A conservação do patrimônio genético da flora encontrada nas áreas que foram alvo de supressão vegetal justifica a execução do presente programa ambiental.

9.1.3.9.5.3 Objetivos

9.1.3.9.5.3.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste programa é a correta realização da supressão nas áreas do empreendimento, permitindo a manutenção genética da flora local como medida para recuperação das áreas degradadas.

9.1.3.9.5.3.2 Objetivos Específicos

O presente programa tem como objetivos:

- Manutenção da diversidade genética da flora local através de ações de resgate e salvamento de sementes;
- Realocação de epífitas e Xaxins das áreas de supressão vegetal;

- Formação de um banco de sementes visando à propagação de mudas florestais nativas a serem utilizadas na recuperação ambiental das áreas degradadas do empreendimento e na região como um todo.

9.1.3.9.5.4 Metas

Dentro do escopo do presente programa ambiental prevê-se:

- Realização da coleta de sementes das espécies arbóreas encontradas localmente, que serão utilizadas na produção de mudas nativas a serem utilizadas na recomposição de áreas degradadas pela obra; realização de coleta e realocação / transplante de epífitas existentes nos exemplares arbóreos que serão suprimidos; e execução coleta e realocação/transplante de Xaxins eventualmente encontrados nas áreas de supressão vegetal.

9.1.3.9.5.5 Metodologias

9.1.3.9.5.5.1 Levantamento de Dados

9.1.3.9.5.5.1.1 Levantamento de Dados Não-Primários

As informações sobre as biotas serão obtidas de diversas fontes como: levantamento bibliográfico, estudo de coleções biológicas, entrevistas e, principalmente, viagens de campo. Será levantada a maior gama possível de dados bióticos e abióticos de cada espécie e/ou populações dos grupos botânicos e zoológicos do (incluindo aquelas introduzidas), tais como: histórico taxonômico da espécie, classificação da espécie, procedência da espécie (endêmica, exótica, alóctone, etc.), status de conservação, relações filogenéticas, distribuição geográfica, dados ecológicos (hábitat, micro-habitat, dieta alimentar, inter-relações com outros organismos e com dados abióticos, informações sobre reprodução, etc.), documentação fotográfica (da espécie e do ambiente), etc.

9.1.3.9.5.5.1.2 Levantamento de Dados Primários

Atividades de Campo Deverão ser realizadas coletas de caráter qualitativo e quantitativo de todos os grupos biológicos envolvidos, bem como observações de campo. Serão realizadas diversas viagens de campo ao longo de seis anos, cuja periodicidade, objetivos e metodologia de coleta, estão descritos em cada Subprograma. Essas campanhas iniciarão antes da construção e terminarão depois da implementação dos canais e operação do empreendimento. Para acompanhar o sucesso dos levantamentos será calculada a curva do coletor, relacionando o número de espécies acumuladas com o número de visitas realizadas ao campo.

Os locais de amostragem foram definidos, levando-se em conta a conjunção de vários fatores, porém, não necessariamente atendendo a todos eles concomitantemente: áreas cujas biotas estão potencialmente sujeitas a impactos diretos produzidos pelo projeto; abrangência geográfica; diversidade elevada e bom estado de conservação do ambiente.

Os locais dos pontos de monitoramento serão selecionados dentro das características fitofisionomias de cada Unidade Amostral. Para o monitoramento de flora serão montadas parcelas controle nos pontos localizados por vários locais de instalação do empreendimento.

9.1.3.9.5.5.2 Público Alvo

O público alvo a ser beneficiado com a implantação destas medidas é constituído por toda a comunidade local e regional, que terá assegurada a manutenção da diversidade florística local.

9.1.3.9.5.5.3 Desmatamento

A seguir são expostos procedimentos gerais de supressão vegetal, que deverão ser seguidos rigorosamente visando ordenar os trabalhos de remoção da cobertura vegetal com o menor impacto ambiental possível.

9.1.3.9.5.5.3.1 Limpeza da Área de Sub-Bosque

A limpeza prévia da área de sub-bosque é de fundamental importância para a manutenção de elevados padrões de segurança dos operários responsáveis pela supressão vegetal. A mesma consiste na retirada da vegetação de menor diâmetro do sub-bosque das áreas florestadas (árvores e arvoretas com DAP < 15 cm), podendo ser realizada mediante a utilização de foices, roçadeiras costais ou mesmo motosserras.



Figura 9.294: Área de sub-bosque a ser suprimida previamente à supressão dos exemplares arbóreos de maior porte.

9.1.3.9.5.5.3.2 Derrubada dos Exemplares Arbóreos de Maior Porte

Tal procedimento é também conhecido como abate, e consiste na ação de corte do exemplar arbóreo próximo à superfície do solo, ou seja, o mais rente ao chão possível. O processo de derrubada deve ser executado de forma a facilitar as ações posteriores, desta forma, para que o processo de empilhamento da madeira dê-se mais facilmente, sendo

recomendável a derrubada dos exemplares arbóreos na direção de queda correspondente à direção de arraste do fuste.

A operação de derrubada dos exemplares arbóreos deve ser realizada mediante a utilização de motosserras, e de acordo com as seguintes etapas:

- 1ª ETAPA: execução de limpeza na base do fuste (pé da árvore), desobstruindo o local de artefatos que possam dificultar o corte do exemplar arbóreo;
- 2ª ETAPA: execução de corte inclinado no fuste do lado da queda do exemplar arbóreo (abertura de boca);
- 3ª ETAPA: execução de corte plano no fuste do lado da queda do exemplar arbóreo (finalização da boca);
- 4ª ETAPA: execução do corte de abate no lado contrário ao de queda do exemplar arbóreo, sendo que tal corte deve ocorrer em porção imediatamente superior ao corte plano da boca, deixando-se um filete de ruptura no fuste.

É válido salientar que a abertura da boca no fuste da árvore deve ocorrer a aproximadamente 20 cm do solo, e já o corte plano deve ocorrer a uma altura máxima de 30 cm de solo. Tal medida visa o aproveitamento máximo do material lenhoso, bem como deixar a menor quantidade de fito massa possível na área de inundação do reservatório a ser posteriormente formado.

A figura a seguir apresenta uma ilustração esquemática dos procedimentos de derrubada de exemplares arbóreos:

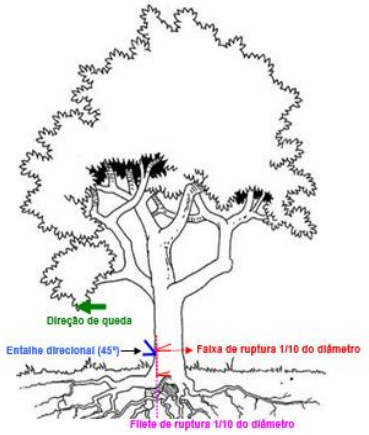


Figura 9.295: Ilustração dos procedimentos para derrubada de exemplares arbóreos.

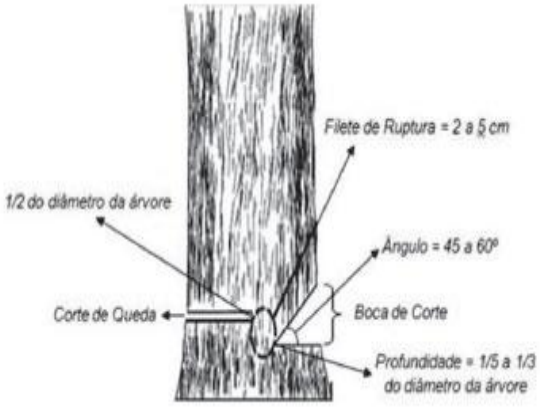


Figura 9.296: Detalhe de processo de derrubada de exemplares arbóreos.

9.1.3.9.5.5.3.3 Desgalhamento dos Exemplares Arbóreos

O desgalha mento consiste no procedimento de retirada dos galhos da árvore abatida, devendo ser realizada com a utilização de motosserras. É válido salientar que os procedimentos de desgalha mento consistem na mais perigosa das operações em atividades florestais, infelizmente resultando em frequentes acidentes de trabalho.

Para execução dos serviços deve-se atentar-se para o diâmetro e comprimento do galho a ser cortado, adequando o método de trabalho utilizado em cada situação específica, de modo a reduzir a possibilidade de acidentes.

O operador de motosserra deve iniciar o desgalha mento pela base do exemplar arbóreo e seguir em direção à copa, cortando sempre os galhos mais próximos de si. Durante o desgalha mento, é de fundamental importância, haja vista a necessidade de manutenção de elevados padrões de segurança, que o operador se posicione sempre do lado oposto ao do corte (sabre) e utilizando-se de todos os EPIs necessários e recomendados.

9.1.3.9.5.5.3.4 Destopamento dos Exemplares Arbóreos

O destopamento consiste na retirada da copa da árvore, sendo que tal procedimento normalmente é realizado onde a copa possui de 3 a 5 cm de diâmetro. O destopamento geralmente é executado em conjunto com a atividade de traçamento.

Ainda é válido salientar que o destopamento deve ocorrer de modo a minimizar as perdas de material lenhoso, possibilitando ainda o máximo aproveitamento dos recursos florestais suprimidos. A figura a seguir apresenta a maneira correta de realizar-se o destopamento:

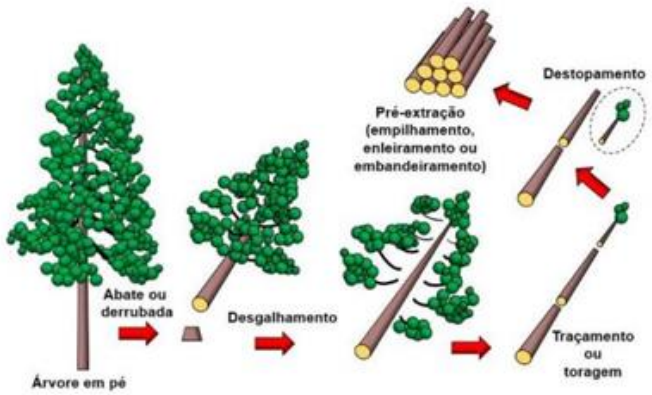


Figura 9.297: Etapas do corte.

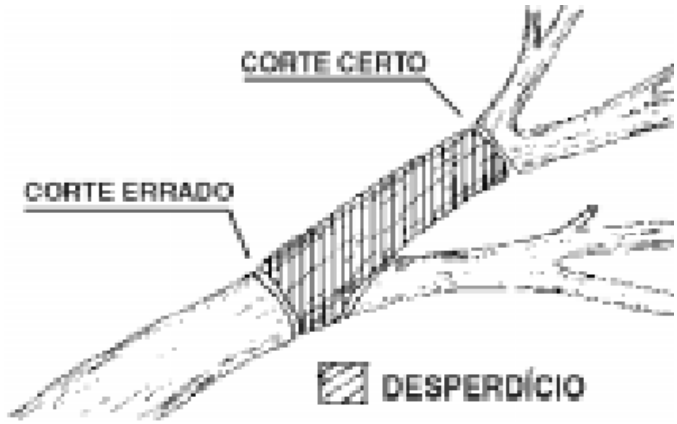


Figura 9.298: Técnica correta de destocamento.

9.1.3.9.5.5.3.5 Medição do Fuste dos Exemplares Arbóreos

Tal operação consiste em medir o tronco (fuste), para que posteriormente este seja traçado em torrentes conforme a especificação de utilização da madeira. A medição poderá ser realizada mediante utilização de trena, fita métrica, ou haste de madeira pré-marcada. Geralmente quando a madeira é utilizada com 1 m de comprimento (uso energético – queima), a medição não é realizada, sendo que o operador de motosserra traça a madeira empiricamente.

9.1.3.9.5.5.3.6 Traçamento do Fuste dos Exemplares Arbóreos

O traçamento, também conhecido como toragem, consiste em seccionar o tronco da árvore com auxílio de motosserra, devendo ser iniciado pela base do exemplar arbóreo e estendendo-se até as proximidades do topo.

Tanto a medição quanto o traçamento serão realizados de acordo com a destinação do material lenhoso, que poderá ser:

- Uso energético (queima) – o traçamento dar-se-á de metro a metro;
- Confecção de palanques e mourões de cerca – o traçamento dar-se-á a cada 2 m;
- Beneficiamento em serrarias (confecção de tábuas) – traçamento variável.

A definição da utilização do material lenhoso para as distintas finalidades possíveis ficará a cargo do empreendedor, que deverá orientar a equipe de trabalho para tal segregação da madeira conforme suas potencialidades de uso.

9.1.3.9.5.5.3.7 Armazenamento do Material Lenhoso (Empilhamento)

O armazenamento do material lenhoso (empilhamento) tem a função de evitar danos provocados pela umidade (e: apodrecimento prematuro) e promover a secagem da lenha e toras. Além disso, o armazenamento visa ainda facilitar a medição da matéria prima vegetal suprimida, bem como o posterior carregamento do material lenhoso.

Os pátios de estocagem do material lenhoso deverão estar localizados em locais secos e de fácil acesso, preferencialmente em área específica locada dentro do canteiro de obras, ou ainda na área de inundação do futuro reservatório. Em hipótese alguma a futura área de preservação permanente (APP) do reservatório deverá ser utilizada como pátio de depósito de material lenhoso, mesmo que temporário, visto que tal ação poderia interferir no processo de recuperação das funções ecológicas de tais locais.

A área do pátio de armazenamento poderá ser subdividida em três locais distintos, conforme descrito a seguir:

- Área destinada à lenha (uso energético);
- Área destinada à palanques e mourões de cerca;
- Área destinada às toras (a serem beneficiadas em serrarias).

O armazenamento da lenha deverá ser efetuado através de pilhas com comprimento variável, porém com altura máxima padrão de empilhamento de 2 m. No início de cada pilha serão fixados lado a lado dois palanques com altura máxima total de 2,5 m (enterrados 0,5 m no solo), e um distanciamento entre si de 0,6 m. Cada palanque deverá conter ainda uma escora individual. A figura a seguir apresenta o modelo de empilhamento proposto:



Figura 9.299: Modelo proposto para o empilhamento de lenha.



Figura 9.300: Detalhe do modelo proposto para o empilhamento de lenha.

Por sua vez, o armazenamento de palanques e mourões de cerca (com aproximadamente 2 m de comprimento cada), também deverá ocorrer em pilhas com comprimento variável, porém com altura máxima padrão de empilhamento de 1,5 m. No início de cada pilha serão fixados lado a lado dois palanques com altura de 2 m (enterrados 0,5 m no solo), e um distanciamento entre si de 1,4 m. Cada palanque deverá conter ainda uma escora individual. A figura a seguir apresenta o modelo de empilhamento proposto:



Figura 9.301: Modelo proposto para o empilhamento de palanques.

Já o armazenamento de toras (a serem posteriormente beneficiadas em serrarias) deverá ocorrer em local de maior disponibilidade de espaço no pátio de armazenamento. Os fustes deverão ser dispostos paralelamente uns aos outros, dando-se preferência pelo agrupamento de fustes pertencentes à mesma espécie, facilitando o posterior processo de mensuração da madeira. Preferencialmente não deverá ocorrer a sobreposição de troncos,

o que dificulta os procedimentos de identificação taxonômica e mensuração do material lenhoso suprimido.

9.1.3.9.5.5.3.8 Relatório Fotográfico

As áreas de armazenamento de material lenhoso deverão ser registradas fotograficamente a fim de comprovação junto ao órgão ambiental e demais interessados.



Figura 9.302: Exemplo de pátio de disposição de toras (à frente) e empilhamento de lenha (ao fundo).

9.1.3.9.5.5.3.9 Carregamento e Transporte Final

As operações de carregamento poderão ser realizadas tanto manualmente (lenha e palanques), como mecanicamente através da utilização de máquinas carregadoras (toras).

Geralmente existem duas etapas de carregamento do material lenhoso em áreas de supressão vegetal, sendo que a 1ª delas destina-se a retirar a madeira do local de supressão e encaminhá-la aos pátios de depósito e armazenamento, e já a 2ª etapa compreende a destinação do material lenhoso para o consumidor final dos produtos florestais.

É válido salientar que o transporte da madeira para o consumidor final em áreas externas ao canteiro de obras dos empreendimentos somente poderá ocorrer após a obtenção do DOF – Documento de Origem Florestal. O DOF, instituído pela Portaria MMA nº 253 de 18/08/2006 constitui-se licença obrigatória para o controle do transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa.

9.1.3.9.5.5.3.10 Destinação de Material de Supressão sem Aproveitamento Comercial (galhada)

O material proveniente dos procedimentos de supressão vegetal sem aproveitamento comercial, consistindo basicamente em (galhos finos, folhas, copadas, etc.) deverá ser disposto em áreas identificadas como de bota-espera, localizadas fora da área de

inundação do empreendimento, em local apropriado nas imediações das áreas alvo a serem recuperadas posteriormente através da execução do PRAD – Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas no canteiro de obras.

Tal material deverá ficar armazenado juntamente com o solo vegetal proveniente da decapagem na área de execução da obra, por um período mínimo de 06 meses, para que ocorra gradualmente a decomposição e o composto formado possa ser utilizado como adubo orgânico nas áreas objeto de recuperação ambiental. Complementarmente, a serapilheira e a camada superficial de solo das áreas de supressão vegetal poderão ser transpostas para as áreas em recuperação ambiental na futura APP do reservatório, levando consigo o banco de sementes existente e contribuindo para a dinâmica dos processos ecológicos locais.

Havendo excesso deste material, considerando as pequenas dimensões do reservatório e consequentemente pequena Área de Preservação Permanente com necessidade de plantio florestal, este poderá ser enterrado em cavas fora da área a ser alagada conforme ilustrações a seguir:

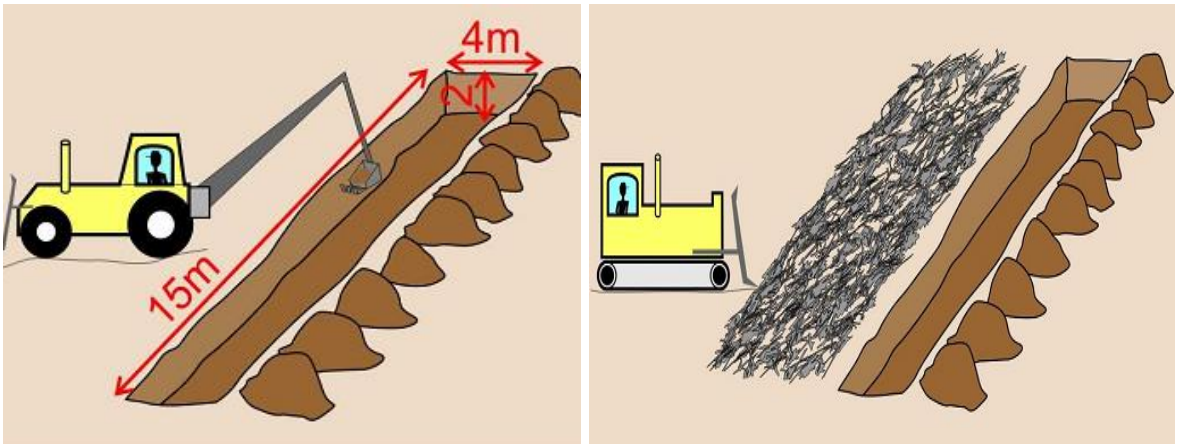


Figura 9.303: Esquema de cavas para aterro da galhada.



Figura 9.304: Enterramento dos resíduos já secos.

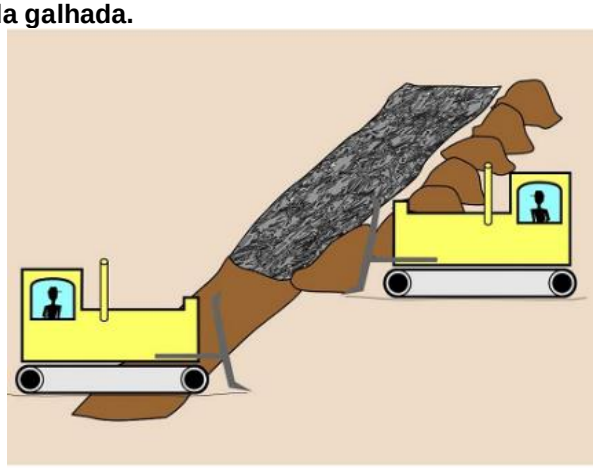


Figura 9.305: Compactação com terra sobre os resíduos.

Em hipótese alguma será admitida a queima do material proveniente da supressão florestal sob efeito de se incorrer em crime ambiental conforme Lei nº 9.605/98.

9.1.3.9.5.5.3.11 Armazenamento e Destinação do Material Lenho da Supressão

O material oriundo da supressão deverá ser classificado entre galharias, lenha e toras, ainda em momento de acompanhamento de supressão, possibilitando a medição dos materiais afim de acompanhamento dos volumes:

- Os materiais de galharias serão acondicionados em área de bota-espera, e ao fim dos processos construtivos utilizados em Áreas de Recuperação por Degradação, devendo sua utilização serem orientadas por programa de recuperação de áreas degradadas, constituindo-se de técnicas de nucleação;
- O material lenhoso deverá ser disposto e organizado em pilhas junto ao canteiro de obras, de modo a possibilitar o processo de medição e cubagem de volumes, após baixa dos valores volumétricos indica-se que sejam feitas doações a população próxima, estabelecendo volume máximo por pessoa e comprovado por meio de declaração de doação, sem custos;
- O material de tora, poderá ser utilizado pelos proprietários das terras atingidas, não havendo a necessidade de transporte em estradas e orientando o desdobro e utilização dentro da própria propriedade, sem venda de material pela sua parte. O empreendimento poderá realizar a venda do material, desde que obtenha a emissão do DOF-Documento de Origem Florestal.

A comprovação da destinação do material de origem de supressão deverá ser comprovada ao órgão ambiental estadual, de maneira condicionada em Programa de Monitoramento Ambiental específico, orientada em licença ambiental.

9.1.3.9.5.5.4 Ações Previstas

- Contratação de consultoria ambiental especializada;
- Formalização de convênio entre o empreendedor e viveiro de mudas ou universidade, visando a recepção das sementes coletadas, produção e fornecimento das mudas produzidas;
- Realização de coleta de sementes;
- Produção de mudas florestais em viveiro;
- Doação de sementes e/ou mudas em ações de educação ambiental;
- Execução de resgate e salvamento de epífitas;
- Plantio das mudas florestais produzidas em áreas degradadas;
- Execução de doação institucional de mudas de espécies ameaçadas de extinção, visando compensar sua supressão;
- Realocação de Xaxins das áreas de supressão vegetal.

9.1.3.9.5.5.5 Recursos Materiais e Humanos

Os recursos utilizados para este programa podem ser descritos por:

- Mão-de-obra especializada;
- Destacar um representante, com habilitação técnica;
- Gerência, com controle de cada atividade realizada no empreendimento;
- Materiais e equipamentos necessários;
- Tecnologia e informação.

9.1.3.9.5.5.6 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

- Lei n. º 4.771/65, de 09/65 Institui o Código Florestal (alterada pelas Leis 5.106/66, 5.868/72, 5.870/73, 7.803/89 e 7.875/89 e pela Medida Provisória 1.605/97 e reedições; regulamentada pelos Decretos 97.628/89, 1.282/94 e 2.661/98; v. Leis 8.171/91, 9.437/97 e 9.605/98 e Decretos 1.922/96, 2.119/97 e 2.788/98);
- Resolução CONAMA n. º 001/86, de 23/01/86. Define impacto ambiental e estabelece critérios básicas e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (alterada pelas Resoluções CONAMA 011/86 e 237/97; v. Resolução CONAMA 005/87);
- Lei n. º 7.754/89, de 14/04/89. Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios;
- Instrução Normativa IBAMA n. º 01/91, de 09/01/91. Regulamenta a exploração de vegetação caracterizada como pioneira, capoeirinha, capoeira, floresta descaracterizada e floresta secundária e proíbe a exploração em floresta primária;
- Resolução CONAMA n. º 237/97, de 19/12/97. Regulamenta as necessidades de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento como instrumento de gestão ambiental e desenvolvimento sustentável e melhorias contínuas, dentre outras.

9.1.3.9.5.6 Resultados Esperados

A execução da supressão de forma a evitar o corte não autorizado e de forma irregular, a fim de minimizar o impacto do empreendimento, além de promover melhores condições de segurança para as equipes envolvidas, além da possibilidade de mensurar toda a flora nativa suprimida.

9.1.3.9.5.7 Indicadores de Sucesso

- Área a ser suprimida;
- Área a ser recuperada e número de mudas utilizadas;
- Número de espécies raras e endêmicas;
- Número de espécies resgatadas.

9.1.3.9.5.8 Inter-Relação com outros Planos e Programa

Este programa tem relação direta com os seguintes programas:

- Programa de comunicação social;
- Programa de educação ambiental;
- Programa de recuperação de áreas degradadas;
- Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
- Programa de resgate da flora e germoplasma;
- Programa de monitoramento da qualidade da água.

9.1.3.9.5.9 Etapa do Empreendimento

Este programa deve ser realizado antes e durante da construção do empreendimento, sempre cuidando para que haja a manutenção da genética local.

9.1.3.9.5.10 Responsáveis pela Implantação do Programa

Serão considerados responsáveis pela implementação e execução das instruções deste programa, todos os gerentes, chefes de obras e encarregados, bem como o coordenador do empreendimento.

9.1.3.9.5.11 Sistemas de Registros

Os registros devem ser feitos em forma de material físico ou digital, tanto sendo realizados pelo empreendedor, tanto pelas contratadas e subcontratadas, bem como pela empresa responsável pelo monitoramento ambiental, para que posteriormente seja possível analisar os problemas e posteriormente saná-los.

A responsabilidade pela implantação das ações previstas no programa é do empreendedor.

A responsabilidade técnica do presente programa deverá ser de profissional da área da Engenharia Florestal, Engenharia Agronômica ou Biologia, auxiliado por demais técnicos da área ambiental.

9.1.3.9.6 Programa de Compensação Ambiental

Para realizar a compensação ambiental referente a intervenção na área do empreendimento, será baseada no disposto na Lei 11.428 de Dezembro de 2006, em seu artigo 17 estabelece os critérios para definição de área a ser compensada e sua localização.

Levando em consideração tais fatos, o programa de compensação ambiental se dará início com a confirmação da instalação do empreendimento, onde será feita prospecção de áreas relevantes para conservação para estar realizando a compensação ambiental.

9.1.4 Referências

9.1.4.1 Referências da Fauna

AGOSTINHO, A. A. *et al*. **Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-redes em reservatórios do Rio Iguaçu**. 2018.

AGOSTINHO, A. A. *et al*. **Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging**. *In*: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA. M. (Ed.). Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos: International Institute of Ecology – IEE; AH Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, p. 227-265. 1999.

ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Um método rápido y simples para evaluar La calidad biológica de lãs águas corrientes basado em el de Hellawell (1978). Limnética. **Asociación Española de Limnologia**, Madrid, Spain. v. 4., p. 51 -56, 1988.

ALLAN, J. D., **Stream ecology**. Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388 pp., 1995.

ALMEIDA L. M.; COSTA, C. S. R.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Holos Editora: Ribeirão Preto, SP, 78 pp., 1998.

ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. **Water Research**, v. 17, n. 3, p. 333-347, 1983.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNÁNDES, O. M.; IZZO, T.; SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. **Guia para gêneros de formigas no Brasil**. 1 ed. Manaus: INPA, 388 pp., 2015.

BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C. S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A. G.; DEBONA, T.; FRANA, V. A. **Peixes do baixo Rio Iguaçu**. Maringá: Eduem, 2012.

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F. P. G.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; MILLÉO, J.; and SCHÜHLI, G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do Rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 101, n.1-2, p. 15- 23, 2011.

BARRETT, S. C. H.; KOHN, J. R. **Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation**. *In*: FALK, D. A.; HOLSINGER, K. E. (Ed) Genetics and conservation of rare plants. Oxford: Oxford University Press, p.3-30., 1991.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

BENETTI, C. J R.; CUETO, J. A. Fauna composition of water beetles (Coleoptera: Adephaga) in seven water environments in the municipality of Gramado, RS, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, p. 1-10, 2004.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 283-293, 2007.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2b, p. 611-622, 2006.

BOND-BUCKUP. G.; BUCKUP, L. A família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). **Arquivos de Zoologia**, v. 32, n. 4, 159-346, 1994.

BOND-BUCKUP, G. **Família Aeglidae**. *In*: MELO, G. A. S. Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. São Paulo: Editora Loyola, p. 21-116, 2003.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M. Bottom fauna using a solution of sodium chloride. **Verhanlungen für Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie,** v. 26, p. 2358-2359, 1998.

BRYCE, S. A.; G. A. LOMNICKY; P. R. KAUFMANN. Protecting sediment-sensitive species in mountain streams through the application of biologically based streambed criteria. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 29, p. 657-672, 2010.

BUTIGNOL, C. A. Observações sobre a bionomia da vespa predadora *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) em Florianópolis/SC. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.19, p. 201- 206, 1992.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F.; MORENO, P. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. Projeto Manuelzão, Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; GONÇALVES, Jr. J. F.; LEAL, J. J. F.; ESTEVES, F. A. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 1, p. 77-84, 2002.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde dos Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. N.; D'AVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.

CARVALHO, F. G. D.; PINTO, N. S.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. M. B. D.; JUEN, L. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 1. p. 10-18, 2013.

CHAO, A. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 11, n. 4, p. 265-270, 1984.

CHAO, A. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catch ability. **Biometrics**, v. 43, n. 4, p. 783-791, 1987.

CHAO, A.; COLWELL, R. K.; LIN, C. W.; GOTELLI, N. J. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. **Ecology**, v. 90, n. 4, p. 1125-1133, 2009.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Primer**: Getting started with v6. Plymouth routines in multivariate ecological research, 2005.

COLWELL, R.; CODDINGTON, J. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, Series B, v. 345, p. 101-118, 1994.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from simples, version 8.0. http://purl. oclc. org/estimates, 2006.

COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85, n. 10, p. 2717-2727, 2004.

CORBET, P. S. **A biology of dragonflies Faringdon**. Classey Publishers, 47 pp, 1983.

CORBET, P. S. **Dragonflies: behavior and ecology**. New York: Cornell University Press, 829 pp., 1999.

CORDOVA; F. D. **Revisão da Ictiofauna da Bacia do Rio Iguaçu**: reconhecendo a situação atual. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Fronteira Sul, 85 pp., 2018.

COSTA, C.; VANIN, S. A.; CASARI-CHEN, S. A., **Larvas de Coleoptera do Brasil. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 282 pp., 1988.

COSTA, F. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 7, n. 1, 2018.

COSTA, J. M.; IRINEU DE SOUZA, L. O.; OLDRINI, B. B. Chave para Famílias e Gêneros das larvas de Odonata citadas para o Brasil: comentários e registros bibliográficos. **Publ. Avul. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, n. 99, p.1-44, jan. 2004.

CUMMINS, K. W. Trophic relations of aquatic insects. **Annual Review of Entomology**, v. 18, p.183-206, 1973.

CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. Feeding ecology of stream invertebrates. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 10, p. 147-172, 1979.

CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; ANDRADE, P. C. N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69–89, 2005.

CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; BERG, M. B. **Ecology and distribution of aquatic insects**. *In*: MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. (eds). An introduction to the aquatic insects of North America. Duduque, Kendall/Hunt Publishing Company, p.105-122, 2008.

CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W. **Ecology and distribution of aquatic insects**. *In*: MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Kendall/Hunt, cap. 6, p. 74-86, 1996.

CZERNIAWSKA-KUSZA, I. Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment. **Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters**, v. 35, n. 3, p.169-176, 2005.

DA SILVA, P. S.; MIRANDA, L. E.; MAKRAKIS, S.; DE ASSUMPÇÃO, L.; DIAS, J. H. P.; MAKRAKIS, M. C. Tributaries as biodiversity preserves: An ichthyoplankton perspective

from the severely impounded Upper Paraná River. **Aquatic Conservation**: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 29, n. 2, p. 258-269, 2019.

DE LAENDER, F.; ROHR, J. R.; ASHAUER, R. et al. Reintroducing Environmental Change Drivers in Biodiversity-Ecosystem Functioning Research. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 31, n. 12, p. 905-915, 2016.

DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. **Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología**. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo, 654 pp., 2009.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. **An Introduction to the Bootstrap**. CRC press, 1993.

ELLSTRAND, N. C.; ELLAN, D. R. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 245, p. 217-42, 1993.

ESTEVES, F. A.; LEAL, J. J. F.; CALLISTO, M. **Comunidade bentônica**. *In*: ESTEVES, F. A. (Ed.). Fundamentos de limnologia. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 790 pp., 2011.

EVERITT, B. S.; LANDAU, S.; LEESE, M.; STAHL, D. **Cluster Analysis**. Wiley Series in Probability and Statistics, 2011.

FAIRCHILD, G. W.; FAULDS, A. M.; MATTA, J. F. Beetle assemblages in ponds: effects of habitat e site age. **Freshwater Biology**. v. 44, n. 3, p. 523-534, 2000.

FAVRETTO, A. M.; ONGHERO-JR, O. Vertebrados terrestres do médio e do alto Rio Chapecó, Santa Catarina, Brasil: diagnóstico e conservação. **Acta Biológica Catarinense**, v. 10, n. 1, p. 17-38, 2023.

FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade de Água**: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biológica. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2007.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 2003.

FLECK, D. M.; CANTARELLI, E. B.; GRANZOTTO, F. Registro de novas espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 491-499, 2015.

FORMAN, R. T. T. Corridors in a landscape: their ecological structure na function. **Ecology**, v. 2, p. 375-387, 1983.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: J. Wiley & Sons, 619 pp., 1986.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2023), 2023. Disponível em: <https://fishbase.mnhn.fr/search.php>. Acessado em: 14/09/2023.

FOWLER, H. G. L. *et al*. **Ecologia Nutricional de formigas**. *In*: PAZZINI, A. R.; PARRA (Eds), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo, p. 131-209, 1991.

GAULD, I. D.; UGALDE-GOMEZ, J.; GODOY C. **Subfamily Banchinae**. *In*: The Ichneumonidae of Costa Rica *In*: GAULD, D. (ed.). Memoirs of the American Entomological Institute, v. 66, n. 263-746, 2002.

GOGOLA, T. M.; DAGA, V. S.; DA SILVA, P. R.; SANCHES, P. V.; GUBIANI, É. A.; BAUMGARTNER, G.; DELARIVA, R. L. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, p. 341-349, 2010.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecol. Lett**, v. 4, p. 379-391, 2001.

GOTELLI, N. J.; E COLWELL, R. K. **Estimating species richness**. *In*: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. (Eds.), Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford: Oxford University Press, p. 39-54, 2011.

GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim**: Null models software for ecology. Versão 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. 2001. http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm. (último acesso 17/03/2013).

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto Rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: Eduem, 241 pp., 2007.

GREATHEAD, D. J. **Parasitoids in classical biological control**. *In*.: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (Ed.). Insect Parasitoids. London: Academic Press, 1986.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. (Eds.). **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira**: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus. Editora do INPA, 2014.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: Palaeonthological statistics software package for education and data analysis. Version. 1.37, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 01.11.2010.

HIGUTI, J.; ZVIEJKOVSKI, L. P.; TAKAHASHI, M. A.; DIAS, V. G. **Chironomidae indicadora do Estado Trófico em Reservatórios**. *In*: Biocenose em reservatório: padrões espaciais e temporais. São Carlos: Rima, p. 137-143, 2005.

HILL, M. O. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, p. 427-432, 1973.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Harvard University Press, Cambridge, 1990.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. **Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**, v. 37, p. 547-579, 1901.

JÄCH, M. A. A**nnotated check list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world (Coleoptera)**. *In* JÄCH, M. A.; JI, L. (eds), Water Beetles of China, Vol.II, 1998.

JOST, L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. **Ecology**, v. 88, n. 10, p. 2427-2439, 2007.

JUEN, L.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; SHIMANO, Y.; MENDES, T. P.; CABETTE, S. R. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótone Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amaz**., v. 44, n. 2, 2014.

JUNQUEIRA, V. M.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do Alto Rio das Velhas através de macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, p. 73-87, 2000.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J. **Finding Groups in Data**: An Introduction to Cluster Analysis. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, 1990.

LA SALLE, J.; GAULD I. D. Hymenoptera and Biodiversity. **C.A.B. International**. 348 pp., 1993.

LECCI, L. S.; FROEHLICH, C. G. **Plecoptera**. *In*: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. FROEHLICH, C.G. (org.), 2007. Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline.

LIMA, A. M. X. Riqueza de espécies e ameaças à conservação das aves do Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, sul do Brasil. **Ornithologia**, v. 8, n. 2, p. 46-64, 2015.

LIMA, S. C.; COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N. Esforço amostral na coleta de macroinvertebrados em igarapés de 2° ordem da Amazônia Central. XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA, Manaus, 2011.

LOYOLA, R. G. N. **Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade**. *In*: Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação, 5, 2000, Vitória (ES). Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. São Paulo: Publ. ACIESP, p. 46-52, 2000.

LORD, J. M.; NORTTON, D. A. Scale and the spatial concept of fragmentation. **Conservation Biology**, v. 4, p.197-202. 1990.

LUTINSKI, J. A.; BAUCKE, L.; FILTRO, M.; BUSATO, M. A.; KNAKIEWICZ, A. C.; GARCIA, F. R. M. Ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) in three wind farms in the State of Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 4, p. 1-9, 2017.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M.; LUTINSKI, C. J.; IOP, S. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, **Brasil. Ciênc. Rural**, v. 38, n. 7, p. 1810-1816, 2008.

LUTINSKI, J. A.; LUTINSKI, C. J., IOP, S.; GARCIA, F. R. M. Evaluation of an ant sampling protocol (Hymenoptera: Formicidae) in three modified environments located inside an austral Atlantic Forest area of Brazil. **Ecología Austral**, v. 23, p. 37-43, 2013.

MACKENZIE, D. I.; NICHOLS, J. D.; LACHMAN, G. B.; DROEGE, S.; ROYLE, J. A.; LANGTIMM, C. A. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248-2255, 2002.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: **Princeton University Press**. 179 pp., 1988.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. Aquatic macroinvertebrate community and limnological characteristics of 'Carioca' and 'da Barra' lakes, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 203-210, 1999.

MARTINS, R. T.; SILVEIRA, L. S.; ALVES, R. G. Colonization by Oligochaetas (Annelida: Clitellata) in decomposing leaves of Eichhornia azurea (SW.) Kunth (Pontederiaceae) in a neotropical lentic system. **Annales de Limnologie – International Journal of Limnology**, London, v. 47, p. 339-346, 2011.

MARTINS, M. F. O.; THOMAZINI, M. J.; BARETTA, D.; BROWN, G. G.; ROSA, M. G.; ZAGATTO, M. R. G.; SANTOS, A. NADOLNY, H, S.; CARDOSO, G. B. X.; NIVA, C. C.; BARTZ, M. L. C.; FEITOSA, R. M. Accessing the subterranean ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in native and modified subtropical landscapes in the Neotropics. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 1, 2020.

MELO, A. S.; PEREIRA, R. A. S.; SANTOS, A. J.; SHEPHERD, G. J.; MACHADO, G.; MEDEIROS, H. F.; SAWAYA, R. J. Comparing species richness among assemblages using sample units: why not use extrapolation methods to standardize different sample sizes? **Oikos**, v. 101, n. 2, p 398-410, 2003.

MELODY, K. J.; RICHARDSON, J. S. Riparian forest havesting and its influence on benthic communities of small streams of sub-boreal British Columbia. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 37, p.907-918, 2007.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introdution to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall/Hunt, 2rd ed., 722 pp., 1984.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall/Hunt, 3rd ed., 722 pp., 1996.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3, 1999.

METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Œcologica**, v. 18, p. 1-12, 1997.

METZGER, J. P.; BERNACCI, L. C.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments with different widths (SE Brazil). **Plant Ecology**, v. 133: p. 135-152, 1997.

MIRANDA, J. M. D.; RIOS, R. D. M.; PASSOS, F. C. Contribuição ao conhecimento dos mamíferos dos Campos de Palmas, Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 2, p. 97-103, 2008.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação dos Macroinvertebrados Aquáticos do Rio de Janeiro**. Technical Books, 174 pp., 2010.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, PR: EDUEM/Nupélia, 1a ed., 378 pp., 2001.

NOVOTNÝ, V.; BASSET, Y. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mistery of singletons. **Oikos**, v. 89, p. 564-572, 2000.

OLIVEIRA, M. A. S.; COSTA, H. C.; BORGES-NOJOSA, D. M.; SANTOS, E. M. Índices de riqueza, equitabilidade e diversidade na reserva biológica de Pedra Talhada, Estado de Alagoas, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016.

OPDAM, P. Teoria da metapopulação e fragmentação do habitat: uma revisão dos estudos de aves reprodutoras holárticas. **Ecologia da Paisagem**, v. 5, n. 2, p. 93-106, 1991.

PACHECO, J. F.; SILVEIRA, L. F.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E. A.; BENCKE, G. A.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; COHN-HAFT, M.; MAURICIO, G. N.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S. R.; LEES, A. C.; FIGUEIREDO, L. F. A.; CARRANO, E.; GUEDES, R. C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V. Q. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – segunda edição. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, 2021.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para família e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005.

PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; CESARI, E. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 90-298, 2015.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, n. 1, p. 131-144, 1966.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O. G. L.; HEEMANN, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 494-500, 2006.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 252 pp, 2000.

QUEIROZ, J. F.; MOURA E.; SILVA, M. S. G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade de água**. EMBRAPA Meio Ambiente. 91 pp. Jaguariúna, 2008.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. URL https://www.R-project.org/.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N.; ROSSANEIS, B. K. **Guia Ilustrado Mamíferos do Paraná - Brasil**. Pelotas: USEB, 220 pp. 2009.

RESH, V. H.; ROSENBERG, D. M. **The ecology of aquatic insects**. New York, Praeger Publishers, 1ª ed., 625 pp., 1984.

RIZZOTTO, A. M.; ROANI, A. H.; GUARDA, C.; GIOVENARDI, R.; LUTINSKI, J. A. Mirmecofauna em áreas de preservação permanente e plantios florestais no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1227-1240, 2019.

RODRIGUES, C. A.; ARAÚJO, M. S.; CABRAL, P. I. D.; LIMA, R.; BACCI, L.; OLIVEIRA, M. A. Comunidade de formigas arborícolas associadas ao pequizeiro (Caryocar brasiliense)

em fragmento do cerrado goiano. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 57, p. 39-44, 2008.

ROMERO, H.; JAFFE, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Savanna. **Biotropica**, v. 21, p. 348-352, 1989.

ROOT, R. B. The niche exploitation pattern of the blue–gray gnatcatcher. **Ecological Monographs**, v. 37, n. 4, p. 317-350, 1967.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 13, p. 29-38, 2001.

SANTOS-PEREIRA, M.; POMBAL JR., J. P.; ROCHA, C. F. D. Anuran amphibians in state of Paraná, southern Brazil. **Biota Neotrop**., v. 18, n. 3, 2018.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J. (eds), **Nature conservation 2**: The role of corridors. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, p. 133-142, 1991.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Family level key to aquatic Coleoptera (Insecta) of Sao Paulo State, Brazil. **Biota Neotrop**, v 11, n. 1, 2011.

SHANNON, C. E. A. Mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.

SHARKEY, M. J. **Family Braconidae**. *In*: GOULET, H.; HUBER, J. T. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Ottawa, p. 362-395, 1993.

SCHERER-NETO, P.; STRAUBE, F. C.; CARRANO, E.; URBEN-FILHO, A. **Lista de Aves do Paraná**. Curitiba, Pr: Hori Consultoria Ambiental, 130 pp., 2011.

SIGRIST, T. **Guia de campo Avis Brasilis**: Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis, 2009.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. **Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado**. Introducción a las hormigas de la región neotropical. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. p. 113-148, 2003.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, n. 688, 1949.

SOULÉ, M. E.; GILPIN, M. E. **The theory of wilslife corridor capability**. *In*: SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J. (Eds.). Nature Conservation 2: the role of corridors. Chipping Norton: Surrey Beatty & Sons, p. 3-8., 1991.

SPERB, P.; SPIES, M. R. **Levantamento de Coleópteros aquáticos em riachos do bioma Pampa, Rio Grande do Sul**. Anais do 7º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA: Salão de Pesquisa, v. 7, n. 2, 2015.

SPIES, M. R.; FROEHLICH, C. G. Inventory of caddisflies (Trichoptera: Insecta) of the Campos do Jordão State Park, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotrop**, v. 9, n. 4, 2009.

SUZUKI, H. I. *et al*. **Estratégias reprodutivas das assembléias de peixes de reservatórios do Estado do Paraná e bacias limítrofes**, 2018.

TAKEDA, A. M.; SOUZA-FRANCO, G. M.; MELO, S. M.; MONKOLSKI, A. **Invertebrados associados às macrófitas aquáticos de planície de inundação do alto Rio Paraná**

(Brasil). *In*: Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: Eduem, pp. 243-260, 2003.

TAVARES, A. A.; BISPO, P. C.; ZANZINI, A. C. Efeito do turno de coleta sobre comunidades de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de *Eucalyptus cloeziana* e de cerrado. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 126-130, 2008.

TAYLOR, P. D., FAHRIG, L., HENEIN, K., MERRIAM, G. A conectividade é um elemento vital da estrutura da paisagem. **Oikos**, v. 68, n. 3, pp. 571, 1993

TURNER, M. G. Landscapecology: the effect of pattern on process. Annu. **Rev. Ecol. Syst**, v. 20, p. 171-197, 1989.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; GESSNER, F. A.; CORREIA, L. C. S. **Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas das lagoas marginais da Estação Ecológica de Jataí**. *In* Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia. PPG-ERN, São Carlos, p.1189-1198, 1998.

ULYSSÉA, M. A.; CERETO, C. E.; ROSUMEK, F. B.; SILVA, R. R.; LOPES, B. C. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 4, p. 603–611, 2011.

URBAN, D. L.; SHUGART, H. H. Jr. **Avian demography in mosaic landscapes: modeling paradigm and preliminary**. *In*: VERNER, M. L.; MORRISSON, M. L.; RALPH, C. J. (Ed), Wildlife 2000: Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. Madison: The University of Wisconsin Press, p. 273-279, 1986.

VAMOSI, J. C.; VAMOSI, S. M. Body size, rarity, and phylogenetic community structure: insights from diving beetle assemblages of Alberta. **Diversity and Distributions**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2007.

VANNOTE, R. L.; MINSHAL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canandian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37: p. 130-137, 1980.

VARGAS, A. B.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; QUEIROZ, J. M.; SOUZA, G. O.; RAMOS. E. F. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, 2007.

VEIGA, J. B.; SANTOS, R. C.; LOPES, M. P. M.; SILVA, R. R.; SILVA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. S. Avaliação rápida da riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de floresta ombrófila na região de Alta Floresta, MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 13, n. 2, p. 12-18, 2015.

VINNERSTEN, T. Z. P.; LUNDSTRÖM, J. O.; PETERSSON, E.; LANDIN, J. Diving beetle assemblages of flooded wetlands in relation to time, wetland type and Btibased mosquito control. **Hydrobiologia**, v. 635, n. 1, p. 189-203, 2009.

WAHL, D. B. **Key to subfamilies of Holarctic and Neotropical Ichneumonidae**. Pp. 396-509 *in*: GOULET, H.; HUBER, J. T. eds. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada, Ottawa. 1993.

WESTPHAL, C.; BOMMARCO, R.; CARRÉ, G.; LAMBORN, E.; MORISON, N.; PETANIDOU, T.; POTTS, S. G.; ROBERTS, S. P. M.; RGYI, H. S.; TSCHEULIN, T.; VAISSIÈRE, B. E.; WOYCIECHOWSKI, M.; BIESMEIJER, J. C.; KUNIN, W. E.; SETTELE, J.; DEWENTER, I. S. Measuring Bee Diversity in Different European Habitats and Biogeographical Regions. **Ecological Monographs**, v. 78, n. 4, p. 653-671, 2008.

WILHM, J. L.; DORRIS, T. C. Biological Parameters for Water Quality Criteria. **BioScience**, v.18, n. 6, p. 477-481, 1968.

YOUNG, A; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Tree**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

ZANIBONI-FILHO, E.; MEURER, S.; SHIBATTA, O. A.; NUÑER, A. P. O. **Catálogo ilustrado de peixes do alto Rio Uruguai**. Florianópolis, EDUFSC/Tractebel Energia. 128 pp., 2004.

ZWICK, P. Key to the West Paleartic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. **Limnologica**, v. 34, p. 315-348, 2004.

9.1.4.2 Referências da Flora

ANDRADE, L. A.; LEITE, I. M.; TIBURTINO, U.; BRABOSA, M. R. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. Mata Atlântica e Floresta Ombrófila Mista. 2015. Disponível em: < http://amapadopassauna.blogspot.com.br/p/enderecos-eletronicos-relacionados.html> Acesso em 07.06.2017.

AUBREVILLE, A. **A floresta de pinho do Brasil**. Anais Brasileiros de Economia Florestal 2, p. 21-36, 1949.

BACKES, A. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS. Brasil. **Iheringia**, Série Botânica v. 56, p. 115-130, 2001.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul**: guia de identificação e interesse ecológico. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 332 pp., 2009.

BARBIERI, R. L. **Variedades crioulas de abóboras do Sul do Brasil**: um patrimônio genético e cultural da agricultura familiar. Diário da Manhã, 13 pp., 2004.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia**: bases para el estúdio de las comunidades vegetales. Madrid: Aum. Blume, 3 ed., 1979.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; DA CROCE, D. M.; LONGHI, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.

CARVALHO, J. O. P. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba: UFPR, 128 pp.,1982.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF, v. 1, 1039 pp., 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Paulo Ernani Ramalho Carvalho. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. Vol. 4, 644 pp., 2010.

CURTIS, J. T. **The Vegetation of Wisconsin** – An Ordination of Plant Community. University Wisconsin Press, Madison, 657 pp., 1959.

DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; QUEIROZ, F. L. C. Fator de forma artificial de *Pinus elliottii* Engelm para a região da serra do sudeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2001.

DRESCHER, R.; PELISSARI, A. L.; GAVA, F. H. Fator de forma artificial para povoamentos jovens de *Tectona grandis* em Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 191-197, 2010.

FELFILI, J. M.; RESENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 68, 2003.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. Oxford: Blackwell, 3.ed., 359 pp., 1983.

HAIRSTON, N. G. Species abundance and community organization. **Ecology**, Ythaca, v. 40, p. 403-416, 1959.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**: ecologia, composição e importância econômica. São Paulo: Ed. Polígono S.A. 466 pp., 1972.

KLEIN, R. M. **Importância sociológica das mirtáceas nas florestas riograndenses**. In: Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre - RS, p. 367-375, 1984.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro-brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, n. 12, p. 17-48, 1960.

KREBS, A. Levantamento fitossociológico da formação – mata do Morro do Coco, Viamão, RS, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 23, p. 65-108, 1978.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Rossdorf: República Federal da Alemanha: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit; 1990.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Vol. 1 e 2, ed. 6, 2014.

MAGURRAN, A. E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedrà, 200 pp., 1988.

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS** [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas**: plantando a semente de um mundo melhor. 2000. <http://www.ibot.sp.gov.br/curso_rad/apostila_final>, Acesso em :07/09/2009.

PÉLLICO-NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Edição Autores, 316 pp., 1997.

POMPÊO, M. **Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas em Reservatórios Tropicais Brasileiros**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 138 pp., 2017.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. 1ed. Corumbá, EMBRAPA, 2000.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de floresta inequiâneas heterogêneas**. Santa Maria: UFMS, 2000.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná,** Curitiba, PR, 139 pp., 1995.

SHANNON, C. E.; WIENER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

TRAUTENMÜLLER, J. W.; BALBINOT, R.; GONZATTO, G. L.; WATZLAWICK, L. F.; VENDRUSCOLO, R. Relação hipsométrica em floresta estacional decidual. **Enciclopédia Biosfera** – Centro Científico Conhecer, v. 10 n. 19, p. 1633-1641, 2014.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **IPEF**, v.12, n. 32, p. 25-42, 1998.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; VALÉRIO, A. F.; SILVESTRE, R. Caracterização da Composição Florística e Estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, no Município de General Carneiro (PR). **Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 1, n. 2, p. 229-237, 2005.

10 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO SOCIOECONÔMICO

10.1 MEIO SOCIOECONÔMICO

O Meio Socioeconômico que compõe o estudo da CGH Gentil Amigo fundamentou-se no Termo de Referência determinado para elaboração do Plano de Controle Ambiental – PCA voltado à empreendimentos hidrelétricos, TR2 – PCA do Instituto de Terra e Água – PR. O futuro empreendimento possui Potência Instalada de 1,0 MW e se localizará no Rio São Manuel, município de General Carneiro, Paraná.

Para a elaboração deste diagnóstico partiu-se inicialmente pela delimitação das áreas de influência do empreendimento, que consiste no conjunto das áreas que sofrerão impactos diretos e indiretos decorrentes das atividades de implantação e operação da CGH Gentil Amigo.

10.1.1 Delimitação das Áreas de Influência

Área de Influência Indireta (AII), caracteriza-se por abrangência mais regional definida neste caso, a partir do ponto de vista socioeconômico, ou seja, área que pode atingir a sociedade como um todo e não apenas o local de implantação do empreendimento. Neste contexto a área objeto da caracterização das variáveis susceptíveis de sofrer indiretamente os efeitos das ações referentes às fases de implantação e operação da CGH Gentil Amigo é o município de General Carneiro.

Já a Área de Influência Direta (AID), consiste na área limítrofe à área diretamente afetada (ADA), potencialmente apta a sofrer impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento. Para a CGH Gentil Amigo, considerou-se um raio de 500 metros do entorno do empreendimento, abrangendo a infraestrutura básica e a APP do reservatório.

Sobre a Área Diretamente Afetada (ADA), esta é a área onde as relações sociais, econômicas, aspectos culturais, serviços, entre outros, podem sofrer os impactos diretamente advindos da construção do empreendimento. Portanto, para a ADA da CGH Gentil Amigo determinou-se as propriedades ocupadas pela obra destinada à sua implantação.

O mapa representando as propriedades afetadas é apresentado na Figura 10.1 e Tabela 10.1, além de do mapa das áreas de influência na Figura 10.2.

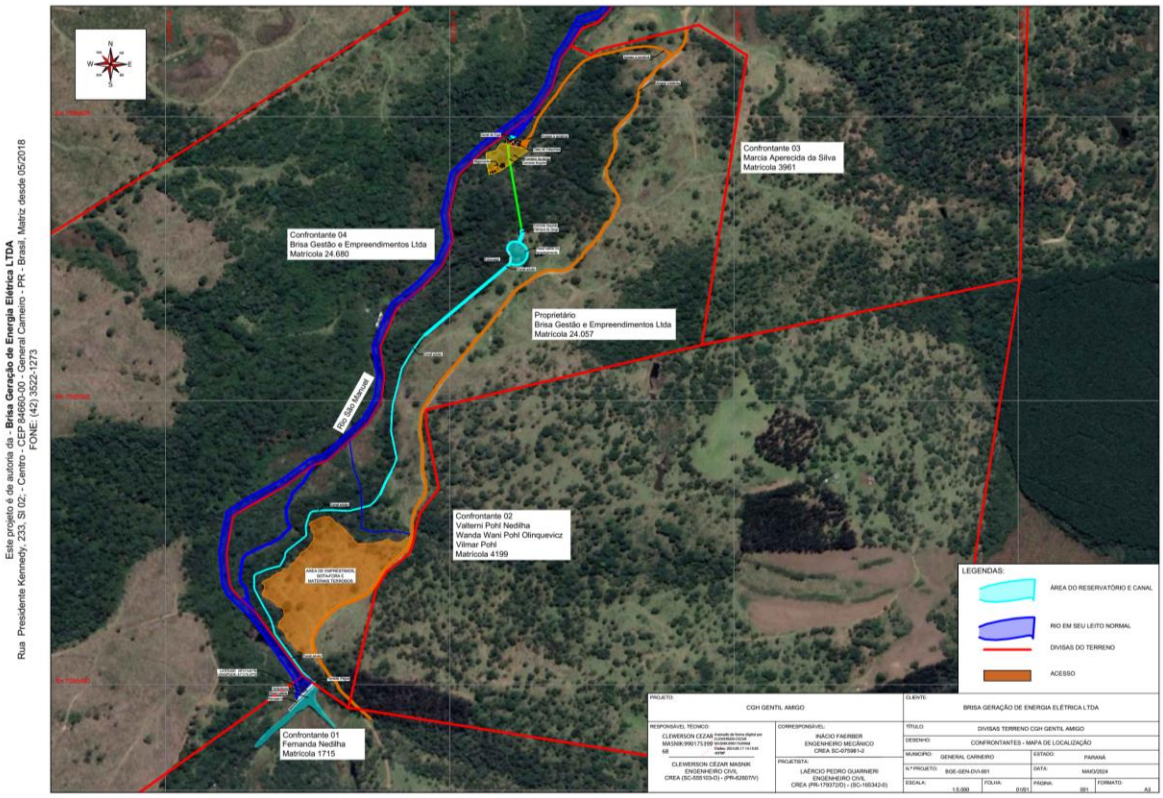


Figura 10.1: Mapa das áreas atingidas pelo empreendimento.

Tabela 10.1: Propriedades atingidas diretamente pelo empreendimento.

Confrontante	Proprietário	Matrícula
CGH Gentil Amigo	Brisa Geração e Empreendimentos LTDA	24.057
Confrontante 01	Fernanda Nedilha	1.715
Confrontante 02	Valterni Pohl Nedilha Wanda Wani Pohl Olinquevicz Vilmar Pohl	4.199
Confrontante 03	Marcia Aparecida da Silva	3.961
Confrontante 04	Brisa Geração e Empreendimentos LTDA	24.680

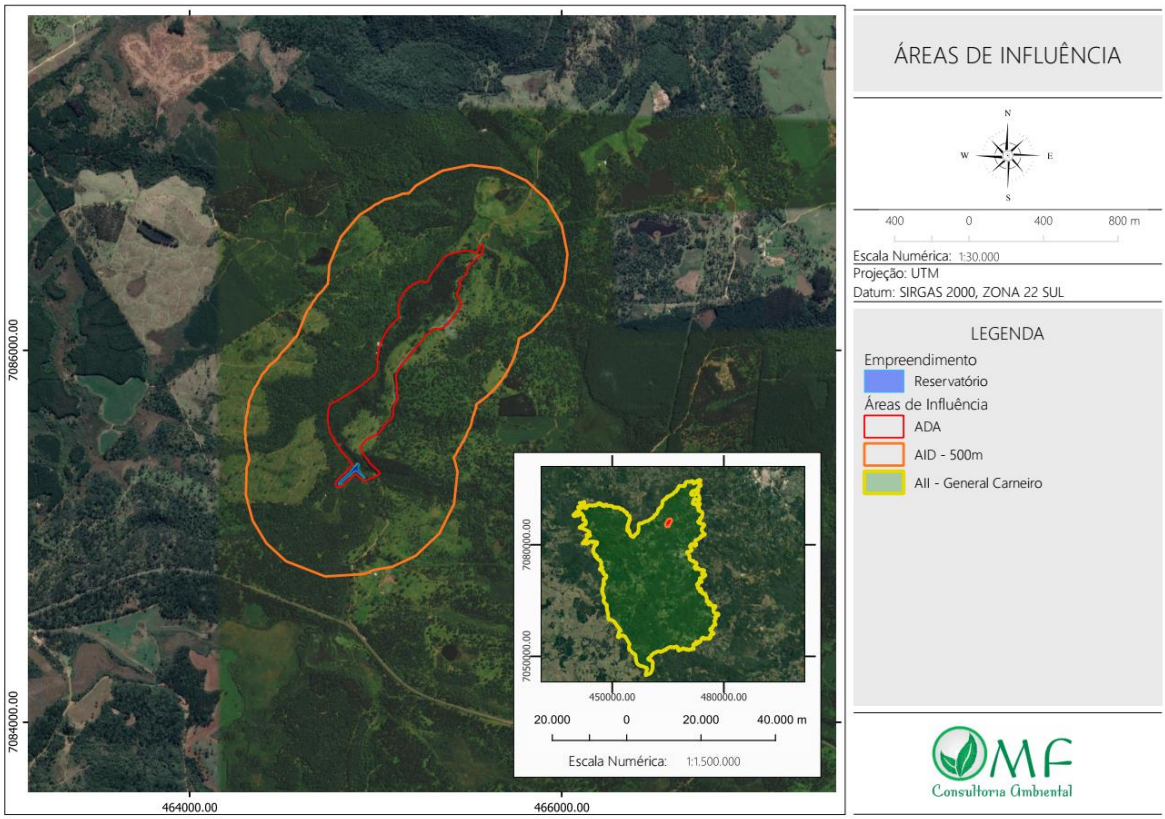


Figura 10.2: Delimitação das áreas de influência.

Dando sequência à elaboração do estudo serão apresentados também dados e informações tanto do município quanto da área na qual localiza-se o empreendimento. Para tanto seguiu-se as determinações do TR2 supracitado.

10.1.2 Método de Execução do Estudo

No que se refere ao município de General Carneiro (AII) estruturou-se o diagnóstico a partir de pesquisa bibliográfica e documental dos dados necessários, adquiridos a partir de mapas, trabalhos científicos, dados estatísticos de órgãos oficiais como IBGE, além de também utilizar dados e informações encontrados na Prefeitura Municipal.

Tem-se como objetivos neste item fornecer informações sobre o município em seu contexto regional, relacionando e analisando dados e informações como: caracterização geral de sua população e do território, organização e ações da sociedade civil, arqueologia e comunidades tradicionais, além de informar sobre investimentos e fontes de recursos do empreendimento direcionadas ao município.

Foi realizado ainda o levantamento de informações referentes aos dados primários da ADA, coletados diretamente com os proprietários dos terrenos nos quais se insere o empreendimento. O levantamento se deu em forma de entrevista com ênfase na aplicação de questionário estruturado.

O objetivo com a realização deste item foi identificar as características do ambiente no qual será instalado o futuro empreendimento e verificar a interferência do empreendimento nas

propriedades diretamente afetadas no que se refere a infraestrutura existente, atividades produtivas e culturais, entre outros temas. Além disso, também se perguntou a percepção do entrevistado sobre a implantação da CGH. Os dados adquiridos foram compilados e o resultado será apresentado em tabelas e gráficos e a devida interpretação no decorrer do texto. Vale ressaltar que nem todas as perguntas foram respondidas pelos entrevistados. No **Anexo 18 – Entrevistas** são apresentados os questionários realizados para este estudo.

10.1.3 Localização do Município de General Carneiro

O município de General Carneiro possui uma área de aproximadamente 1.071,183km² de extensão e localiza-se no extremo sul do Estado do Paraná, na microrregião de União da Vitória, a 274km de distância da capital paranaense. Situa-se a 983 metros de altitude e está sob as coordenadas geográficas descritas na Tabela 10.2. Os principais acessos ao município se dão pelas rodovias PR-170 e BR-153 que passam por seu território, além da rodovia PR-280, que se liga pelo entroncamento com a BR-153.

Tabela 10.2: Informações de localização do município de General Carneiro.

Altitude	Coordenadas Geográficas	Limites
983 metros	22J 468507.39 7076902.44	O município limita-se com Bituruna, Palmas, Porto Vitória, no PR, e com Porto União, Matos Costa, Calmon, Caçador e Água Doce, em SC.

A área destinada à implantação da CGH Gentil Amigo localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, a aproximadamente 14km de distância da Sede do município. No mapa a seguir pode-se observar a espacialização do empreendimento em relação ao município de General Carneiro.

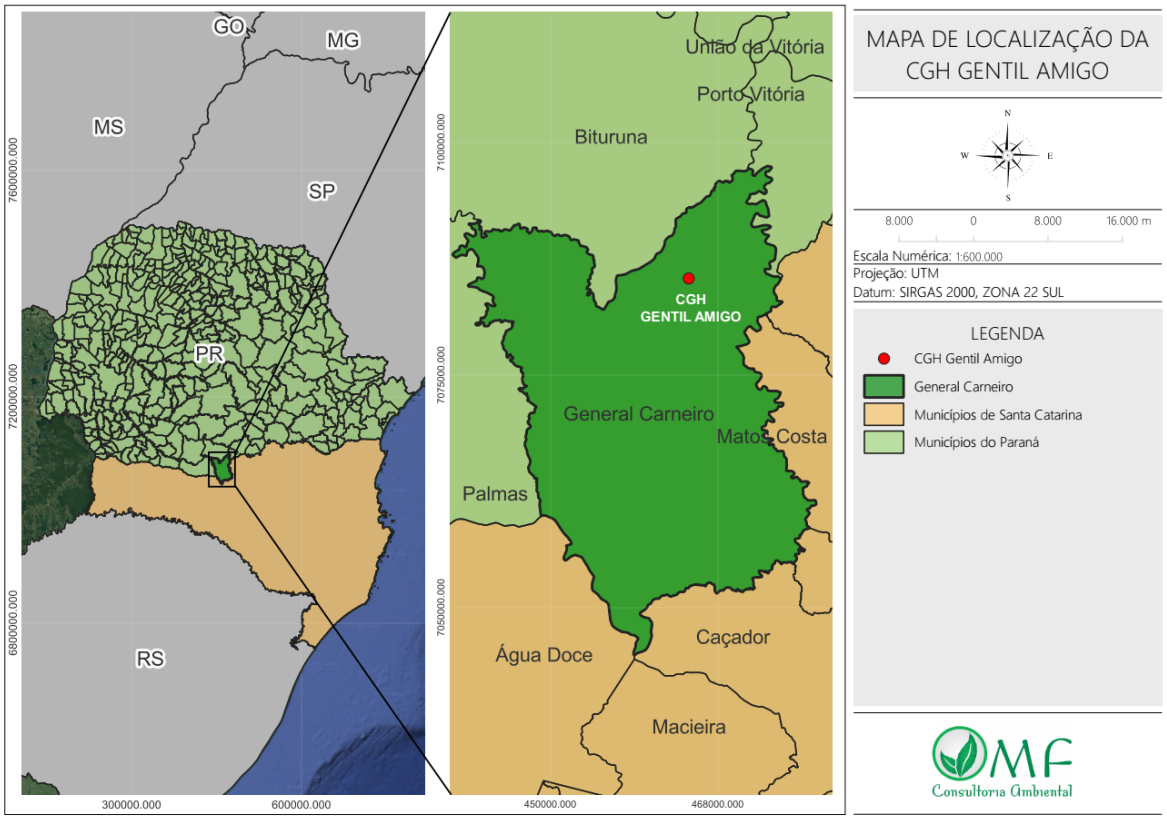


Figura 10.3: Mapa de localização da CGH Gentil Amigo.

10.1.4 Características Gerais da População

Neste tópico, aborda-se a análise de dados do município de General Carneiro no que tange população total, distribuição, densidade e crescimento populacional, migração e índice de desenvolvimento humano. Destaca-se que serão apresentados dados referentes ao Censo Demográfico de 2010, uma vez que os dados atualizados referentes ao ano de 2022 foram parcialmente divulgados.

10.1.4.1 População Total, Urbana e Rural

Conforme dados da Tabela 10.3, do total da população do município, 70% vive em área urbana e 30% na área rural (Figura 10.4). Quanto a distribuição da população por gênero, há uma mínima maioria de homens (50,46%), como pode ser visualizado na Figura 10.5.

Tabela 10.3: População do município de General Carneiro.

Município e Estado	População Total 2022	Rural	Urbana	Homens	Mulheres
General Carneiro	13.669	4.098	9.569	6.898	6.771
Paraná	10.444.526	1.531.834	8.912.692	5.130.994	5.313.532

Fonte: IBGE, 2010.

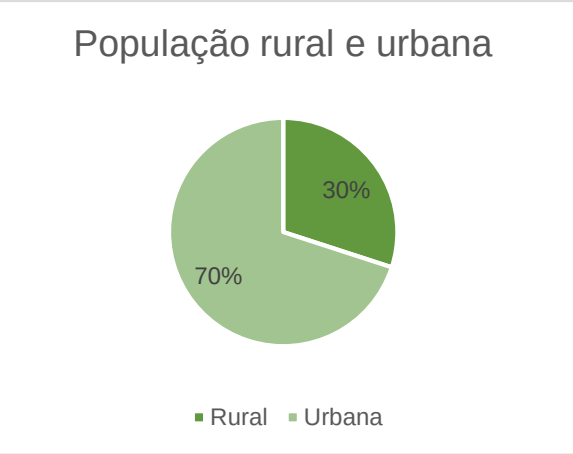


Figura 10.4: População rural e urbana de General Carneiro.
Fonte: IBGE, 2010.

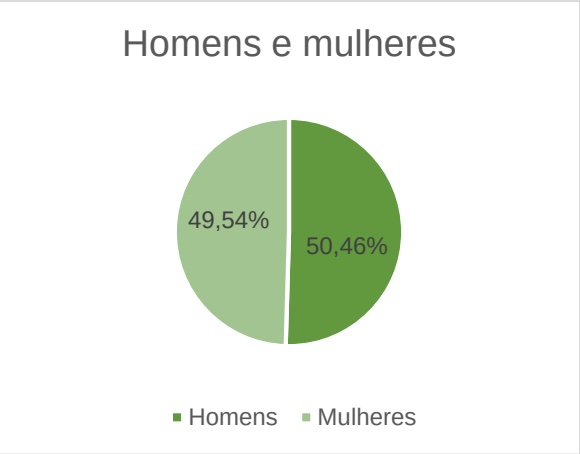


Figura 10.5: Percentual de homens e mulheres de General Carneiro.
Fonte: IBGE, 2010.

Sobre a faixa etária da população, conforme designa o IBGE, divide-se entre os jovens, que compreendem do nascimento até 19 anos; os adultos, dos 20 anos até 59 anos; e os idosos, dos 60 anos em diante (Tabela 10.4). No município há um maior percentual (50,5%) de pessoas adultas, seguidos da população jovem (40,4%), ou seja, a maior parte da população de General Carneiro encontra-se em idade produtiva, situação semelhante à do estado paranaense (Figura 10.6).

Tabela 10.4: Faixa etária da população do município de General Carneiro.

Município e Estado	Jovens - 0 a 19 anos	Adultos - 20 a 59 anos	Idosos - a partir de 60 anos
General Carneiro	5.517	6.907	1.245
Paraná	3.319.367	4.871.632	1.172.154

Fonte: IBGE, 2010.

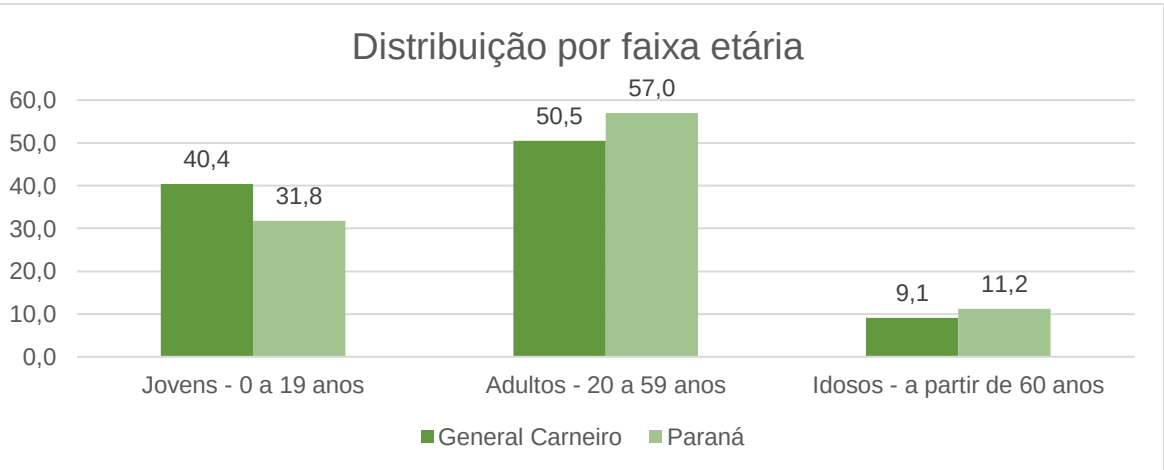


Figura 10.6: Faixa etária da população.
Fonte: IBGE, 2010.

10.1.4.2 Distribuição, Densidade e Crescimento Populacional

O município de General Carneiro possui uma área de 1.071,183 km² e uma densidade demográfica de 12,77 habitantes por quilômetro quadrado, bem menor se comparada à densidade demográfica do Estado do Paraná que é de 52,4 habitantes por quilômetro quadrado. Na Tabela 10.5 podem ser visualizados os dados populacionais de General Carneiro e do Paraná.

Tabela 10.5: Área territorial, população e densidade demográfica.

Município e Estado	Área Territorial (Km²)	População Residente (2010)	Densidade Demográfica (ha/Km²)
General Carneiro	1.071,183	13.669	12,77
Paraná	199.298,98	10.444.526	52,42

Fonte: IBGE, 2010.

Ainda sobre os dados populacionais, verifica-se que a variação de General Carneiro nos anos de 2010 e 2022 apresentou-se com um decréscimo populacional de 2607 habitantes, diferentemente.

Um dos fatores preponderantes no processo de decréscimo ou diminuição do ritmo de crescimento da população do município são as migrações internas, na maior parte das vezes motivadas por fatores econômicos com deslocamentos em direção aos municípios maiores.

Tabela 10.6: Dados populacionais do município de General Carneiro.

Município e Estado	População residente (2010)	População residente (2022)	Crescimento populacional
General Carneiro	13.669	11.062	-2.607
Paraná	10.444.526	11.443.208	998.682

Fonte: IBGE, 2010 e 2023.

10.1.4.3 Migração

No que se refere a migração, indiscutivelmente a maioria da população nasceu na Região Sul do País, concentrando 99,16% dos habitantes. Já a minoria é originária da Região Centro-Oeste (0,04% habitantes), seguido de pessoas nascidas em países estrangeiros (0,05%) (Tabela 10.7).

Tabela 10.7: Migração existente no município de General Carneiro.

Lugar de nascimento	Número de pessoas	Porcentagem (%)
Região Norte	38	0,28
Região Nordeste	11	0,08
Região Sudeste	35	0,26
Região Sul	13.553	99,16
Região Centro-Oeste	5	0,04
Sem especificação	19	0,14
País estrangeiro	7	0,05

Fonte: IBGE, 2010.

10.1.4.4 Índice Desenvolvimento Humano – IDH

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH é um método para medir o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida e varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior é o seu desenvolvimento humano. Por meio deste índice, pode-se comparar municípios, estados e países, devido sua metodologia simples, uniforme e globalizada.

Mede-se o IDH com base na Renda (padrão de vida medido pela Renda Nacional Bruta per capita); Saúde/Longevidade (medida pela expectativa de vida) e; Educação (medida pela média de anos de educação de adultos e expectativa de anos de escolaridade de crianças que iniciam a educação escolar).

De acordo com o ranking estadual – IDH (2010), o município de General Carneiro possui índice de IDHM mediano (na faixa entre 0,600 e 0,699) com exceção ao IDHM relativo à longevidade, que é considerado muito alto (maior que 0,800), conforme pode-se observar na tabela abaixo. Esta última dimensão foi, portanto, a que mais contribuiu para aumentar o IDHM do município. Em contrapartida, a educação apresentou índice considerado baixo (0,532).

Tabela 10.8: Índice de Desenvolvimento – IDHM.

Município, Unidade da Federação e País	IDHM	IDHM renda	IDHM longevidade	IDHM educação	Ranking estadual	Classificação
General Carneiro	0,652	0,638	0,816	0,532	359 º	Médio
Paraná	0,749	0,757	0,83	0,668	5 º	Alto
Brasil	0,727	0,739	0,816	0,637	-	Alto

Fonte: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2010.

10.1.5 Características da População Diretamente Afetada

10.1.5.1 Socioeconomia da População

As informações a seguir foram extraídas a partir de entrevistas com os moradores das propriedades diretamente afetadas pelo empreendimento. Para tanto, foram realizadas 2 entrevistas e retrataram a representatividade do conjunto da população do entorno do empreendimento, considerando os proprietários ou arrendatários afetados.

As características socioeconômicas observadas nas famílias residentes nas localidades em estudo foram voltadas às condições de vida do ambiente familiar.

No **Anexo 18 – Entrevistas**, apresenta-se o questionário utilizado nas entrevistas.

As propriedades afetadas que compõe a ADA localizam-se em General Carneiro, próximas a PR-170, denominada Rodovia Engenheiro Tancredo Benghi.

A população é composta por 9 moradores (6 homens e 3 mulheres). Residem cinco moradores em uma propriedade e 4 em outra. Uma das famílias têm renda de 4 a 5 salários mínimos e a outra indicou renda maior que 5 salários mínimos. Sobre o regime de posse e situação dominial, as terras são de propriedade individual e ambas possuem escritura pública.

Nenhum dos entrevistados utiliza a propriedade em atividades de lazer.

Somente em uma das propriedades os proprietários são residentes e a mesma possui diversas infraestruturas, tais como, moradia (de madeira), banheiro, fossa, pocilga, galinheiro, rede de energia e sistema de telefonia. Ambos os entrevistados indicaram ter ensino médio completo.

10.1.5.2 Contingente de Trabalhadores na Implantação

Na fase de implantação estima-se que haverá uma média de 40 funcionários diretos e permanentes trabalhando na obra, incluindo neste contexto, operadores de máquinas e obra civil (conforme Tabela 10.9).

Tabela 10.9: Contingente de trabalhadores previstos.

Mão-de-Obra	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	6º mês	7º mês	8º mês	9º mês	10º mês	11º mês	12º mês	13º mês	14º mês	15º mês	16º mês	Média
Engenheiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Topografo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Auxiliar de topografia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Laboratorista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Encarregado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Auxiliar administrativo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Almoxarife	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Técnico de segurança	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Eletricista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Bombista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Operadores de maquinas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	**4**
Ajudantes	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	**4**
Operadores civil	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	**3**
Armadores	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	**4**
Soldador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Feitor de formas	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	**2**
Pedreiro	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	**3**
Ajudante de pedreiro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**2**
Carpinteiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Ajudante de carpinteiro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**2**
Vibradorista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Mecânico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Vigias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Motoristas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**2**
Cozinheiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Auxiliar de cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Zelador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
Total	**37**	**37**	**42**	**42**	**42**	**42**	**42**	**42**	**42**	**42**	**42**	**40**	**36**	**36**	**36**	**36**	**40**

Na fase de operação haverá apenas um (01) funcionário para realizar as manutenções preventivas, uma vez que a CGH Gentil Amigo funcionará por tele controle, apresentando um centro de operação remota.

Haverá ainda serviços terceirizados esporádicos, portanto, intermitentes compreendendo as manutenções corretivas, manutenções especializadas e vigilância patrimonial eletrônica.

10.1.6 Caracterização do Território da Área de Influência Direta – AID

10.1.6.1 Uso e Ocupação do Solo

O mapa de uso do solo da Área de Influência Direta da CGH Gentil Amigo, que também fornece informações a respeito da cobertura vegetal existente na área de estudo, foi elaborado a partir da interpretação de imagens de satélite.

O mapeamento foi exportado na escala: 1: 20.000, utilizando-se o software QGis 3.22.16. Os mapas foram elaborados a partir dos mosaicos Landsat disponibilizados pelo MapBiomas, Coleção 4.1.

Por meio da análise do Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 10.7) pôde-se observar na AID da CGH Gentil Amigo a presença de quatro categorias: formação florestal, floresta plantada, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem, as quais têm sua área descrita na Tabela 10.10.

Concluiu-se que predominam atualmente na AID da CGH as áreas com formação florestal, totalizando 56,6% da área total da AID, com destaque também para as áreas compostas por floresta plantada (20,1% da área total da AID). Áreas de pastagem ocupam 12,7% de área e mosaicos de agricultura e pastagem, 10,6%. A distribuição dessas classes de uso fica evidente na visualização do mapa de uso do solo.

Tabela 10.10: Classes de uso do solo da AID e seus percentuais.

Classes de uso do solo	Área (hectare)	%
Formação florestal	135,644	56,6
Floresta plantada	48,253	20,1
Pastagem	30,410	12,7
Mosaico de agricultura e pastagem	25,468	10,6
Total	**239,775**	**100%**

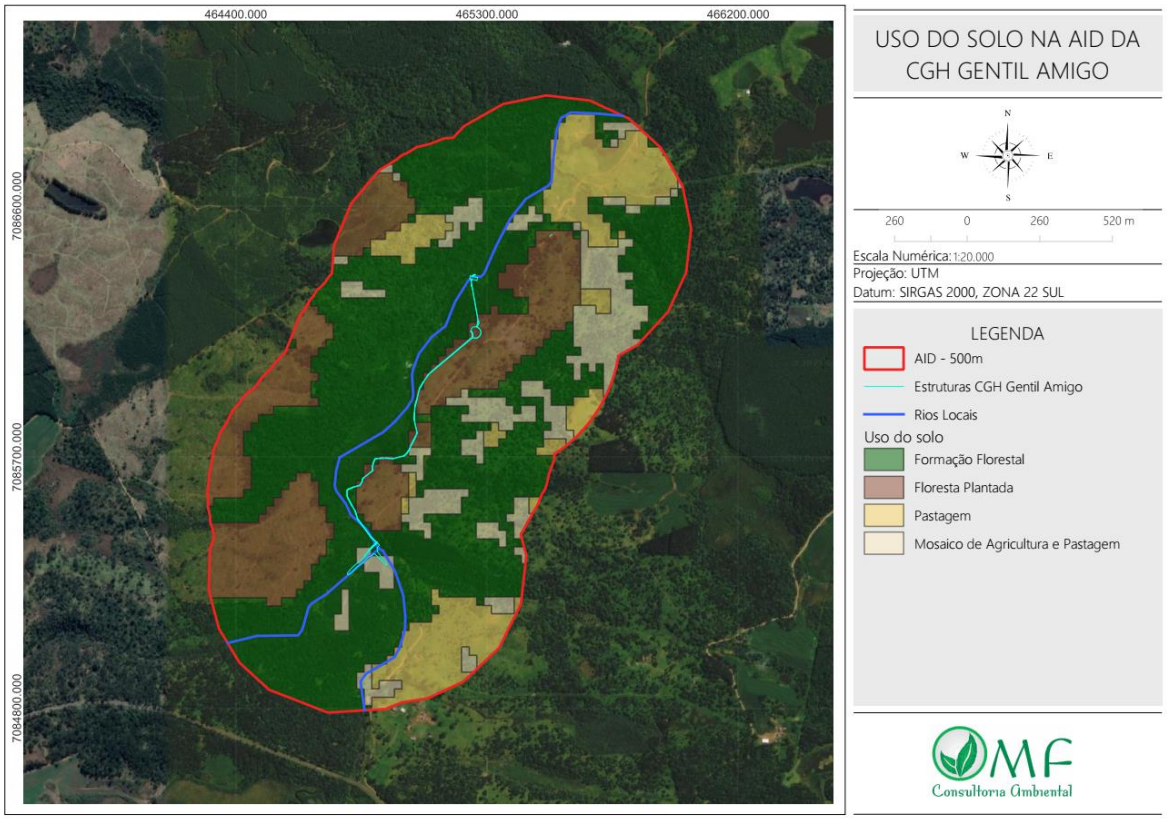


Figura 10.7: Mapa de uso e ocupação do solo da Área de Influência Direta – AID.

10.1.7 Interferência na Infraestrutura Existente na Área Diretamente Afetada – ADA

10.1.7.1 Infraestruturas Existentes

As informações a seguir foram extraídas a partir de entrevistas com moradores das 2 propriedades diretamente afetas pelo empreendimento. Nos anexos, apresenta-se documentação comprobatória e mapa da distribuição geográfica das entrevistas e dos contatos com a população.

Um dos proprietários indicou que terá área de terra atingida pelo projeto (3 alqueires, ~7,26 ha), mas ambos não terão benfeitorias afetadas.

Quanto aos serviços de infraestrutura existentes nas propriedades (Figura 10.8), os entrevistados disseram utilizar água de nascente, possuir rede de energia, televisão, rádio e internet. Quanto a telefonia móvel e fixa, apenas um dos entrevistados indicou possuir.

Destaca-se que um dos entrevistados indicou utilizar água de nascente para consumo humano e dessedentação animal.

Um dos entrevistados indicou utilizar fossa rudimentar, além de queimar os resíduos recicláveis, uma vez que não há coleta seletiva na região. O outro não informou o destino do esgoto sanitário e dos resíduos recicláveis.

Ambos possuem meio de transporte próprio, e um utiliza também transporte público/escolar.

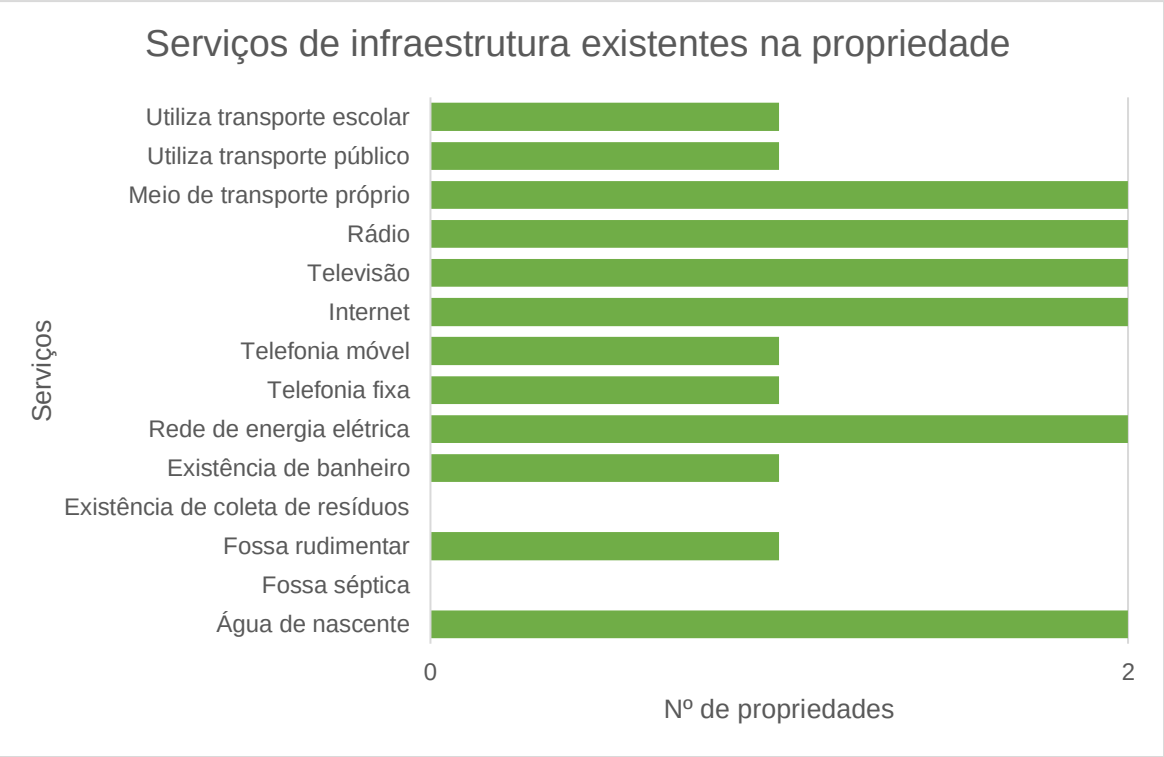


Figura 10.8: Serviços de infraestrutura nas propriedades da ADA.

Quanto à utilização da propriedade, um dos entrevistados indicou fazer uso para moradia e produção agropecuária (suinocultura, pecuária de corte e apicultura), e o outro apenas para produção agropecuária (plantio de erva mate).

Quanto às estruturas e edificações existente, um dos entrevistados indicou possuir moradia, pocilga/chiqueiro, aviário/galinheiro e cercas (Figura 10.9).

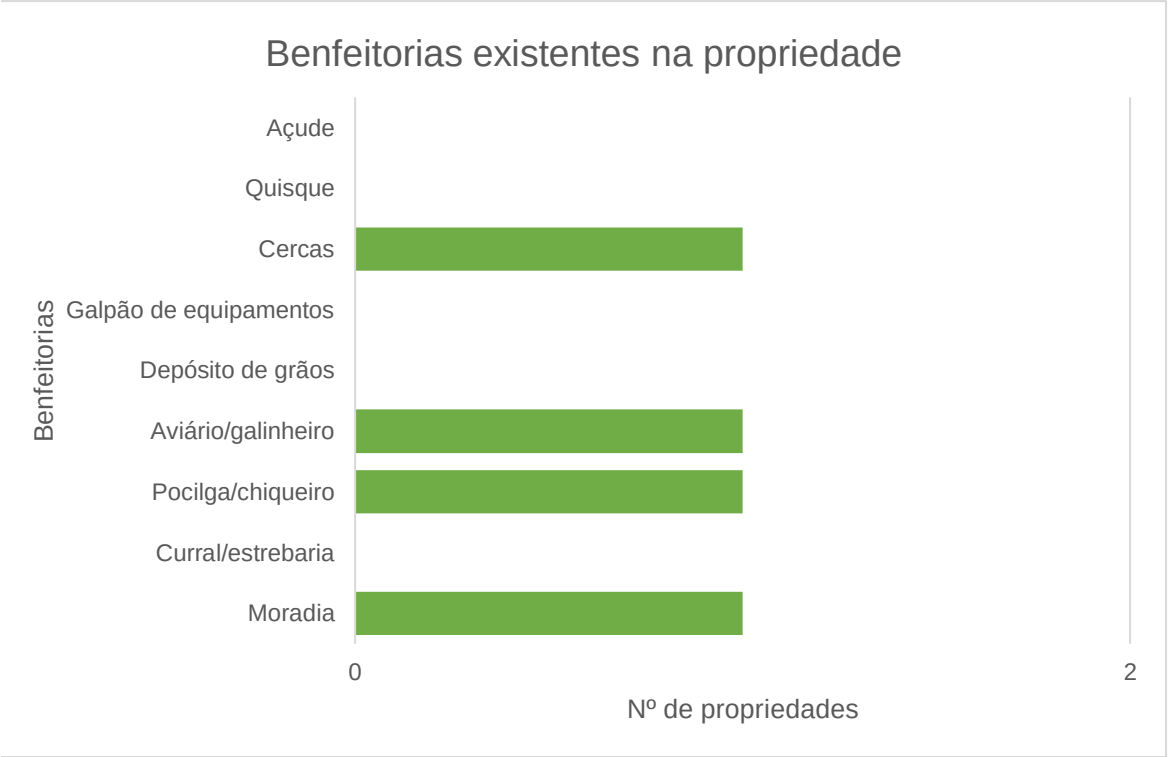


Figura 10.9: Benfeitorias existentes nas propriedades.

10.1.7.2 Sistema Viário, Redes de Eletricidade e Comunicação

Foi realizada também a análise por meio de imagens de satélite da intersecção da estrutura do empreendimento com a malha de transportes e com outras benfeitorias.

A Figura 10.10 mostra a intersecção das estruturas da futura CGH com algumas benfeitorias e/ou estruturas na área de influência direta – AID do futuro empreendimento. Além das estradas de acesso, foram verificadas 06 edificações. Na AID também passa uma rede de energia elétrica da concessionaria Copel.

Vale salientar que a área de alague não atingirá nenhuma benfeitoria e/ou sistema de infraestrutura.

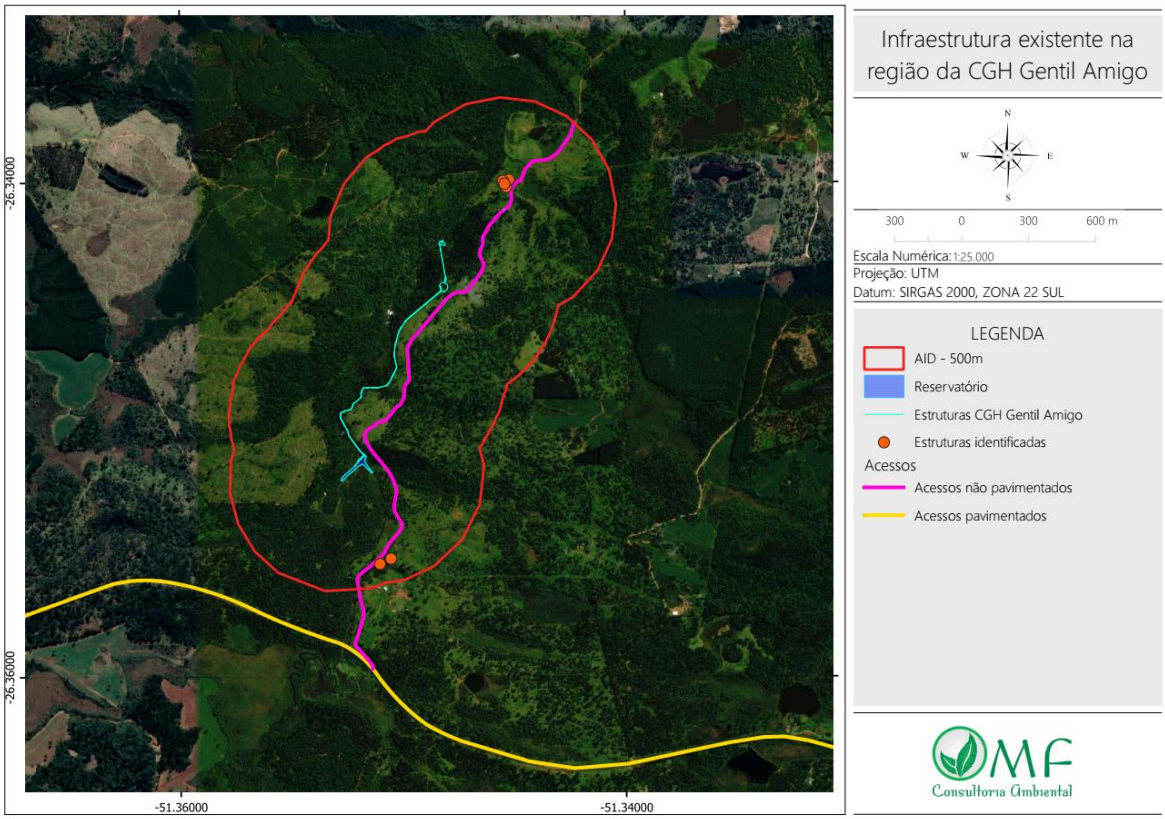


Figura 10.10: Intersecção da ADA com a malha de transporte ou outras benfeitorias existentes.

10.1.8 Trabalho

Quanto à ocupação dos entrevistados, um indicou trabalhar na agricultura, com produção de suínos, gado e apicultura. O outro entrevistado não indicou sua profissão, informando apenas que na propriedade ocorre o cultivo de erva mate.

Segundo dados do IBGE, o município apresenta 385 pessoas, com 16 anos ou mais, desocupadas, em comparação ao total de 260.299 para o Paraná, correspondendo a 0,15%. Enquanto que a taxa desemprego em General Carneiro é de 7,05%, valor maior que a média estadual, que é de 4,78%.

10.1.9 Produto e Renda – Atividades Produtivas na ADA

Ambos os entrevistados disseram utilizar a propriedade para produção agropecuária e apenas um disse também utilizar como moradia. As atividades desenvolvidas são: suinocultura, pecuária de corte e apicultura, em uma propriedade, e cultivo de erva mate, em outra, como descrito no item anterior.

Não são desenvolvidas outras atividades produtivas, tais como mineração, indústria e serviços, bem como atividades de turismo. Destaca-se que nenhum dos entrevistados indicou utilizar tecnologias na produção agrícola.

10.1.10 Turismo e Lazer (AID e ADA)

De acordo com o site Viaje Paraná, as potenciais atividades turísticas e de lazer em General Carneiro baseiam-se no turismo religioso e rural, contudo a prefeitura não apresenta dados em seu site oficial sobre as atividades turísticas e de lazer no município. Para o lazer, existem lagos e cachoeiras localizados em áreas verdes e comunidades rurais, além de igrejas que remetem a história do município. Entre os principais atrativos existentes pode-se destacar:

- Igreja Ucraniana Divino Espírito Santo;
- Igreja Ucraniana São Miguel Arcanjo;
- Lago Kuriukaka;
- Monumento Cruz do Aviador;
- Monumento aos Pioneiros;
- Parque Ambiental Municipal;
- Sitio Pouso Bonito.

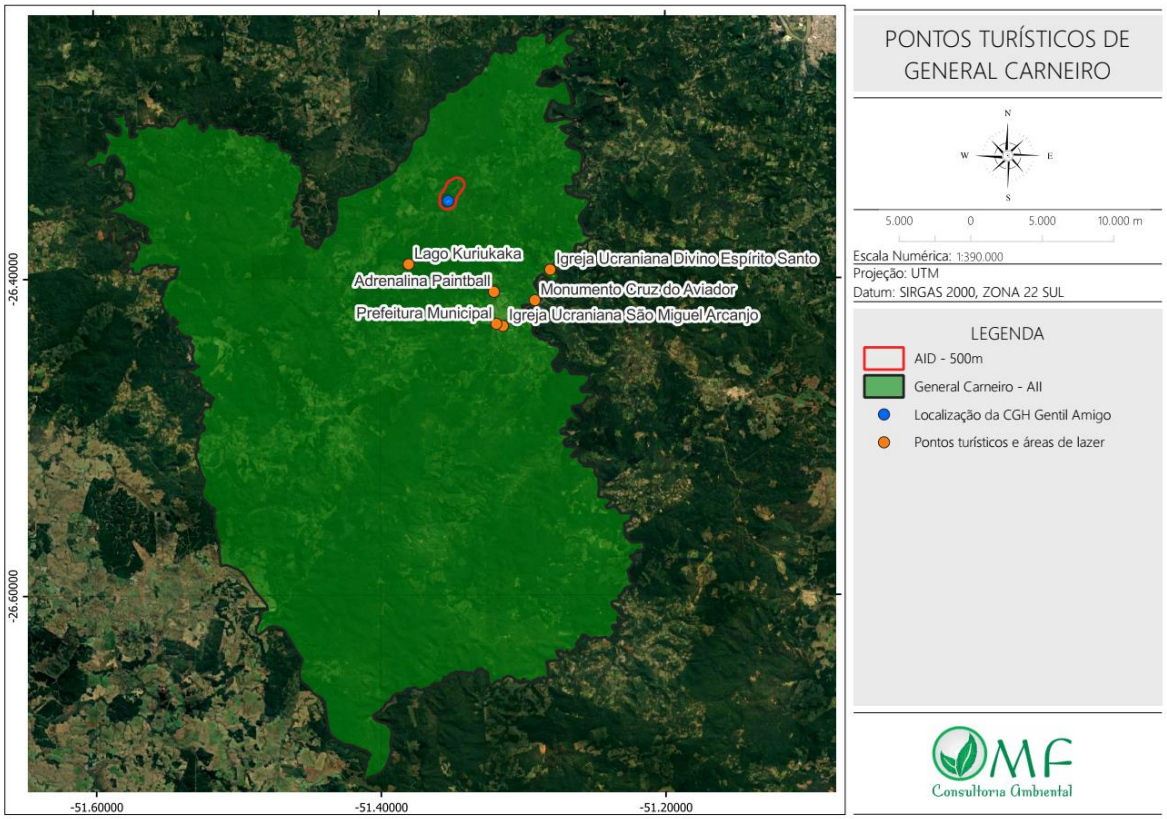


Figura 10.11: Mapa dos principais atrativos turísticos e áreas de lazer existentes no município de General Carneiro.

Ressalta-se que na AID e na ADA do empreendimento não foram identificados pontos turísticos e usos atuais de lazer.

10.1.11 Finanças Públicas do Município de General Carneiro – AII

10.1.11.1 Receitas e Despesas

As finanças públicas envolvem a captação, a gestão e a execução de recursos administrados pela gestão municipal visando o financiamento de suas atividades coletivas e governamentais.

No caso de General Carneiro, em 2018 as receitas orçamentárias (Tabela 10.11) foram maiores que as despesas, e quando comparado com os demais municípios do Estado, encontra-se em relação à receita na posição 182ª. No que se refere ao fundo de participação dos municípios, General Carneiro se encontra na posição 128ª frente aos 399 municípios paranaenses.

Tabela 10.11: Finanças Públicas do município de General Carneiro – 2017.

Receitas realizadas R$ (x 1000)	Despesas empenhadas R$ (x 1000)	Fundo de participação dos municípios – FPM R$ (x 1000)	Imposto territorial rural – ITR R$ (x 1000)	Imposto territorial urbano – IPTU R$ (x 1000)
38.179,09	30.453,26	13.245,65	168,37	195,89

Fonte: Finanças Públicas. IBGE, 2017.

No que se refere das despesas do município de General Carneiro, na Tabela 10.12 podem ser observadas as principais do ano de 2017, em que se verifica em especial os gastos com pessoal e encargos sociais e outras despesas correntes.

Tabela 10.12: Despesas Orçamentárias do município de General Carneiro – 2017.

Tipos	Despesas Orçamentárias	Valor R$ (x 1000)
Correntes	Pessoal e Encargos Sociais	17.187,50
	Juros e Encargos da Dívida	153,73
	Outras Despesas Correntes	10.738,41
Capital	Investimentos	1.781,72
	Amortização da Dívida	591,9
Total		30.453,26

Fonte: Finanças Públicas. IBGE, 2017.

10.1.12 Produto Interno Bruto – PIB

O PIB é um dos principais indicadores de uma economia, pois revela o valor de toda a riqueza gerada por cada setor em um determinado lugar. Além disso, representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região durante um determinado período. O PIB (preços correntes em 2017) encontrava-se na cifra de R$ 357.997,04. Na Tabela 10.13 pode-se visualizar as atividades econômicas e seus valores monetários e na Figura 10.12 a distribuição da economia no município em 2017.

Tabela 10.13: Produto Interno Bruto de general Carneiro – 2017.

Atividade econômica	Valor (x 1000) R$
Agropecuária	163.006,05

Atividade econômica	Valor (x 1000) R$
Indústria	30.641,08
Serviços - Exclusive Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social	79.294,86
Administração, Defesa e Educação e Saúde Pública e Seguridade Social	65.134,45
Total	**338.076,43**

Fonte: Finanças Públicas. IBGE, 2017.

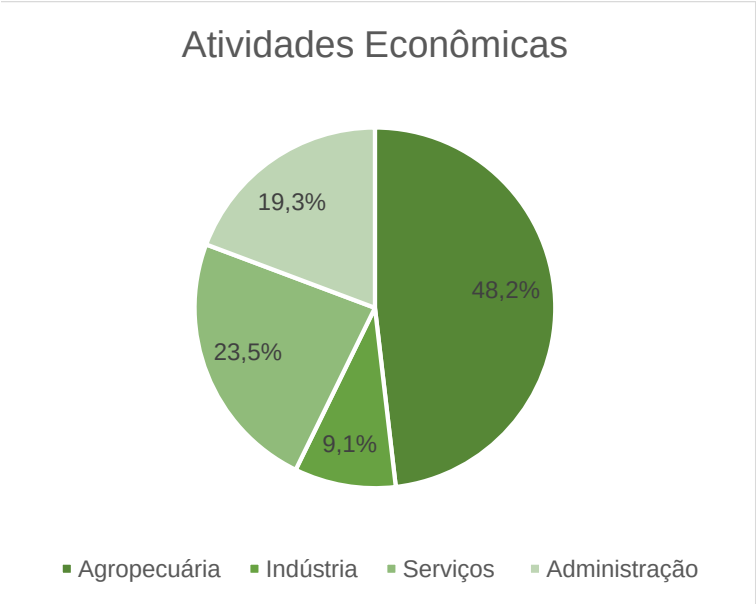


Figura 10.12: Distribuição das atividades econômicas vinculadas ao PIB de General Carneiro – 2017.

10.1.13 ICMS Ecológico

De acordo com o IAP (2022), o ICMS Ecológico é um instrumento de política pública que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Para um município requerer é necessário ter em seu território uma Unidade de Conservação, devidamente registrada no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação, ou ser diretamente influenciado por ela, ou ainda, possuir mananciais de abastecimento público de municípios confrontantes.

No caso de General Carneiro, são indicados na Tabela 10.14 os valores repassados mensalmente por meio do ICMS Ecológico, divulgados pelo Instituto Água e Terra. O Fator Ambiental Biodiversidade 2023 para o município foi estabelecido em 0,6828.

Tabela 10.14: Repasses mensais de ICMS Ecológico por Biodiversidade ao município de General Carneiro em 2023 (julho) – valores brutos em Reais (R$).

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Acumulado
291.677,8	236.778,2	266.214,4	278.420,7	339.165,63	287.313,2	310.302,96	**2.009.872,8**

Fonte: ICMS Ecológico por Biodiversidade. IAT, 2023.

Na Tabela 10.15 são indicados os valores repassados por Área Protegida. Destaca-se que nenhuma das áreas encontra-se na área de influência do empreendimento.

Tabela 10.15: Repasses mensais de ICMS Ecológico por Biodiversidade ao município de General Carneiro em 2023 (julho) – valores brutos em Reais (R$) por Área Protegida.

Área Protegida	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Acumulado
EEM José Nelson Dissenha	73.104,38	63.316,95	71.188,50	74.452,60	90.696,43	76.830,54	82.978,25	**532.567,66**
PNM Duzolina Dissenha	48.538,45	37.631,71	42.310,08	44.250,06	53.904,40	45.663,36	49.317,18	**321.615,25**
PNM João Dissenha	58.137,91	45.982,81	51.699,39	54.069,88	65.866,67	55.796,82	60.261,48	**391.814,96**
PNM José Fernando Dissenha	30.391,37	23.766,28	26.720,91	27.946,10	34.043,29	28.838,67	31.146,24	**202.852,84**
REBIO Suzette Contin Dissenha	65.967,64	53.485,61	60.134,93	62.892,20	76.613,82	64.900,92	70.094,06	**454.089,19**
RPPN Federal das Araucárias	1.770,90	1.454,69	1.635,54	1.710,53	2.083,73	1.765,16	1.906,41	**12.326,96**
RPPN Paisagem da Araucária	10.845,07	8.761,93	9.851,21	10.302,90	12.550,76	10.631,97	11.482,70	**74.426,54**
RVS de Palmas	2.922,05	2.378,17	2.673,82	2.796,42	3.406,53	2.885,73	3.116,64	**20.179,37**

Fonte: ICMS Ecológico por Biodiversidade. IAT, 2023.

10.1.14 Investimento e Fontes de Recursos do Empreendimento

Para determinar o custo total do empreendimento a CGH Gentil Amigo terá previsto um montante de R$ 13.611.109,99 considerando valor de mercado para equipamentos, mão de obra e serviços, conforme detalhado na Figura 10.13 e **Anexo 19 – Orçamento previsto**.

A fonte de recursos se originará através de financiamento por meio de linhas exclusivas para este tipo de empreendimento.

ORÇAMENTO PADRÃO - CGH GENTIL AMIGO									
DATA DA BASE	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO UNIT.		PREÇO UNIT.	
			ENGENHARIA - ESTUDOS - LICENÇAS		Subtotal			R$	388.106,00
01/12/2023	BRISA GERAÇÃO	1	Engenharia básica	un	1	R$	240.000,00	R$	240.000,00
01/12/2023	ENGESOL	2	Levantamento topografico	un	1	R$	25.000,00	R$	25.000,00
01/12/2023	XAPECO ARQUEOLOGIA	3	Processo IPHAN	un	1	R$	15.341,00	R$	15.341,00
01/12/2023	MF AMBIENTAL	4	Licenciamento ambiental	un	1	R$	74.000,00	R$	74.000,00
01/12/2023	IAT	5	Taxas	un	3	R$	8.255,00	R$	24.765,00
01/12/2023	ENGESOL	6	Locação de pontos para o projeto arquitetônico	un	1	R$	2.000,00	R$	2.000,00
01/12/2023	ENGESOL	7	Locação de pontos para o projeto executivo	un	1	R$	2.000,00	R$	2.000,00
01/12/2023	ENGESOL	8	Locação de pontos durante a execução da obra	un	1	R$	5.000,00	R$	5.000,00
			GRUPO DE UNIDADES GERADORAS		Subtotal			R$	5.206.813,76
01/12/2023	HACKER	9	Turbina Hidráulica Francis Horizontal e seus sistemas auxiliares	un	2	R$	1.574.316,80	R$	3.148.633,60
01/12/2023	HACKER	10	Gerador Síncrono Horizontal e seus sistemas auxiliares	un	2	R$	944.590,08	R$	1.889.180,16
01/12/2023	HACKER	11	Frete CIF até a obra, com descarga pela ponte rolante da casa de força	un	1	R$	54.000,00	R$	54.000,00
01/12/2023	HACKER	12	Montagem e Comissionamento das turbinas, geradores e seus sistemas auxiliares	un	1	R$	105.000,00	R$	105.000,00
01/12/2023	HACKER	13	Treinamento da equipe de operação e manutenção	un	1	R$	10.000,00	R$	10.000,00
			SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, PROTEÇÃO E CONTROLE		Subtotal			R$	892.000,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	14	Regulador Integrado de Velocidade e Tensão	un	2	R$	240.000,00	R$	480.000,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	15	Sistema de Automação, Proteção e Controle	un	1	R$	120.000,00	R$	120.000,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	16	Frete CIF até a obra, sem descarga	un	1	R$	10.000,00	R$	10.000,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	17	Montagem e comissionamento do sistema de automação, proteção e controle	un	1	R$	270.000,00	R$	270.000,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	18	Treinamento da equipe de operação e manutenção	un	1	R$	12.000,00	R$	12.000,00
			SUBESTAÇÃO ABRIGADA		Subtotal			R$	222.000,00
01/12/2023	WEG	19	Transformador	un	1	R$	52.000,00	R$	52.000,00
01/12/2023	EG CONSTRUÇÃO ELETRICA	20	Sistemas de alta tensão	un	1	R$	150.000,00	R$	150.000,00
01/12/2023	EG CONSTRUÇÃO ELETRICA	21	Equipamentos elétricos	un	1	R$	20.000,00	R$	20.000,00
			CONEXÃO AO SISTEMA		Subtotal			R$	1.716.890,20
01/12/2023	COPEL	22	Custos referentes a materiais, equipamentos e maõ-de-obra	un	1	R$	1.667.890,20	R$	1.667.890,20
01/12/2023	COPEL	23	Custos referentes aos serviço	un	1	R$	49.000,00	R$	49.000,00
			EQUIPAMENTOS - CASA DE FORÇA		Subtotal			R$	332.830,00
01/12/2023	UNGER	24	Ponte rolante	un	1	R$	240.000,00	R$	240.000,00
01/12/2023	SOTO	25	Moto-gerador	un	1	R$	40.000,00	R$	40.000,00
01/12/2023	REIS BATERIAS	26	Baterias	un	2	R$	415,00	R$	830,00
01/12/2023	HIDRO ENERGIA	27	Paineis elétricos	un	1	R$	52.000,00	R$	52.000,00
			EQUIPAMENTOS - TOMADA D'ÁGUA - CAMERA DE CARGA		Subtotal			R$	518.500,00
01/12/2023	PERFIL	28	Grade fina	un	1	R$	115.000,00	R$	115.000,00
01/12/2023	PERFIL	29	Comporta ensecadeira	un	1	R$	74.000,00	R$	74.000,00
01/12/2023	PERFIL	30	Grades de proteção	un	1	R$	82.000,00	R$	82.000,00
01/12/2023	PERFIL	31	Tubos de aço	m	250	R$	510,00	R$	127.500,00
01/12/2023	PERFIL	32	Comporta vagão	un	1	R$	120.000,00	R$	120.000,00
			OBRAS CIVIS		Subtotal			R$	4.333.970,03
01/12/2023	ENGEMASS	33	Obras iniciais	un	1	R$	560.918,55	R$	560.918,55
01/12/2023	ENGEMASS	34	Ensecadeiras	un	1	R$	118.531,41	R$	118.531,41
01/12/2023	ENGEMASS	35	Barragem	un	1	R$	56.910,10	R$	56.910,10
01/12/2023	ENGEMASS	36	Tomada d'água	un	1	R$	28.215,85	R$	28.215,85
01/12/2023	ENGEMASS	37	Canal de adução	un	1	R$	2.501.783,14	R$	2.501.783,14
01/12/2023	ENGEMASS	38	Sistema de amortecimento	un	1	R$	34.324,57	R$	34.324,57
01/12/2023	ENGEMASS	39	Camera de carga	un	1	R$	135.586,87	R$	135.586,87
01/12/2023	ENGEMASS	40	Casa de força	un	1	R$	836.159,88	R$	836.159,88
01/12/2023	ENGEMASS	41	Canal de fuga	un	1	R$	43.794,66	R$	43.794,66
01/12/2023	ENGEMASS	42	Outros serviços	un	1	R$	17.745,00	R$	17.745,00
							CUSTO TOTAL	R$	13.611.109,99

Figura 10.13: Orçamento previsto.

10.1.15 Organização e Ações da Sociedade Civil

Com o objetivo de descrever o sistema de organização social atuante no município de General Carneiro, realizou-se pesquisa no banco de dados do IBGE, no Cadastro Central de Empresas, e também nas ferramentas de pesquisa online, como Google e Google Maps.

No município de General Carneiro existiam, em 2016, 19 entidades sem fins lucrativos, sendo a maioria delas da área de educação e pesquisa (IBGE, Cadastro Central de Empresas, 2016). O detalhamento das organizações é apresentado na Tabela 10.16.

Tabela 10.16: Entidades sem fins lucrativos em General Carneiro.

Grupo de classificação	Unidades
Saúde	2
Educação e pesquisa	9
Assistência social	2
Religião	2
Partidos políticos, sindicatos, associações patronais e profissionais	2
Meio ambiente e proteção animal	1
Outras instituições privadas sem fins lucrativos	1
Total	**19**

Fonte: IBGE, Cadastro Central de Empresas, 2016.

A seguir, pontua-se as principais organizações de General Carneiro. Vale destacar que as sedes das organizações presentes no município concentram-se em sua área central, portanto, distante da área do entorno do empreendimento.

- ACIAG - Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de General Carneiro;
- Associação Hospitalar Beneficente Dr. Regis Marigliani;
- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de General Carneiro;
- Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil (Sicoob).

Não foram identificados conflitos existentes ou potenciais no município de General Carneiro relacionados à CGH Gentil Amigo.

10.1.16 Patrimônio Histórico, Cultural, Arqueológico e Paisagístico

Para este estudo, foram abordados os aspectos relacionados ao patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paisagístico de acordo com as informações obtidas na base de dados do IPHAN, Patrimônio Cultural do Paraná, em artigos acadêmicos, na Prefeitura de General Carneiro e em trabalhos de campo.

Quanto aos patrimônios culturais imateriais, não há nenhum bem localizado nas áreas de influência identificado nos Livros de Registro do IPHAN. Também não há registros de patrimônios na lista de bens tombados e processos de tombamento e na lista de patrimônio cultural ferroviário do IPHAN, atualizadas em 05 de maio de 2023.

Segundo consta no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, acessado em 15 de agosto de 2023, o município de General Carneiro não possui nenhum sítio arqueológico registrado.

Quanto ao patrimônio ambiental e paisagístico, o município apresenta remanescentes de mata de Araucária cobrindo os vales dos rios e cursos d'água. A vegetação florestal nativa remanescente encontra-se localizada principalmente em locais onde o relevo é mais declivoso e menos propício para práticas de atividades agropecuárias. Os fragmentos florestais preservados constituem o principal patrimônio ambiental do município. Quanto ao mapeamento dos principais locais que compõem o patrimônio natural do município, este consta no item 10.1.10. As unidades de conservação mais próximas do empreendimento estão descritas no próximo item.

10.1.17 Populações e Comunidades Tradicionais

A análise de populações e comunidades tradicionais será descrita abaixo a partir de três áreas pré-definidas: raio de 10 km, raio de 50 km e AII do empreendimento, que compreende o município de General Carneiro (Figura 10.14).

Em um raio de 10 km do barramento da CGH Gentil Amigo há um assentamento rural, o qual é atingido em uma área de apenas 1,7 km². Já no município de General Carneiro existem dois assentamentos rurais e uma unidade de conservação, os quais abrangem também o território de municípios vizinhos. Por fim, em um raio de 50 km de distância do barramento há apenas uma terra indígena (denominada Rio dos Pardos), compreendendo

também três unidades de conservação e vinte e um assentamentos rurais (os quais são apresentados na Tabela 10.17).

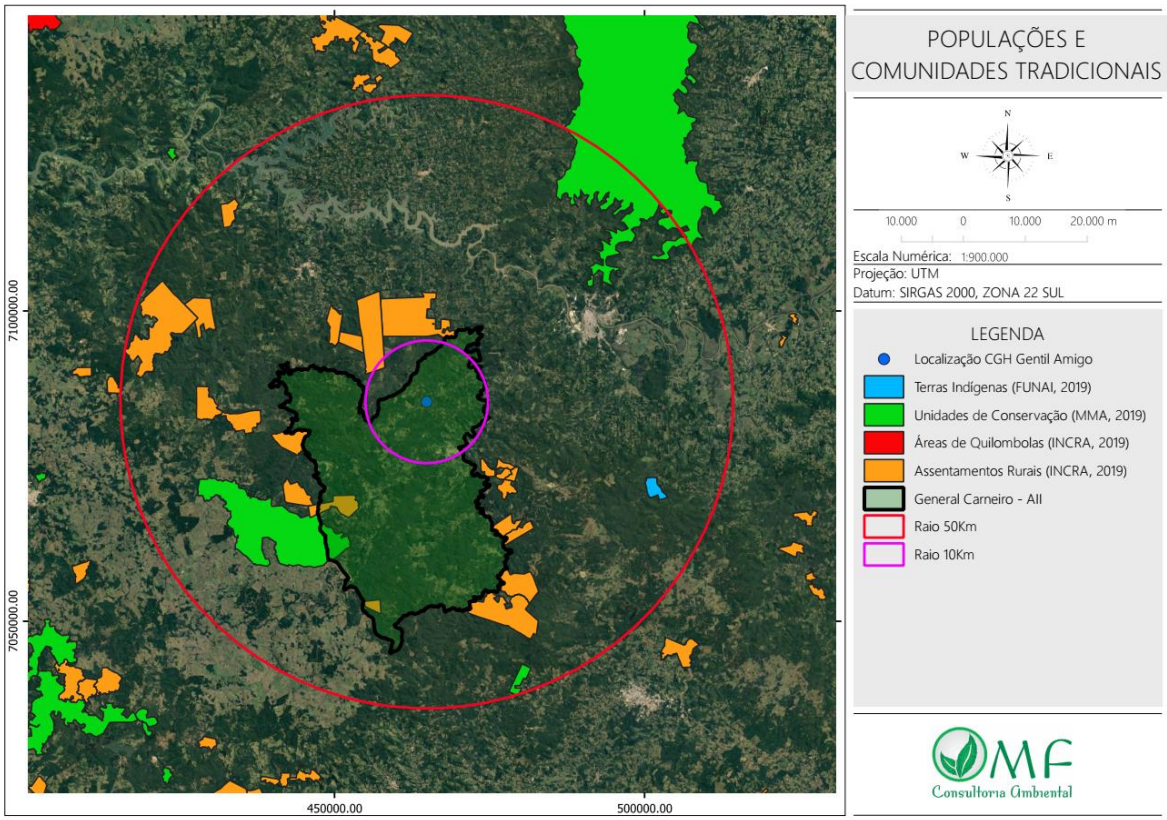


Figura 10.14: Mapa das Populações Tradicionais e Assentamentos Rurais no entorno do empreendimento.

Tabela 10.17: Assentamentos Rurais em um raio de 50Km da CGH gentil Amigo.

Nome	Município	nº de famílias	Data de criação
PA Criciuminha	Bituruna	24	24/11/1998
PA 27 de Outubro	Palmas	164	16/11/1998
PA Santa Bárbara	Bituruna	46	16/11/1998
PA São Lourenço	Palmas	57	22/11/2000
PA Paraíso do Sul	Palmas	54	07/11/2000
PA Margem do Iratim	Palmas	54	07/11/2000
PA Recanto Bonito	General Carneiro	64	08/10/1999
PA Colina Verde	General Carneiro	58	14/10/1997
PA Rio Catequese	General Carneiro	19	20/12/2000
PA Putinga	Calmon	163	22/01/1987
PA Rio Jangada	Calmon	72	15/12/1987
PA 13 de Outubro	Matos Costa	34	01/04/1991
PA São Roque	Matos Costa	42	10/01/1995
Nova Esperança	Matos Costa	20	29/08/1989
PA Santa Rita III	Matos Costa	14	28/01/1999
PA São João II	Matos Costa	21	01/06/1999
PA São João	Matos Costa	30	09/12/1996

Nome	Município	nº de famílias	Data de criação
PA 12 de Abril	Bituruna	208	25/11/1998
PA Rondon III	Bituruna	73	13/15/1991
PA Sonho de Rose	Bituruna	29	14/19/2001
PA Etiene	Bituruna	24	13/05/1991

Fonte: INCRA, 2019.

Destaca-se que Áreas de Quilombolas não foram verificadas em nenhuma das áreas analisadas. Também, ressalta-se novamente que as unidades de conservação e os territórios das populações tradicionais não se encontram no raio de 10 km do futuro empreendimento. Portanto, não haverá interferência deste nas comunidades tradicionais e UCs., uma vez que se encontram distantes da AID. Não são verificados conflitos existentes ou potenciais em reservas e populações tradicionais na área de influência do empreendimento.

10.2 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O PCA deverá identificar e descrever os prováveis impactos ambientais positivos e negativos; diretos e indiretos; primários e secundários; imediatos, de médio e longo prazos; cíclicos, cumulativos e sinérgicos; locais e regionais; estratégicos, temporários e permanentes; reversíveis e irreversíveis, bem como sua distribuição social, para cada alternativa, nas fases de execução de obras, operação e desativação, sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

O estudo deve determinar a magnitude e a importância dos impactos, identificando os indicadores de impacto adotados, os critérios, os métodos e as técnicas utilizadas. Também deverá trazer uma síntese conclusiva dos impactos ambientais mais significativos, positivos e negativos, previstos em cada fase do empreendimento/atividade, incluindo o prognóstico da qualidade ambiental na área de influência, nos casos de adoção da alternativa locacional e tecnológica selecionada, e na hipótese de sua não implementação, determinando e justificando os horizontes de tempo considerados.

10.2.1 PROGNÓSTICO MEIO SOCIOECONÔMICO

10.2.1.1 Interferência nas Propriedades Afetadas

Fase: Instalação **Local**: ADA

Com a implantação do empreendimento haverá interferência, mesmo que temporária, no cotidiano da população residente próximo à obra. O aumento de fluxo de veículos, possíveis atividades de supressão vegetal e aumento temporário da densidade demográfica local são algumas das interferências.

Com o início das obras da CGH haverá alteração no trânsito das vias de acesso ao local de implantação, contudo são alterações de pouca significância, tendo em vista o pequeno porte da obra. Em relação ao transporte de material, este será decorrente apenas do aporte de insumos e equipamentos necessários à execução da obra.

Em virtude do número pouco expressivo de operários necessários para a construção do empreendimento, considera-se que a migração temporária não comprometa os sistemas estruturais urbanos das áreas de influências da CGH Gentil Amigo.

Esse é um impacto que tem prazo para acontecer, tendo em vista que o tempo de execução da obra limita-se em um prazo de aproximadamente um (01) ano até a operação.

Além dos impactos citados acima, deve-se considerar também a interferência do empreendimento em relação à benfeitorias e terras. Em entrevista realizada com os proprietários, verificou-se que apenas um deles terá área de terra afetada, em uma quantidade de 3 alqueires (~7,26 ha). Os empreendedores informam que existe contrato de arrendamento para uso do solo com este proprietário. Destaca-se que nenhum dos proprietários precisará ser reassentado.

Tabela 10.18: Avaliação do impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa

10.2.1.1.1 Medidas Mitigadoras

Como medida, sugere-se execução do Programa de Comunicação Social e Educação ambiental e pela não necessidade de reassentamento ou indenização, não haverá a necessidade de um Programa de Reassentamento/Indenização da População Diretamente Afetada.

Além disso, deve ser elaborado um código de conduta para os trabalhadores da obra que aborde ações como: planejamento dos horários de maior ruído para o transporte de pessoal, materiais e equipamentos, evitando os horários noturnos e de pico, e ainda, orientações a motoristas e funcionários da obra para respeitar as velocidades de tráfego, junto a reforço às sinalizações das vias próximas em locais de mais movimentação e concentração de pessoas.

Tabela 10.19: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Curto prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor

Critério	Descrição
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.2.1.2 Risco de Acidentes com os Operários e a População

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

Em obras de construção civil os trabalhadores estão susceptíveis aos riscos de acidentes de trabalho. A empresa é responsável pela adoção e uso das medidas coletivas e individuais de proteção e segurança da saúde do trabalhador, que visem minimizar e evitar o risco de acidentes. O aumento do número de pessoas circulando próximo às áreas vegetadas também poderá ocasionar encontros com animais.

A gestão da segurança dentro do canteiro é de relevante importância pois interfere diretamente nas vidas ali envolvidas.

Um outro fator a enfatizar é que haverá incremento do tráfego decorrente do aporte de insumos e equipamentos necessários à execução das obras. A intensificação do tráfego poderá representar situações de risco à população local, que estará sujeita a acidentes. Nesse sentido, é necessário ater-se às mais diversas ocorrências de acidentes de trabalho que podem ocorrer durante a fase de implantação. Contudo, nas estradas locais que conduzem à obra, as alterações não deverão ocorrer, pois o transporte de material será dentro da área do canteiro de obras.

A desativação do empreendimento fará com que cessem as causas desse impacto, reduzindo a zero a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Tabela 10.20: Avaliação do impacto do aumento na demanda da saúde pública.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Imediato
Duração	Temporário
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Média

10.2.1.2.1 Medidas Mitigadoras

A empresa é responsável pela adoção e uso das medidas coletivas e individuais de proteção e segurança da saúde do trabalhador, que visem minimizar e evitar o risco de acidentes. A gestão da segurança dentro do canteiro é importante pois interfere diretamente nas vidas ali envolvidas. Em casos de emergência, a AII conta com o Hospital de Pronto Socorro – HPS localizado na área urbana de General Carneiro.

Tabela 10.21: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa ambiental para construção; - Programa de gestão ambiental; - Programa de comunicação social.

10.2.1.3 Interferência na Malha Viária Local e na Infraestrutura Pública

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID/AII

Com o início das obras haverá alteração em relação ao trânsito nas vias de acesso ao local do empreendimento e incremento de tráfego decorrente do aporte de insumos e equipamentos necessários à execução das obras. O aumento do fluxo de veículos durante a implantação, associado ao peso transportado, poderá danificar às estradas existentes. Neste contexto, haverá melhorias na infraestrutura de acesso ao local da CGH sempre que necessárias e durante a operação esse fluxo diminuirá consideravelmente, no entanto não deixa de existir.

Vale salientar ainda que a área de alague não atingirá nenhuma benfeitoria e/ou sistema de infraestrutura, assim como não haverá sobreposição das estruturas viárias novas e existentes.

Outro ponto importante diz respeito a atenção às situações de perigo de acidentes com a população local e aos próprios trabalhadores.

Tabela 10.22: Avaliação do impacto de interferência na malha viária local.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Imediato
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

10.2.1.3.1 Medidas Mitigadoras

Ações necessárias para a gestão desse impacto contam com parcerias e atividades desenvolvidas pelo empreendedor, tais como, intensificar a sinalização de trânsito, sinalização das obras, divulgação de alterações e atividades a comunidade local, respeitar

a capacidade de suporte do pavimento, e aplicar o PAC (Manutenção de acessos e vias utilizadas) e o programa de Educação Ambiental e Comunicação Social.

Tabela 10.23: Classificação das medidas o impacto de pressão sobre a infraestrutura viária.

Critério	Descrição
Natureza	Negativa
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Curto prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de educação ambiental; - Programa de comunicação social; - PAC (manutenção de acessos e vias utilizadas).

10.2.1.4 Emprego e Renda

Fase: Instalação **Local**: AII

Para boa parte do processo de implantação do empreendimento serão utilizados trabalhadores especializados em operar maquinários, mas também serão necessários outros, para serviços gerais. Nesse caso, poderá haver recrutamento na região, propiciando um aumento da oferta de emprego.

Durante a fase de implantação estima-se que haverá em torno de 40 funcionários diretos e permanentes trabalhando na obra, incluindo operadores de máquinas e obra civil. Nesse caso, poderá haver recrutamento na região propiciando um aumento da oferta de emprego. De acordo com o projeto básico, na fase de operação haverá apenas um (01) funcionário para realizar as manutenções preventivas, uma vez que a CGH Gentil Amigo funcionará por tele controle, apresentando um centro de operação remota. Haverá ainda serviços terceirizados esporádicos, portanto, intermitentes compreendendo as manutenções corretivas, manutenções especializadas e vigilância patrimonial eletrônica.

Com esse incremento populacional haverá aumento na procura por atividades do setor de serviços e comércio dos municípios atingidos, tais como abastecimento de combustíveis, reparação de máquinas e veículos, alimentação e hospedagens, o que levará a uma pressão para a adequação dos empresários locais na nova configuração das atividades econômicas exercidas, mediante a criação ou a ampliação da prestação de serviços à população. Dessa forma, haverá um aumento da arrecadação de impostos e taxas, provocadas pelo crescimento das atividades econômicas, dos empregos e da renda.

Esse aumento, de natureza positiva, acarretará, ainda que temporariamente, um aquecimento da economia local, com o surgimento de pequenos comércios, como bares, restaurantes e pensões, melhorando as oportunidades de emprego formal e informal. Contudo, esse impacto, embora seja positivo, está associado ao aumento da população, o que pode causar outros impactos, de natureza negativa.

Tabela 10.24: Avaliação do impacto de mão de obra e geração de empregos.

Atributo	Qualificação
Natureza	Positiva

Atributo	Qualificação
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa

10.2.1.4.1 Medidas Mitigadoras

Para gerenciamento desse impacto ambiental, é sugerível ações de comunicação entre o empreendedor e as comunidades locais, visando a contratação de mão de obra local, em especial das áreas rurais no entorno do empreendimento.

Tabela 10.25: Classificação das medidas para mão de obra e geração de empregos.

Critério	Descrição
Natureza	Otimizadora
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Médio prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social.

10.2.1.5 Alteração da Arrecadação de Impostos

Fase: Operação **Local**: AII

Haverá na fase de operação um aumento na arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do município de General Carneiro e crescimento de recolhimento de Imposto sobre Serviço de qualquer natureza (ISS), devido ao aquecimento do setor de prestação de serviços e de comércio local. Com a dinamização das atividades econômicas no município e a instalação do canteiro de obras, ocorrerá o aumento na arrecadação desses tributos, ocasionando modificações nos índices de participação na divisão dos recursos entre União, Estado e Município.

Tabela 10.26: Avaliação do impacto de arrecadação de tributos.

Atributo	Qualificação
Natureza	Positiva
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Grande

Atributo	Qualificação
Probabilidade de ocorrência	Certa

10.2.1.5.1 Medida Mitigadora

Executar os Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental e priorizar o comércio local para fornecer suprimentos.

Tabela 10.27: Classificação das medidas para arrecadação de tributos e incremento na dinâmica da renda local.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Operação
Mitigação	Médio prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.2.1.6 Alteração das Atividades Comerciais e Serviços

Fase: Instalação **Local**: AII

O aumento temporário da densidade demográfica local possibilita o aumento da ocorrência de doenças e consequentemente uma possível sobrecarga no sistema de saúde.

No que se refere à Covid-19 e demais doenças transmissíveis, torna-se necessário ainda orientar os trabalhadores e a população do entorno quanto aos riscos de contágio, importância da vacinação e medidas de prevenção. Deve-se observar os decretos e normativas municipais sobre as normas aplicáveis aos estabelecimentos no enfrentamento de surtos epidêmicos da doença. Todos esses fatores devem ser levados em conta por impactar diretamente a infraestrutura de saúde.

Em casos de emergência o município é atendido por um Hospital de Pronto Socorro – HPS.

Tabela 10.28: Avaliação do impacto do aumento na demanda da saúde pública.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Alta

10.2.1.6.1 Medidas Mitigadoras

Executar o Programa de comunicação social e educação ambiental, também criar um código de conduta para os trabalhadores da obra com orientações sobre os riscos de contágio da Covid-19 e outras doenças e respectivas medidas de prevenção.

Tabela 10.29: Classificação das medidas para o impacto de cotidiano das comunidades próximas à obra.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Curto prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.2.1.7 Interferência do Empreendimento na ADA e AID de Comunidades Tradicionais e Interferência em Sítios com Valor Arqueológico e Paisagístico

Fase: Instalação **Local**: ADA/AID

Em pesquisa prévia realizada e indicada nos itens 10.1.16 e 10.1.17 não foram identificadas comunidades tradicionais ou sítios com valor arqueológico e paisagístico na ADA e AID do empreendimento. Contudo, a modificação do terreno (na fase de construção) devido aos trabalhos de engenharia podem expor objetos e/ou sítios arqueológicos. Caso sejam encontrados elementos de interesse arqueológico na área, as obras serão imediatamente interrompidas.

Enfatiza-se que, no momento, não são previstas interferências em patrimônios materiais e culturais por conta da instalação da CGH Gentil Amigo.

Tabela 10.30: Avaliação do impacto de e danos no patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paleontológico.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Temporário
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Baixa

10.2.1.7.1 Medidas Mitigadoras

Como não há registro ou menções a patrimônios culturais imateriais nas áreas de influência do empreendimento, será realizada a comunicação social acerca do assunto bem como

fará parte do conteúdo programático de educação ambiental, visando sensibilizar trabalhadores da obra e população local acerca do assunto.

Tabela 10.31: Classificação das medidas e danos no patrimônio histórico, cultural, arqueológico e paleontológico.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Implantação
Mitigação	Médio prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.2.1.8 Alteração do Potencial Turístico e Lazer

Fase: Instalação/Operação **Local**: ADA/AID/AII

Em pesquisa realizada com os proprietários afetados, verificou-se que as áreas atingidas pelo empreendimento não possuem nenhum uso turístico ou de lazer atualmente. Deste modo, a implantação do empreendimento e criação do reservatório pode se tornar um atrativo para a comunidade local, proporcionando um local de lazer. Para verificar a efetividade deste potencial deve-se realizar estudo futuro detalhado. Por hora, indica-se que este é um impacto positivo e que devem ser tomadas medidas para garantir a proteção das possíveis áreas destinadas a turismo e lazer.

Tabela 10.32: Avaliação do impacto de alteração do potencial turístico e lazer.

Atributo	Qualificação
Natureza	Positiva
Forma	Direta
Temporalidade	Médio prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Média

10.2.1.8.1 Medidas Mitigadoras

Caso futuramente seja avaliada a existência de potencial turístico na região, devem ser tomadas medidas para garantir a proteção das áreas. Dentre essas medidas cita-se a instalação de placas informativas e a implantação do programa de comunicação social e educação ambiental, visando sensibilizar trabalhadores da obra e população local acerca do assunto.

Tabela 10.33: Classificação das medidas para a alteração do potencial turístico e de lazer.

Critério	Descrição
Natureza	Preventiva
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Operação
Mitigação	Médio prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.2.1.9 Produção de Conhecimento Cientifico ou Cultural

Fase: Instalação/Operação **Local**: AII

O meio ambiente (flora e fauna) são bens de uso comum da população brasileira segundo a Constituição Federal de 1988, desta forma, o impacto da implantação e operação do empreendimento na fauna e flora locais traz prejuízos inclusive a população através da alteração de habitats e morte ou afugentamento da fauna do local, que perde o contato e a possibilidade de conhecimento sobre a biodiversidade local através de pesquisas nas áreas afetadas.

Por outro lado, o inventário e monitoramento ambiental, fornece subsídio para conhecimento da biodiversidade local, com utilização de métodos em concordância aos órgãos ambientais competentes. Além disso, as recuperações das áreas degradadas e compensação ambiental têm o objetivo de retornar o ambiente local para qualidades aceitáveis para a biodiversidade. Desta forma, apesar de se apresentar como um impacto de natureza negativa, a aplicação das medidas mitigadoras propostas a seguir são capazes de alterar esta realidade.

Tabela 10.34: Avaliação do impacto sobre a produção de conhecimento cientifico ou cultural.

Atributo	Qualificação
Natureza	Negativa
Forma	Indireta
Temporalidade	Longo prazo
Duração	Permanente
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Importância	Média
Probabilidade de ocorrência	Alta

10.2.1.9.1 Medidas Mitigadoras

Objetiva-se a divulgação dos resultados sobre a biodiversidade local em comunicações sociais e através da educação ambiental, além de disponibilizar dados dos levantamentos florísticos e faunísticos através de plataforma que possibilite a consulta pública, que poderá ser utilizada como fonte de dados para produção científica e cultural.

Tabela 10.35: Classificação das medidas para a produção de conhecimento cientifico ou cultural.

Critério	Descrição
Natureza	Remediadora
Área de Aplicação	Local
Etapa de Aplicação	Operação
Mitigação	Longo prazo
Responsável pela Medida	Empreendedor
Programas Básicos ambientais relacionados	- Programa de comunicação social; - Programa de educação ambiental.

10.3 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS – MEIO SOCIOECONÔMICO

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
Socioeconômico	População	Interferência nas Propriedades Afetadas	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	M	C	16	Forte	Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Interferência do Empreendimento na ADA e AID de Comunidades Tradicionais e Interferência em Sítios com Valor Arqueológico e Paisagístico	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	B	4	Fraca	Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Risco de Acidentes com os Operários e a População	X		Neg	Ind	IM	Temp	IRR	ADA/AID	B	M	M	4	Fraca	Programa ambiental para construção Programa de educação ambiental
		Produção de Conhecimento Cientifico ou Cultural	X	X	Neg	Ind	LP	Perm	REV	AII	B	M	A	4	Fraca	Programa de comunicação social Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
	Infraestrutura	Interferência na Malha Viária Local e na Infraestrutura Pública	X		Neg	Ind	IM	Perm	IRR	ADA/AID/AII	B	M	B	8	Moderada	Programa de educação ambiental Programa de comunicação social PAC (Manutenção de acessos e vias utilizadas)
		Alteração das Atividades Comerciais e Serviços	X		Neg	Ind	MP	Temp	REV	AII	M	M	A	4	Fraca	Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
	Economia	Emprego e Renda	X		Pos	Ind	MP	Temp	REV	AII	M	M	C	4	Fraca	Programa de comunicação social
		Alteração da Arrecadação de Impostos		X	Pos	Dir	MP	Perm	REV	AII	M	G	C	12	Moderada	Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Alteração do Potencial Turístico e Lazer	X	X	Pos	Dir	MP	Perm	REV	ADA/AID/AII	M	M	M	8	Moderada	Programa de comunicação social Programa de educação ambiental

Legenda																									
Critérios	Natureza		Forma		Temporalidade				Duração		Reversibilidade		Abrangência			Magnitude			Importância			Probabilidade			
Abreviação	Neg	Pos	Dir	Ind	IM	CP	MP	LP	Temp	Perm	REV	IRR	ADA	AID	AII	B	M	A	P	M	G	B	M	A	C
Significado	Negativa	Positiva	Direta	Indireta	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Área Diretamente Afetada	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta	Baixa	Média	Alta	Pequena	Média	Grande	Baixa	Média	Alta	Certa

10.4 MEDIDAS MITIGADORAS

10.4.1 Programa de Comunicação Social

10.4.1.1 Apresentação e Justificativa

Este programa é proposto como medida de prevenção e controle dos possíveis impactos decorrentes da implantação dos empreendimentos junto às comunidades locais e pessoas presentes na área de influência da CGH Gentil Amigo.

A implantação de aproveitamentos hidrelétricos pode alterar a situação demográfica, as relações humanas, sociais, culturais, econômicas e políticas nas regiões onde são inseridos. As ações dos empreendedores geram impactos que devem ser minimizados e compensados. Assim sendo, a implantação deste programa justifica-se pelo compromisso do empreendedor em prover condições para diminuir os efeitos dos impactos negativos e potencializar os efeitos dos impactos positivos, com ações de informação e reordenamento das relações que forem alteradas.

10.4.1.2 Objetivos

10.4.1.2.1 Objetivos Gerais

Entre os principais objetivos está repassar informações à população das áreas a serem atingidas pelo empreendimento relacionadas a cada fase da implantação, bem como às mudanças que poderão alterar a dinâmica de vida local; criar canais de comunicação sistemática entre o empreendedor, o poder público e as entidades representativas das comunidades envolvidas; discutir com a comunidade suas expectativas e anseios em relação às obras.

Este programa é visto como de grande importância à população, pois tem seu foco nos esclarecimentos em geral sobre a obra e suas interferências, tanto aquelas das áreas atingidas como as do entorno.

10.4.1.2.2 Objetivos Específicos

- Promover informações atualizadas na fase de planejamento tendo em vista diminuir expectativas criadas na população atingida em relação a implantação do empreendimento;
- Promover oferta de emprego com o recrutamento de moradores locais quando possível;
- Absorver o maior número de informações sobre a área afetada, em especial setor de saúde, serviços e segurança;
- Minimizar os riscos de acidente relativos principalmente às atividades no ambiente, interagindo com a comunidade local e trabalhadores envolvidos nas obras;
- Trabalhar com os funcionários temas referentes à convivência comunitária, respeito ambiental e saúde;

- Promover informações atualizadas quanto as etapas executivas e atividades de controle ambiental realizadas na instalação e operação dos empreendimentos.

10.4.1.3 Metodologia

O programa de comunicação social deve ser o principal instrumento de divulgação, informação e de esclarecimentos a respeito das obras e atividades de instalação da CGH, e posterior operação.

Para uma comunicação clara e precisa é importante que se utilize diferentes veículos de informação, visando abranger os diferentes grupos de interesse, assim como, material gráfico disponibilizado de forma acessível e esclarecedora.

O programa de comunicação social será executado concomitante com as atividades do programa de educação ambiental, portanto, a linguagem do material deverá ser clara, com informações simples, para que possam ser facilmente compreendidas pelos diferentes grupos de interesse.

Devem também, de forma imprescindível, serem verdadeiras e fiéis à realidade do empreendimento.

10.4.1.3.1 Procedimentos

10.4.1.3.1.1 Ações Básicas para Divulgação

Utilização de informação em massa (imprensa local: rádios e jornais) – Informações importantes que tenham como objetivo a divulgação em massa poderão ser veiculadas em rádios e jornais locais visando assegurar ampla divulgação, como por exemplo, a divulgação de assunto, data, local e hora das reuniões abertas à comunidade e demais esclarecimentos pertinentes.

10.4.1.3.1.2 Reuniões com os Grupos de Interesse

Foco em promover discussões e esclarecimentos a respeito do empreendimento com representantes da comunidade. As reuniões iniciarão com antecedência de 30 dias antes do início das obras.

As reuniões deverão ser comprovadas por lista de presença e registro fotográfico. Além disso, deverão ser acompanhadas por profissionais que possam prestar informações e esclarecimentos adequados aos participantes.

As atividades relacionadas a CGH e pertinentes à população deverão ser divulgadas de forma ampla e clara. Todas as reuniões deverão ser definidas por meio de um roteiro básico adequado segundo as demandas dos grupos de interesse.

10.4.1.3.1.3 Informativos Impressos (Panfletos e Cartilhas Educativas)

Enfoque em especial na descrição das atividades, aspectos ambientais da área de influência do empreendimento; impactos ambientais efetivos e potenciais da atividade;

medidas mitigadoras e legislação aplicável ao empreendimento com linguagem adequada que possibilite a compreensão dos segmentos atingidos. Os materiais impressos deverão distribuídos nas reuniões com os grupos de interesse.

10.4.1.3.1.4 Blog de Comunicação

Canal de acesso às informações atualizadas das obras e atividades ambientais realizadas no empreendimento, informações sobre o licenciamento ambiental, (como disposição para consulta da documentação e licenças dos projetos). Será um canal de livre acesso e fácil atualização.

10.4.1.3.2 Público-alvo

- População da Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada;
- Órgão e/ou entidades governamentais interessadas;
- Organizações da sociedade civil;
- Setor empresarial.

10.4.1.3.3 Recursos Materiais e Humanos

Será necessária mão de obra técnica qualificada para elaboração, produção e divulgação de informações pertinentes ao empreendimento, visando a qualidade informativa do material gráfico distribuído.

Recursos financeiros serão necessários para divulgação nos meios de comunicação em massa, tendo em vista que serão utilizadas cartilhas, informativos, palestras e audiência pública.

10.4.1.3.4 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

O desenvolvimento do Programa de Comunicação Social atenderá aos ditames apresentados nos seguintes documentos legais:

- Lei Federal n° 6.938/81 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providencias;
- Lei Federal n° 7.347/98 - Disciplina a Ação Civil Pública de Responsabilidade Por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a Bens e Direitos de Valor Artístico, Estético, Histórico, Turístico e Paisagístico (Vetado) e dá outras Providências;
- Lei Federal n° 9.795/99 - Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências;

- Lei Federal n° 9.605/98 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (Lei de Crimes Ambientais).

10.4.1.4 Resultados Esperados

- Inclusão do público alvo nas atividades de comunicação social;
- Manter canal de informações e esclarecimentos atualizados para o público alvo;
- Realização de reuniões com os grupos de interesse;
- Distribuição de informativos impressos na fase de construção;
- Publicar e veicular informações nos jornais e rádios da Área de Influência do empreendimento;
- Bem informar com intuito de evitar qualquer tipo de acidente com a comunidade durante as fases do empreendimento;
- Realizar palestras e treinamento para a força de trabalho envolvida na construção na manutenção do empreendimento de acordo com normas de conduta visando menor impacto com a comunidade;
- Abranger a totalidade dos grupos de interesse diretamente atingidos pelo empreendimento por meio de diferentes mecanismos já implementados pelo Setor de Comunicação Social da Empresa.

10.4.1.5 Indicadores de Sucesso

- Número de informativos distribuídos/ número de acessos aos blogs;
- Número de participantes nas reuniões por meio de listas de presenças;
- Atualização do número de colaboradores envolvidos na obra;
- Número de comunidades abrangidas.

10.4.1.6 Inter-Relação com Outros Planos e Programas

Devido à interface com os temas que constituem os objetos dos trabalhos deste programa, o mesmo será executado em articulação com outros programas ambientais tais como:

- Programa ambiental para a construção;
- Programa de gerenciamento de resíduos;
- Programa de gestão ambiental;
- Programa de educação ambiental.

10.4.1.7 Etapa dos Empreendimentos

Este programa deverá ser implantado antes do início das obras civis e se estender até o início da geração de energia.

10.4.1.8 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL																							
AÇÕES	1º Ano												2º Ano										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Identificação das demandas locais																								
Divulgação das informações																								
Elaboração e entrega do relat. semestral ao órgão ambiental																								
Entrega do relat. final de conclusão da obra na (LI)																								

10.4.1.9 Responsáveis pela Implantação do Programa

A implantação será de responsabilidade do empreendedor, que poderá contratar instituição ou empresa para executar, além de estabelecer convênios ou parcerias com instituições públicas ou privadas.

10.4.1.10 Sistemas de Registros

O programa conta com a elaboração de um relatório de monitoramento, que poderá ser anual, contendo os resultados das campanhas trimestrais executadas no monitoramento ambiental a ser protocolado no órgão ambiental. No relatório deve conter registros dos indicadores, listas de presença das reuniões e atas realizadas, registro fotográficos entre outras informações consideradas importantes para o licenciamento.

10.4.2 Programa de Educação Ambiental

10.4.2.1 Apresentação e Justificativa

A implantação deste programa justifica-se tendo em vista o compromisso que o empreendedor assume de prover condições para diminuir os efeitos dos impactos

negativos e potencializar os efeitos dos impactos positivos. Para tanto, devem ser realizadas ações de ordenamento das relações que forem alteradas decorrentes da instalação da CGH e que podem afetar a qualidade ambiental e servir de precedente para ações e condutas não adequadas à conservação ambiental.

Os trabalhos de educação ambiental deverão ser realizados em conjunto com o Programa de Comunicação Social, tendo como foco principal funcionários que participarão da instalação do empreendimento, moradores vizinhos ao empreendimento e estudantes da área afetada.

10.4.2.2 Objetivos

10.4.2.2.1 Objetivos Gerais

Disseminar conhecimento e informações de cunho conservacionista com enfoque dos impactos do empreendimento voltadas à conscientização dos problemas ambientais e a solução adequada para tais.

10.4.2.2.2 Objetivos Específicos

- Conscientizar a população afetada pelo empreendimento sobre a necessidade de conservação ambiental;
- Promover conhecimento à população afetada sobre os impactos causados pela obra;
- Identificar problemas ambientais relacionados ao empreendimento e comunidade local.

10.4.2.3 Metodologia

Para a execução do programa será selecionada uma equipe própria e capacitada para tal realização ou equipe ligada à empresa contrata para a realização dos programas ambientais. Todas as ações e atividades realizadas pelos técnicos da área ambiental e técnicos de demais áreas deverão estar de acordo com o descrito e planejado no estudo ambiental proposto para a obra em questão.

Abrangem neste contexto, tanto conhecimentos teóricos e as práticas de educação ambiental, quanto as informações específicas sobre o projeto do empreendimento, a região onde serão implantados, bem como as características da população do entorno. Desta forma, podem atuar nas diversas esferas do processo, como em escolas, comunidade e canteiro de obra do empreendimento.

O Programa de Educação Ambiental será constituído por quatro áreas:

- Educação ambiental no canteiro de obra;
- Educação ambiental no ensino formal;
- Educação ambiental nas comunidades;

- Educação em saúde e boas práticas no trabalho.

10.4.2.3.1 Público-Alvo

- Trabalhadores e técnicos envolvidos na obra;
- Moradores, professores e alunos da rede pública de ensino da Área de Influência Direta.

10.4.2.3.2 Recursos Materiais e Humanos

Para a efetivação do programa faz-se necessária mão de obra técnica qualificada para aplicação de atividades educativas e divulgação de informações pertinentes sobre o empreendimento.

Para os recursos humanos deve haver uma equipe que realize trabalhos de educação ambiental e comunicação social. São necessários também canais de comunicação como cartilhas, informes, palestras, audiências públicas, assim como blog com a divulgação de informações, ações e atividades desenvolvidas no empreendimento nas diferentes fases.

10.4.2.3.3 Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

O desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental deverá atender os seguintes documentos legais:

- Constituição Federal, Artigo 255, que determina a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino;
- Lei 9795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Em seu Artigo 5º esta Lei discrimina como objetivos fundamentais da educação ambiental.

10.4.2.4 Resultados Esperados

- Inclusão do público alvo nas ações de educação ambiental;
- Organizar conteúdo para a produção de material com teor informativo e preservacionista dando condições à população afetada a ter conhecimento de melhores práticas ambientais;
- Levar conhecimento com ações e atividades de educação ambiental aos envolvidos com o empreendimento.

10.4.2.5 Indicadores de Sucesso

- Número de alunos alcançados pelo programa de educação ambiental;

- Número de colaboradores que se mantêm atualizados com as metas e objetivos do programa, tendo em vista à troca de efetivo que pode ocorrer durante a execução da obra;
- Número de comunidades abrangidas pelo programa.

10.4.2.6 Inter-Relação com Outros Planos e Programas

Pelas suas numerosas interfaces com os temas que constituem os objetos dos trabalhos de diversos programas ambientais, o Programa de Educação Ambiental será executado em articulação com outros programas ambientais tais como:

- Programa Ambiental para a Construção;
- Programa de Gerenciamento de Resíduos;
- Programa de Gestão Ambiental;
- Programa de Comunicação Social.

10.4.2.7 Etapa dos Empreendimentos

Este programa deverá ser implantado desde o início das obras civis até o início da geração de energia.

10.4.2.8 Cronograma de Execução

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL																								
AÇÕES	1º Ano												2º Ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Identificação das demandas locais																								
Divulgação das informações																								
Negociação e articulação interinstitucional																								
Elaboração e entrega do relat. semestral ao órgão ambiental																								

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL																							
AÇÕES	1º Ano												2º Ano										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Entrega do relat. final de conclusão da obra na (LI)																								

10.4.2.9 Responsáveis pela Implantação do Programa

A implantação desse programa será de responsabilidade do empreendedor, que poderá contratar uma instituição ou empresa para executar. Além disso, pode estabelecer convênios ou parcerias com instituições públicas ou privadas para sua implantação.

10.4.2.10 Sistemas de Registros

Esse programa conta com a elaboração de um relatório de monitoramento que poderá ser anual, apresentando resultados das campanhas trimestrais executadas no monitoramento ambiental, assim como, registros de informações, lista de presença de reuniões e demais participantes envolvidos no estudo.

10.4.3 Plano Ambiental para Construção

O Programa de Ambiental para Construção está disponível no item 1.1.4.7 das medidas mitigadoras do Volume II – Meio Físico, do presente estudo.

10.4.4 Programa de Gestão Ambiental

O Programa de Gestão Ambiental está disponível no item 1.1.4.7 das medidas mitigadoras do Volume II – Meio Físico, do presente estudo.

11 ANÁLISE INTEGRADA DO EMPREENDIMENTO

11.1 INTRODUÇÃO

A Análise Integrada de um empreendimento representa importante item em uma Avaliação de Impactos Ambientais por trazer à luz a dinâmica atual das áreas de influência que foram definidas para os empreendimentos. Com foco na dinâmica de inserção dos empreendimentos, a Análise Integrada retrata, por meio da análise conjunta dos diagnósticos obtidos dos meios físico, biótico e socioeconômico, a situação da área de influência sem a interferência do empreendimento, com a atuação única dos fatores de pressão já existentes no local. Uma sobreposição das características desse ambiente é realizada para que seja obtida a qualidade ambiental local, indicando áreas de sensibilidade, que, aliadas à implantação do empreendimento com seus impactos positivos e negativos, refletirá no Prognóstico Ambiental da Área.

11.2 OBJETIVOS

11.2.1 Objetivo Geral

Esta análise visa integrar as informações sobre os aspectos inseridos nos meios analisados (físico, biótico e socioeconômico) da área de influência, priorizando uma interpretação da situação atual do estado de conservação e de alteração ambiental da área em estudo

11.2.2 Objetivos Específicos

- Contemplar as relações e interações entre os meios físico, biótico e socioeconômico;
- Analisar as condições ambientais;
- Permitir a posterior identificação e a avaliação dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento;
- Avaliar a situação atual da qualidade ambiental da área de influência;
- Considerar a possibilidade de perdas e ganhos ambientais com o desenvolvimento da região.

11.3 METODOLOGIA

Inicialmente, foi definida a abrangência de estudo da análise integrada, que está delimitada pela área de influência direta definida para os três meios em estudo. Na análise da CGH Gentil Amigo são detalhados os resultados do diagnóstico para a área do empreendimento.

A caracterização do empreendimento seguiu-se o estabelecido pelo termo de referência para elaboração de plano de controle ambiental – PCA para empreendimentos hidrelétricos (TR2 – PCA). Desta forma, a caracterização e prognósticos ambientais, bem como

medidas mitigadoras, foram consideradas e divididas em Meio Físico, Meio Biótico e Meio Socioeconômico.

Os dados constantes no diagnóstico ambiental do estudo foram utilizados como base para construção da análise integrada, com ênfase nos dados relacionados à área de implantação do empreendimento e região. Assim, são relacionados os principais itens constantes no diagnóstico e que deverão influenciar na tomada de decisão para elaboração dos impactos ambientais relacionados à implantação da CGH Gentil Amigo.

Para o prognóstico ambiental, adotou-se a metodologia de análise de impacto ambiental considerando os componentes ambientais afetados (meios físico, biótico e socioeconômico), apresentando subdivisões temporais, proporcionando avaliações para as fases de planejamento, implantação e operação. A estruturação da metodologia se desenvolveu objetivando uma análise integrada sobre os compartimentos ambientais considerando-se três etapas, a saber:

- Etapa 1: Identificação das ações geradoras de impactos ambientais e correlação entre cada uma das atividades previstas com os respectivos aspectos ambientais;
- Etapa 2: Identificação, caracterização e avaliação dos possíveis impactos ambientais do empreendimento, e o efeito sinérgico na área de estudo;
- Etapa 3: Proposição de medidas que visam ações mitigadoras, compensatórias e/ou indutoras e elaboração dos Programas de Controle e Monitoramento relacionado aos impactos ambientais.

A primeira etapa consistiu na identificação das ações potencialmente causadoras de impactos, para os meios físico, biótico e antrópico. Estas ações guardam estreita correspondência com as atividades de implantação e operação do empreendimento, e são variáveis dependentes, uma vez que se vinculam à natureza e ao porte dos mesmos.

Uma vez definidos os fatores geradores, a avaliação de cada atividade foi feita considerando critérios como a duração, reversibilidade, magnitude e importância, valorando-as e obtendo uma classificação de significância (critérios descritos a seguir). A partir daí foi elaborada a matriz de identificação de impactos, que discrimina as ações correspondentes, correlacionando-os aos principais componentes ambientais suscetíveis aos efeitos da implantação da CGH, isolando o efeito sinérgico dos aproveitamentos já existentes a montante e a jusante do empreendimento em seu curso hídrico, com base em reuniões multidisciplinares com os especialistas envolvidos efetivamente no estudo.

A análise dos impactos ambientais foi produzida a partir de uma adaptação da Matriz de Leopold (LEOPOLD *et al*., 1971), que define os impactos como tendo dois atributos fundamentais: magnitude, definida como a grandeza em escala espaço-temporal da interação das ações e a importância (ou significância), definida como a intensidade do efeito na área de influência de cada empreendimento.

A metodologia utilizada foi consolidada seguindo o exposto na Resolução Conama nº 001/86, que observa:

> *"Análise dos impactos ambientais, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas*

propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais".

A matriz de identificação de impactos tem como estruturação básica os componentes dos seguintes conjuntos de variáveis: de um lado as ações necessárias à implantação e operação e, de outro, os componentes ambientais referentes aos meios físico, biótico e socioeconômicos, passíveis de sofrerem os efeitos dessas ações.

Dessa forma, o desenvolvimento da análise dos impactos foi baseado na ordem apresentada a seguir:

- Conhecimento do empreendimento e atividades previstas. nessa etapa, a equipe responsável pela elaboração deste EIA analisou os principais aspectos técnicos dos empreendimentos e os procedimentos construtivos elaborados para o desenvolvimento das obras, sendo identificadas todas as atividades previstas que implicassem potenciais;
- Diagnóstico das áreas de influência/seleção dos elementos de análise: nessa etapa foi realizada uma análise da caracterização e do diagnóstico das Áreas de Influência do empreendimento, considerando os pontos de vista referentes às áreas de conhecimento relacionadas aos meios físico, biótico e antrópico, para então selecionar aqueles que poderão apresentar uma importância maior, em função do tipo de empreendimento proposto.
- Definição de critérios: conforme a Matriz de Impactos, apresentada ao final de cada capítulo de prognósticos de cada meio, se adotando os seguintes critérios:
    - **Meio**: podendo ser físico, biótico ou socioeconômico, indica sobre qual meio o impacto irá surtir seus efeitos. Em alguns casos o impacto poderá afetar mais de um meio simultaneamente;
    - **Local**: podendo ser água, solo, ar, flora, biota, e etc., indica sobre qual particularidade do meio ambiente é afetada identificando com maios precisão o impacto;
    - **Impacto**: a descrição sucinta do impacto;
    - **Fase de ocorrência**: podendo ser nas fases implantação do empreendimento e/ou na fase de operação do empreendimento, indica em que fase do empreendimento o impacto se manifesta;
    - **Natureza**: podendo ser positiva ou negativa, indica se o impacto ambiental é benéfico ou adverso ao meio em que está sendo estudado;
    - **Forma de ocorrência**: podendo ser direta ou indireta, como se manifesta o impacto, ou seja, um impacto é direto se causado por uma atividade transformadora, e indireto se causado por outro, ou outros, impacto(s) ambiental(is);
    - **Temporalidade**: podendo ser imediato, curto prazo, médio prazo ou longo prazo, é critério utilizado para determinar a variação temporal entre a manifestação do impacto e a ocorrência da ação impactante, seja ela uma atividade transformadora ou outros impactos ambientais;

- **Duração**: podendo ser permanente ou temporário, é o critério que indica se o tempo de duração do impacto é permanente, onde o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido, é temporário, quando o efeito tem duração determinada, ou é cíclico, quando o impacto tem duração temporária e pode voltar a ocorrer periodicamente;
- **Reversibilidade**: podendo ser reversível ou irreversível, classifica os impactos segundo aqueles que, depois de manifestados seus efeitos. Os impactos reversíveis são aqueles que podem ser revertidos durante a Implantação e/ou Operação do empreendimento, enquanto os impactos irreversíveis são aqueles que, mesmo quando cessado o empreendimento, os seus efeitos continuam sendo sentidos. Este critério permite identificar que impactos poderão ser integralmente reversíveis a partir da implementação de uma ação de reversibilidade ou poderão apenas ser mitigados ou compensados;
- **Abrangência**: podendo ser ADA, AID ou AII, este parâmetro define a área de alcance que o impacto será sentido. Assim, define-se como impacto pontual aquele que terá o seu efeito restrito à Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento. O impacto local é aquele onde os seus efeitos serão sentidos na Área de Influência Direta (AID) de cada meio, enquanto o impacto regional é aquele cuja a zona de dispersão é a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento. Considerando que, a ADA está contida na AID e está na AII, logo quando um impacto está sendo descrito para Área de Influência Indireta, ele também ocorre na AID e ADA. O mesmo acontece com a Área de Influência Direta que abrangerá a ADA;
- **Magnitude**: podendo ser baixa, média ou alta, refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o ambiente, em relação ao estado de conservação, ou grau de distúrbio, atualmente existente. A magnitude de um impacto é, portanto, tratada exclusivamente em relação ao fator ambiental em questão, independentemente da sua importância por afetar outros fatores ambientais;
- **Importância**: podendo ser pequena, média ou grande, na medida em que tenha maior ou menor influência sobre o conjunto da qualidade ambiental local. Refere-se ao grau de interferência do impacto ambiental sobre diferentes fatores ambientais e a sua severidade, estando relacionada estritamente com a relevância da perda ou ganho ambiental, por exemplo, se houver extinção de uma espécie ou perda de um solo raro, embora de pouca extensão;
- **Probabilidade**: podendo ser baixa, média ou alta, é a probabilidade de ocorrência de um impacto é considerada baixa quando essa é considerada rara ou improvável. A probabilidade média é aquela onde os impactos tem uma ocorrência possível no empreendimento e a probabilidade alta é aquele onde o impacto é de provável ou certa ocorrência.

➢ Valoração dos impactos tomando-se como base os critérios duração, reversibilidade, magnitude e importância.

Desta forma, permitiu-se a criação de ponderação destes valores para classificação da significância dos impactos. A valoração dos impactos seguiu-se utilizando os seguintes critérios (Tabela 11.1):

Tabela 11.1: Critérios considerados para a valoração dos impactos.

Critérios	Classificação	Valor
Duração	Temporário	1
	Permanente	2
Reversibilidade	Reversível	1
	Irreversível	2
Magnitude	Baixa	1
	Média	2
	Alta	3
Importância	Pequena	1
	Média	2
	Grande	3

Com a multiplicação dos valores destes critérios para cada impacto, se obteve, portanto, a valoração para cada impacto, o que permitiu uma classificação de significância com base na seguinte regra (Tabela 11.2):

Tabela 11.2: Regras para classificação da significância dos impactos

Ponderação	Classificação de importância
1 a 4	Fraca
6 a 12	Moderada
16 ou 18	Forte
24 ou 36	Muito forte

A matriz de impactos para cada meio já foi apresentada em seus respectivos capítulos ao final de seus prognósticos, sendo apresentada neste uma matriz consolidada de impactos incluindo os meios Físico, Biótico e Socioeconômico.

11.4 ANÁLISE REGIONAL

11.4.1 Meio Físico

Para caracterizar de forma regional, é necessário analisar o estado do Paraná como um todo. Nas regiões oeste e central ocorre precipitação com distribuição mais uniforme ao longo do ano (NERY *et al*., 1996), semelhante ao constatado no estado de Santa Catarina, inclusive pela proximidade, conforme Monteiro (2001), possuindo diversos sistemas meteorológicos responsáveis por esse fator: frente fria, vórtices ciclônicos, cavados de níveis médios, convecção tropical, Zona de Convergência do Atlântico Sul e a circulação marítima. As massas de ar que interferem mais diretamente no Brasil, segundo o Anuário Estatístico do Brasil, do IBGE, são a Massa equatorial continental (mEc), Massa equatorial

atlântica (mEa), Massa tropical continental (mTc), Massa tropical atlântica (mTa) e a Massa polar atlântica (mPa), proporcionando as diferenciações climáticas. Na região da Bacia Hidrográfica da CGH Gentil Amigo as massas de ar que influenciam de maneira mais acintosa no clima são a massa Tropical Atlântica e a massa Polar Atlântica.

A área de estudo está inserida na Província/Bacia do Paraná, a qual está situada no sudoeste da Plataforma Sul-Americana com rochas datadas do Paleozoico ao Mesozoico. Geograficamente a Bacia está distribuída em oito estados do Brasil, sendo eles: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás, além do nordeste da Argentina, oeste do Paraguai e norte-noroeste do Uruguai, somando cerca de 1.400.000 km² no total (1.100.000 km² no Brasil e 300.000 km² nos demais países) (PEREIRA *et al*., 2012). A área de influência indireta apresenta duas unidades litoestratigráficas, a Formação Palmas cobre cerca de 42% da área de influência indireta da CGH Gentil Amigo e não abrange a área diretamente afetada do empreendimento (ARIOLI e LICHT, 2013; LICHT e ARIOLI, 2018). E o Membro General Carneiro, pertencente à Formação Vale do Sol está inserida em toda a área de influência da CGH Gentil Amigo, inclusive na ADA do empreendimento. Utilizando o mapeamento geológico de Arioli e Licht (2013) e Licht e Arioli (2018), esta unidade litoestratigráfica cobre 58% da AII.

De maneira regional, utilizando os polígonos cadastrados na ANM, a Formação Serra Geral contabiliza 2132 processos minerários das mais diversas substâncias, usos e fases. Vale destacar, que rochas ígneas vulcânicas, como o basalto, preenchem mais de 25% das substâncias cadastradas com interesse, em especial, para o uso de brita ou construção civil. Se tratando de forma local, o empreendimento analisado e suas áreas de influência abrange apenas um polígono cadastrado. Destacam-se os três processos minerários mais próximos da CGH Gentil Amigo: duas autorizações de pesquisa para cascalho e minério de cobre, e um requerimento de licenciamento com cascalho, destacando o processo 826520/2014, o qual se encontra inserido na AII do empreendimento.

A classificação prévia dos solos presentes na área diretamente afetada pelo empreendimento, foi baseada no mapeamento proposto pelo IBGE (2021), tendo em vista a sua escala mais detalhada de 1:250.000. Foram identificadas, inicialmente, duas classes de solo, posteriormente confirmadas em campo: Cambissolo Háplico Tb Distrófico e Nitossolo Bruno Aluminoférrico.

Utilizando a metodologia de Jansen *et al*. (2009), a mesma utilizada pelas publicações do CECAV que apontam o potencial para formação de cavernas de acordo com a litologia presente, toda a área de influência do empreendimento está classificada como Potencial Baixo para ocorrência de cavidades, tendo em vista a predominância de basalto e litologia semelhante no decorrer do local de influência do empreendimento.

A bacia da CGH Gentil Amigo está localizada no Rio São Manuel, afluente do Rio Jangada, possui uma área de drenagem de 60,00 km², com sua nascente na elevação 1.184,00 m, próxima ao divisor de águas com a bacia do Rio Iratim, nos municípios de General Carneiro e Bituruna, no PR. O Rio São Manuel percorre 18,3 km da sua nascente até a barragem da CGH Gentil Amigo, na elevação 1025,52 m.

Na bacia da CGH Gentil Amigo foi calculada a variação de declividade e observou-se que 34,80% e 35,99% do total de sua área apresentam declividades abaixo de 6% e 12%

respectivamente, o que resulta em 70,79% da área com categoria de fragilidade ambiental muito fraca e fraca. As classes de fragilidade forte e muito forte perfazem apenas 6,26% da área total da bacia.

A bibliografia aponta a área de influência do empreendimento inserida no Aquífero Guarani e Aquífero Serra Geral, dois aquíferos que estão diretamente relacionados. Utilizando a descrição da MMA (2015), o Aquífero Guarani é caracterizado como um aquífero sedimentar representado pelos arenitos avermelhados, finos a médios, quartzosos, normalmente bimodais da Formação Botucatu, um conjunto de estratos eólicos que se encontram abaixo dos basaltos da Formação Serra Geral. Considerado o mais importante e estratégico aquífero do Paraná para o abastecimento público, o Aquífero Serra Geral é um aquífero fraturado representado por basaltos, dacitos, riolitos, depósitos hidrovulcanoclásticos e camadas de arenitos itertrapes, as quais confinam o aquífero Guarani (MMA, 2015).

11.4.2 Meio Biótico

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendiam originalmente por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro. Hoje os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Deste modo a localização da CGH Gentil Amigo encontra-se no domínio de vegetação compreendida como Mata Atlântica, e dentro deste em área fitogeográfica em Floresta Ombrófila Mista.

Para a avifauna, foram registradas 230 espécies provenientes de dados secundários, destas, 49 espécies foram registradas no inventário. Dentre estas espécies, apenas uma, a *Myiopsitta monachus* (Caturrita) não havia sido citada nos dados secundários. Desta forma, torna-se possível afirmar que foi amostrado cerca de 21,3% da avifauna com potencial ocorrência para a área amostral. Além disso, 15 espécies foram exclusivas da primeira campanha, e 13 ocorreram apenas na segunda campanha, em função de possível variação sazonal.

Quanto ao grupo da herpetofauna, foi registrado na amostragem 17 espécies de anfíbios e uma de réptil, totalizando 18 espécies, em que apenas *Dendropsophus nanus* (Pererequinha) não se encontrava citada em dados secundários para o local, sendo amostrado cerca de 24,3% das 74 espécies da herpetofauna de possível ocorrência para a região. Em comparação entre campanhas, apenas três espécies foram exclusivas da primeira, e a grande maioria, 13 espécies, foram registradas apenas na segunda campanha, resultado este certamente relacionado a variação sazonal, por conta das diferenças de temperaturas.

Relacionado a mastofauna, foi levantado 39 espécies com possível ocorrência na região, já durante os levantamentos, foram registradas apenas oito espécies, representando cerca de 20,5% da fauna local. Dentre estas, duas não constavam em dados secundários, o *Cabassous tatouay* (Tatu-de-rabo-mole) registrado por vestígio e *Myotis* sp., que possivelmente é uma das três espécies de *Myotis* presentes nos dados secundários. Entre

campanhas, apenas uma foi exclusiva da primeira campanha, enquanto que cinco foram exclusivas da segunda campanha.

Considerando os dados primários obtidos de ictiofauna, pode-se afirmar que das 131 espécies registradas para a bacia hidrográfica do Rio Iguaçu, foi registrado aproximadamente 8,3% da comunidade de peixes de possível ocorrência para a área de estudo (11 espécies). Destas, três foram amostradas apenas na primeira campanha, e seis foram exclusivas da segunda campanha.

11.4.3 Meio Sócioeconômico

Atualmente, o município de General Carneiro possui uma população de 13.669 habitantes, conforme estimativas do IBGE de 2010, em que 70% vive em área urbana e 30% na área rural. Sobre a faixa etária da população, conforme designa o IBGE, divide-se entre os jovens, que compreendem do nascimento até 19 anos; os adultos, dos 20 anos até 59 anos; e os idosos, dos 60 anos em diante. No município há um maior percentual (50,5%) de pessoas adultas, seguidos da população jovem (40,4%), ou seja, a maior parte da população de General Carneiro encontra-se em idade produtiva, situação semelhante à do estado paranaense.

O município apresenta uma extensão territorial de 1.071,183 km² e uma densidade demográfica de 12,77 habitantes por quilômetro quadrado, bem menor se comparada à densidade demográfica do Estado do Paraná que é de 52,4 habitantes por quilômetro quadrado. Ainda sobre os dados populacionais, verifica-se que a variação de General Carneiro nos anos de 2010 e 2022 apresentou-se com um decréscimo populacional de 2.607 habitantes, diferentemente. Um dos fatores preponderantes no processo de decréscimo ou diminuição do ritmo de crescimento da população do município são as migrações internas, na maior parte das vezes motivadas por fatores econômicos com deslocamentos em direção aos municípios maiores.

De acordo com o ranking estadual – IDH (2010), o município de General Carneiro possui índice de IDHM mediano (na faixa entre 0,600 e 0,699) com exceção ao IDHM relativo à longevidade, que é considerado muito alto (maior que 0,800), conforme pode-se observar na tabela abaixo. Esta última dimensão foi, portanto, a que mais contribuiu para aumentar o IDHM do município. Em contrapartida, a educação apresentou índice considerado baixo (0,532).

Em um raio de 10 km do barramento da CGH Gentil Amigo há um assentamento rural, o qual é atingido em uma área de apenas 1,7 km². Já no município de General Carneiro existem dois assentamentos rurais e uma unidade de conservação, os quais abrangem também o território de municípios vizinhos. Por fim, em um raio de 50 km de distância do barramento há apenas uma terra indígena (denominada Rio dos Pardos), compreendendo também três unidades de conservação e vinte e um assentamentos rurais.

11.5 ANÁLISE LOCAL

11.5.1 Meio Físico

Para a identificação das unidades litoestratigráficas presentes na área de influência da CGH Gentil Amigo, utilizou-se como base, o mapeamento para o Grupo Serra Geral disponibilizado pelo IAT de autoria de Licht e Arioli (2018) e Arioli e Licht (2013). A Formação Palmas presente na AII não se encontra na área diretamente afetada, a qual é representada pela Formação Vale do Sol – Membro General Carneiro. Em campo e conjuntamente com as análises em escritório, apesar de boa parte da litologia vista estar com grau considerável de intemperismo, foram observados afloramentos de corte de estrada, leito de estrada e encosta com basaltos de derrame tabular, coloração cinza escuro à cinza claro, textura fanerítica fina, equigranular, com difícil visualização dos minerais. Em algumas amostras foi possível observar alguns clastos de arenito proveniente da Formação Botucatu.

Em relação à geologia estrutural existente na CGH Gentil Amigo, o mapeamento feito por Arioli e Licht (2013), aponta dois lineamentos sobrepondo o empreendimento, sendo eles: Sistema Arco de Ponta Grossa (286,98Az) e Falhas Sintéticas do Sistema Lancinha-M.Agudo (72,98Az). Enquanto que o potencial paleontológico é baixo, estando o sítio mais próximo situado a cerca de 28,9 km distantes da CGH. A área de influência da CGH Gentil Amigo está situada em apenas uma subunidade morfoescultural denominada Planalto de Clevelândia.

O Planalto de Clevelândia ocupa toda a bacia hidrográfica que está inserida a área de influência da CGH Gentil Amigo. Conforme o mapeamento geomorfológico apresentado pela MINEROPAR em parceria com a UFPR (2006), a sub-unidade morfoescultural apresenta uma dissecação média, com declividade predominante de 12 – 30% e menores que 6%. Para as altitudes, o mapeamento em questão aponta máxima de 1.320m e mínima de 720m, resultando em um gradiente de 600m. Por fim, predominam topos aplainados com residuais de aplanação, vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em “V”, resultado do modelamento das rochas da Formação Serra Geral.

Analisando de forma mais pontual, dentro da AII do empreendimento, utilizando as curvas de nível disponibilizadas pelo IAT, o gradiente dentro da bacia hidrográfica é de 240m, com máxima altitude constatada de 1220m e mínima de 980m. Além disso, a declividade na AII também foi calculada com predomínio de 3 - 8%, o que caracteriza um relevo suave-ondulado, além disso também foram constatadas consideráveis áreas que se enquadram como plana e ondulada e de forma pontual a área de interesse apresenta característica forte ondulada. As Figura 11.1 e Figura 11.2 apresentam os resultados citados.

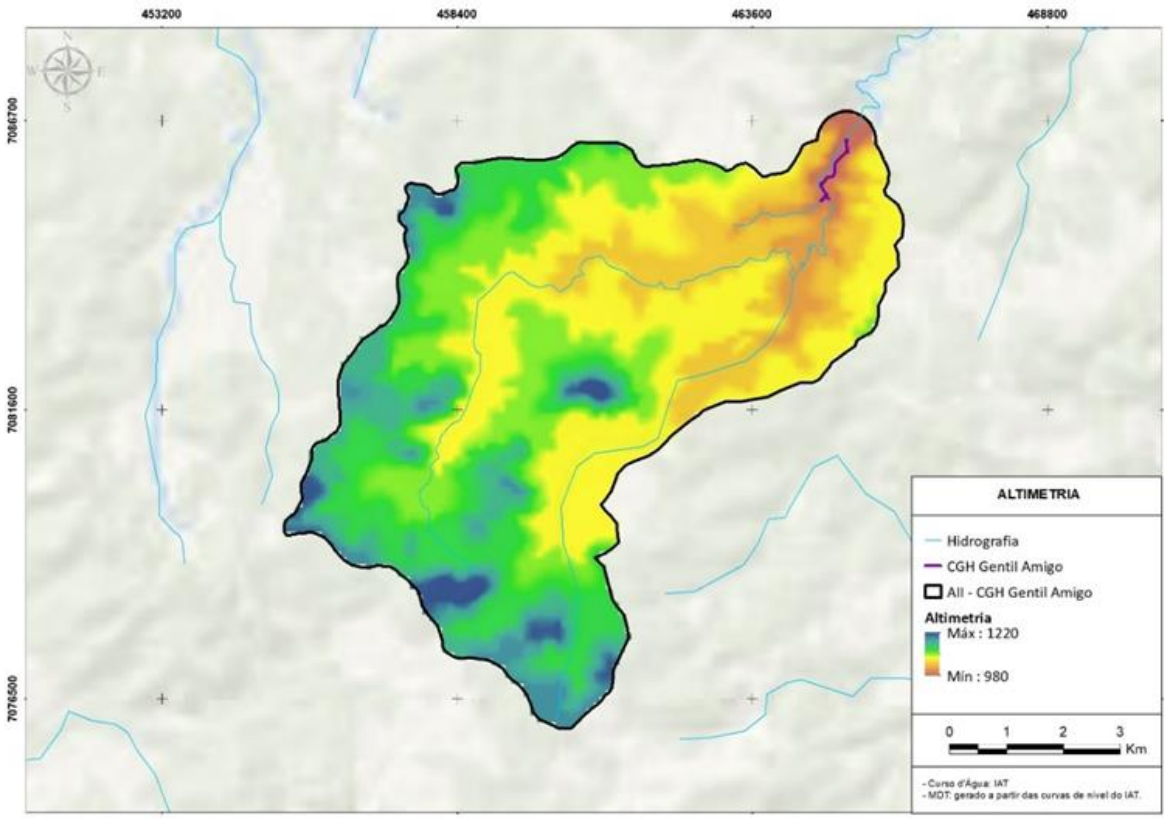


Figura 11.1: Altimetria da AII da CGH Gentil Amigo.

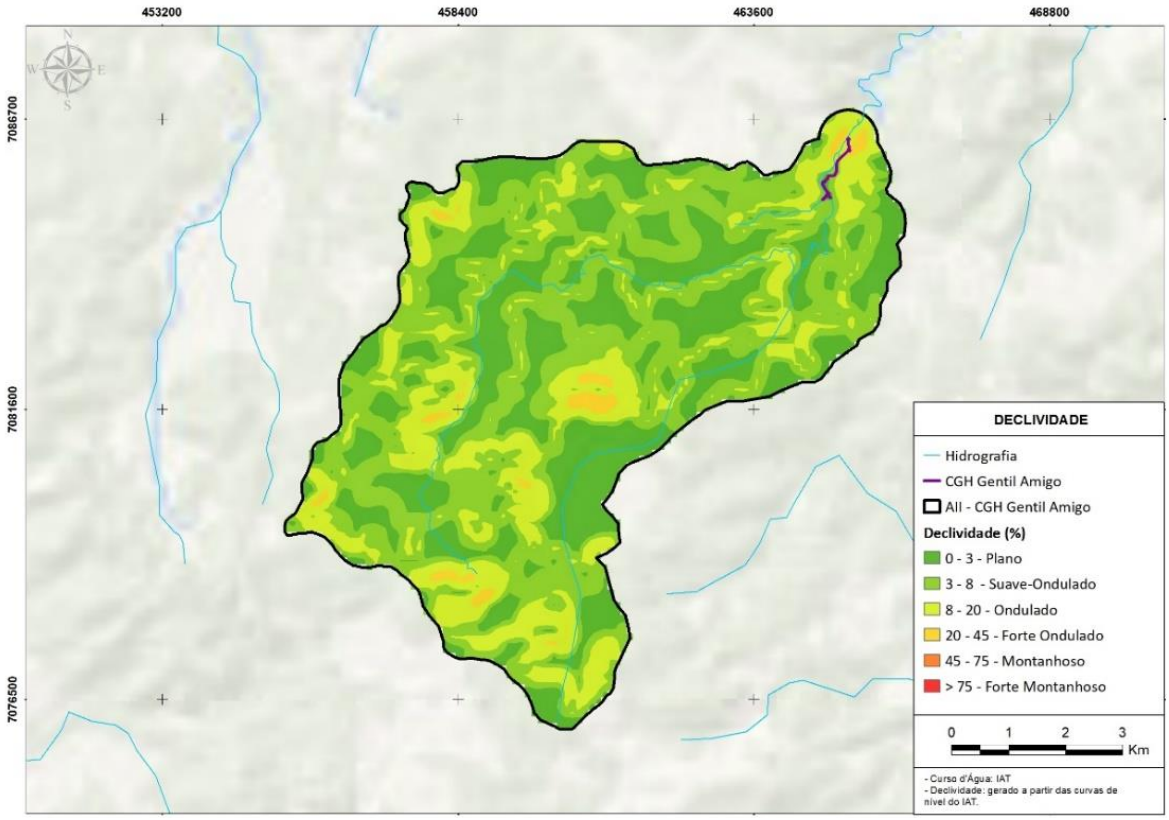


Figura 11.2: Declividade da AII da CGH Gentil Amigo.

Quanto a susceptibilidade à movimentação de massa, de forma geral, o local que apresentou maior vulnerabilidade atingindo a ADA do empreendimento, mais especificamente na área projetada para o canal, é o resultado principalmente da combinação da pedologia com o uso e ocupação do solo, neste caso o cambissolo com a pastagem. Por se tratar de uma classe pedológica com uma considerável predisposição à erosão, adicionada ainda a baixa cobertura vegetal da pastagem, resulta-se em uma área medianamente estável/vulnerável (Figura 11.3).

Quanto a susceptibilidade à erosão, uma explicação se dá pela sobreposição de áreas de pastagem em solos classificados como Cambissolo Háplico. As áreas ao norte classificadas como alta suscetibilidade, ainda possuem o fator declividade do local como agravante, tendo em vista que apresenta um dos maiores valores da área. Ressalta-se ainda, que esta classificação mais alta não abrange a ADA do empreendimento. As estruturas da CGH Gentil Amigo serão instaladas em local de baixa suscetibilidade e média suscetibilidade (Figura 11.4).

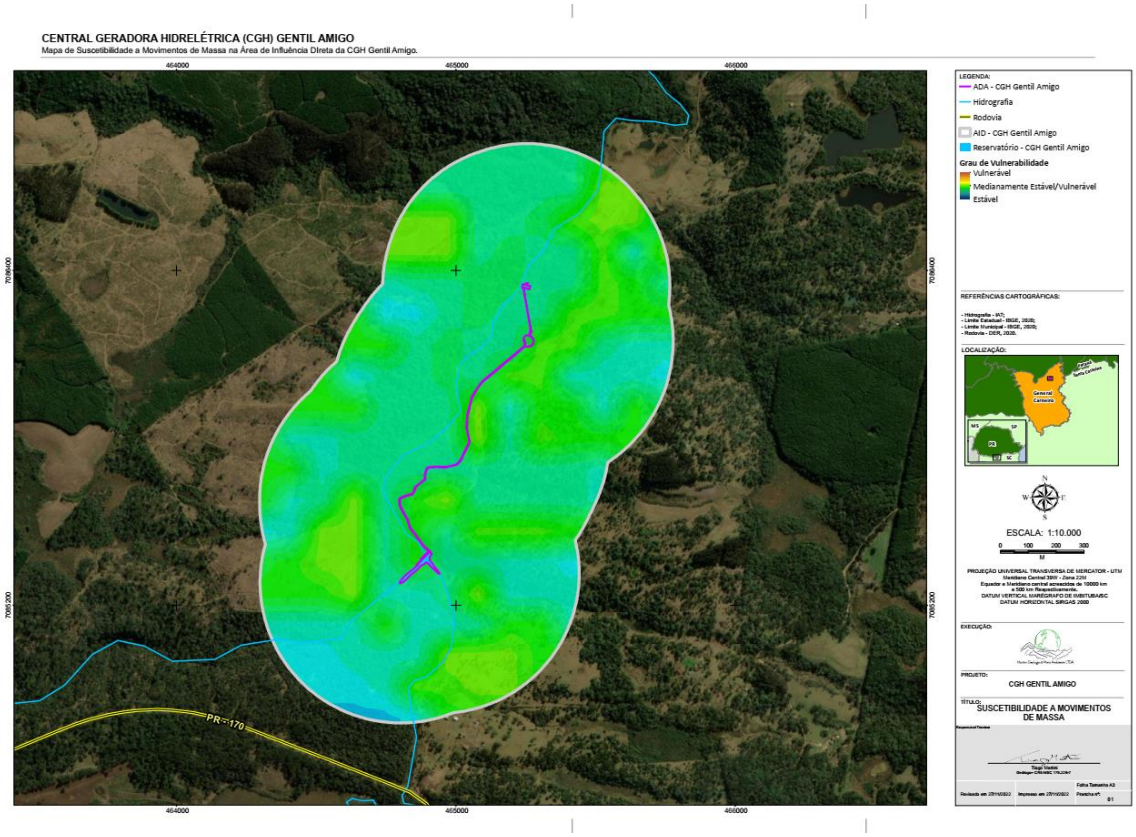


Figura 11.3: Susceptibilidade à movimentação de massa.

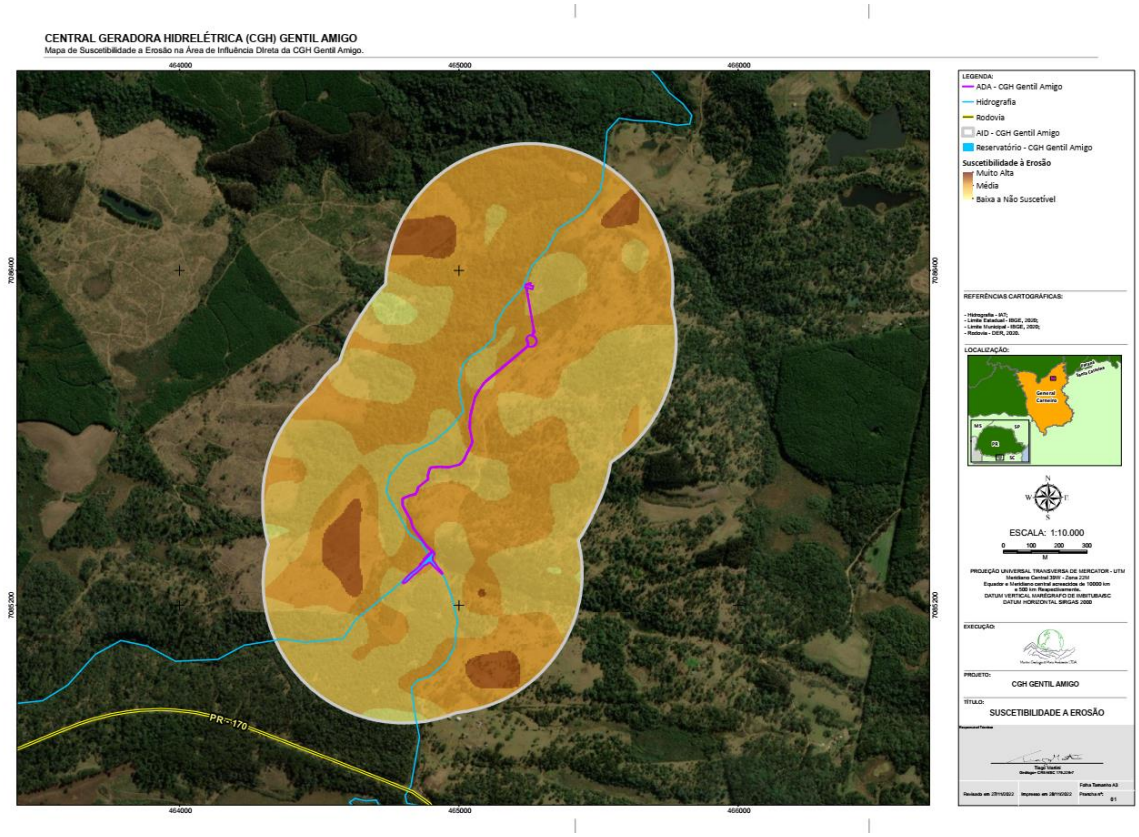


Figura 11.4: Susceptibilidade à erosão.

Conforme indicado no artigo 4° da Resolução CONAMA N° 347/2004 o trabalho em campo em busca por cavidades naturais buscou áreas em 250 próximas ao empreendimento, o qual não houve constatação de cavidades no local do empreendimento, a mais próxima estando distantes 28,97 km do empreendimento.

Em casos onde se faz uso do represamento do rio, a instalação do empreendimento pode reduzir nos primeiros anos capacidade de autodepuração do curso hídrico afetado, que poderá reter maior taxa de nutrientes e a diminuição do volume hídrico na região do trecho de vazão reduzida. No entanto, a CGH Gentil Amigo conta com reservatório já consolidado, portanto os principais impactos não deverão ocorrer. Ainda, vale salientar que ocorrerá redirecionamento da vazão do rio, portanto é esperado algum impacto no trecho de vazão reduzida e jusante da casa de força.

Considerando os valores apresentados do Índice de Estado Trófico da área amostral, as possibilidades da ocorrência de eutrofização são baixas, em ambos os pontos amostrais avaliados, estes predominantemente foram considerados como áreas ultraoligotróficas com a exceção do ponto a montante da área de instalação do futuro reservatório, sendo classificado como oligotrófica. Isso reflete a baixa concentração de nutrientes impulsionadores de eutrofização em ambientes aquáticos.

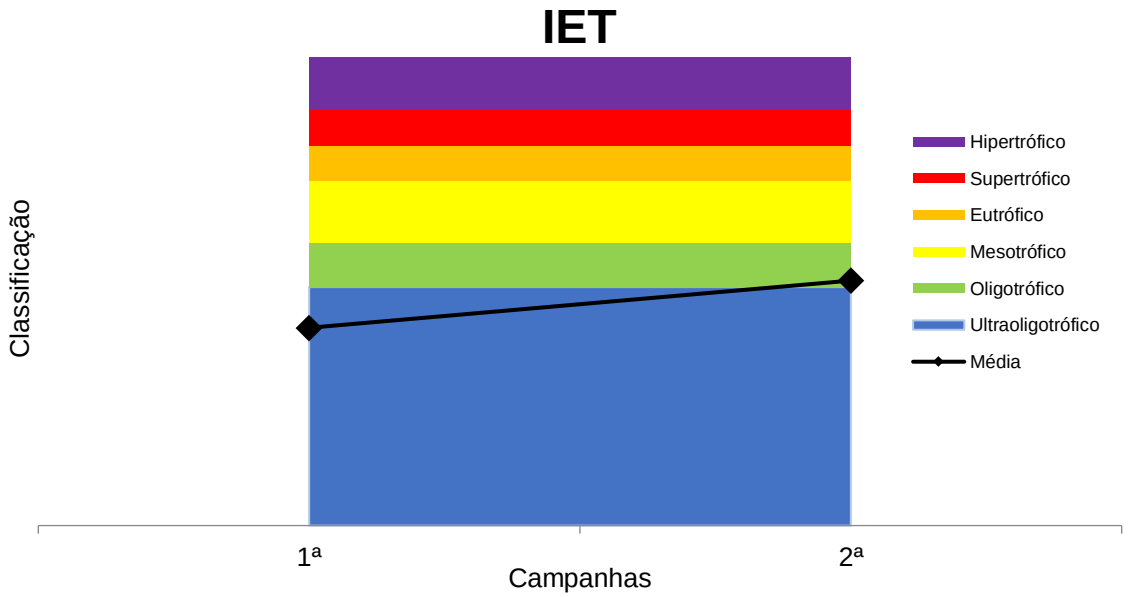


Figura 11.5: IET das duas primeiras campanhas.

Quando a correlação do uso da água atual e futura, dentre as outorgas dentro dá área de drenagem, os usos para reservatório e dessedentação animal não caracterizam como fontes de contaminação. Levando em consideração o apresentado, os usos de água elencados na região possuem baixa correlação com o empreendimento, com exceção dos empreendimentos a montante deste, como a outorga para reservatório com finalidade industrial, podendo afetar a qualidade da água do aproveitamento hidrelétrico.

A presença de reservatório já consolidado as alterações da qualidade da água por decomposição da matéria orgânica pelo alagamento não são aplicáveis. A qualidade da água apresentou-se boa nas amostragens realizadas, variando de ótima a boa da primeira coleta para a segunda. E considerando o pequeno porte e ausência de macrófitas flutuantes no rio, o monitoramento e manejo de possíveis infestações de macrófitas é suficiente para mitigar qualquer impacto possível de ocorrer.

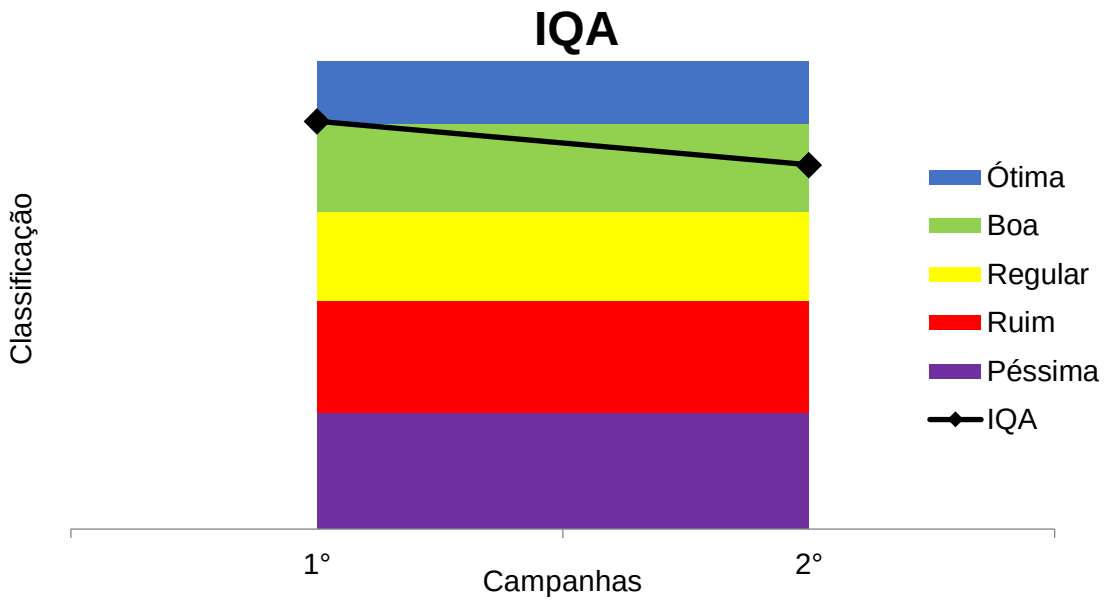


Figura 11.6: IQA das duas primeiras campanhas.

11.5.2 Meio Biológico

A localização da CGH Gentil Amigo encontra-se no domínio de vegetação compreendida como Mata Atlântica, e dentro deste em área fitogeográfica em Floresta Ombrófila Mista. Na ADA do empreendimento observam-se diferentes componentes vegetais, arbóreos, arbustivos e áreas antropizadas como pastagens e diversos acessos. Neste sentido quando se trata de área de supressão os locais com afetação direta referem-se à vegetação nativa, arbórea secundária em estágio médio de regeneração natural.

Através do levantamento das espécies arbóreas ocorrentes na área afetada pelo empreendimento através de 10 parcelas, foram registradas 34 espécies, e amostradas 506 exemplares, gerando a densidade da vegetação de 2.530 árvores/ha e área basal 48,93 m²/ha. Deste modo as espécies que apresentaram maior ocupação, no povoamento foram:

- Guaraperê (Lamanonia ternata) com 325 árvores/há;
- Guamirim Facho (Calyptranthes concinna) com 265 árvores/há;
- Araucária (Araucaria angustifolia) com 260 árvores/ha.

Os mesmos valores apresentados em percentual, geraram as respectivas densidades a seguir 12,85%, 10,47% e 10,28%.

Quanto a dominância total absoluta, ou seja, área basal total foi de 48,93 m²/ha, onde as espécies com maior valor de dominância foram, Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 3,3182 m²/ha, Canela Imbuia (*Ocotea porosa*) com 1,2448 m²/há e Guaraperê (*Lamanonia ternata*) com 0,9133 m²/há, os demais com valores de dominância abaixo de 0,5. Estes valores descritos em porcentagem (%) indicam alta dominância dentre as espécies, com valores descritos a seguir na respectiva ordem anterior, 33,91%, 12,72% e 9,33%.

Quanto ao índice do valor de importância, as espécies que tiveram os maiores valores de importância no remanescente florestal estudado foram: Araucária (*Araucaria angustifolia*)

com 17%, Guaraperê (*Lamanonia ternata*) com 9,16% e Canela Imbuia (*Ocotea porosa*) com 7,85%, os demais exemplares apresentaram valores menores que 7%.

Não foram registradas espécies endêmicas da flora nas amostragens, e em relação a espécies ameaçadas, são categorizadas na categoria “vulnerável” (VU) para o estado do Paraná as espécies Araucária (*Araucaria angustifolia*) e Canela Imbuia (*Ocotea porosa*), ambas inclusive categorizadas como “ameaçadas” (EN) nacionalmente. Além destas, há ocorrência de Xaxim (*Dicksonia sellowiana*) categorizada na mesma categoria que as anteriores a nível nacional.

Não foram registradas espécies exóticas dentro das áreas amostradas (áreas de supressão vegetal nativa), entretanto há ocorrência de espécimes arbóreos exóticos de *Pinus* sp. a montante do reservatório, inclusive com plântulas em dispersão próximas a esta, e somando ao conhecimento de que há ocorrência de várias plantações de *Pinus* spp. nas proximidades do empreendimento, consideramos que há grande risco de contaminação biológica por espécies invasoras em função das alterações provocadas pelo empreendimento. Devendo ser evitado e mitigado através de programa específico para monitoramento e controle destes espécimes, com orientações das técnicas aplicáveis para sua remoção.

Para a avifauna, foram registradas 49 espécies no inventário. Durante as duas campanhas amostrais foram registradas três espécies consideradas endêmicas da Mata Atlântica, sendo elas: a *Cyanocorax caeruleus* (Gralha-azul) registrada na segunda campanha, *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) registrada nas duas campanhas, com grande abundância na segunda, e *Pyrrhura frontalis* (Tiriba) registrada na primeira campanha. De acordo com as listas de espécies ameaçadas do Paraná, Brasil e da IUCN a nível global, a *Amazona vinacea* (Papagaio-de-peito-roxo) apresenta algo nível de ameaça, categorizado como “ameaçado” (EN) a nível global, e “vulnerável” (VU) no Brasil e no estado do Paraná. Além desta, apenas *Cyanocorax caeruleus* (Gralha-azul) é considerado como “quase ameaçado” (NT) a nível global. Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

Quanto ao grupo da herpetofauna, foi registrado na amostragem 17 espécies de anfíbios e uma de réptil, totalizando 18 espécies. Durante as duas campanhas amostrais foram registradas quatro espécies consideradas endêmicas do Brasil, ou da Mata Atlântica, ou ainda de ambos, sendo *Melanophryniscus tumifrons* (Sapinho-da-barriga-vermelha) endêmica da Mata Atlântica, *Boana bischoffi* (Perereca-de-inverno) e *Boana prasina* (Perereca-verde) endêmicas do Brasil, e *Sphaenorhynchus surdus* (Perereca-de-bigode) endêmica do Brasil e da Mata Atlântica. Não ocorreu nenhuma espécie da herpetofauna ameaçada de extinção na área de estudo durante os levantamentos. Tampouco foram registradas espécies exóticas.

Relacionado a mastofauna, foram registradas oito espécies, e durante as duas campanhas amostrais não foram registradas espécies consideradas endêmicas do Brasil ou da Mata Atlântica na CGH Gentil Amigo. De acordo com as listas de espécies ameaçadas do Paraná, Brasil e da IUCN a nível global, apenas *Lontra longicaudis* (Lontra) é categorizado em uma categoria de quase ameaça, como “quase ameaçada” (LC), a nível global pela IUCN e a nível estadual (PR). Além desta, *Cabassous tatouay* (Tatu-de-rabo-mole) encontra-se como “dados insuficientes” (DD) no estado do Paraná. Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento.

Considerando os dados primários obtidos de ictiofauna, 11 espécies foram registradas durante o levantamento, e grande parte destas (sete das onze amostradas) são considerada endêmica da Bacia do Rio Iguaçu, sendo elas: *Astyanax bifasciatus* (Lambari-de-rabo-vermelho), *Astyanax dissimilis* (Lambari), *Astyanax serratus* (Lambari) *Astyanax* sp.1 (Lambari), *Rhamdia branneri* (Jundiá), *Pareiorhaphis parmula* (Cascudo) e *Trichomycterus stawiarski* (Candiru). Dentre as espécies amostradas na CGH Gentil Amigo, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção em nenhuma magnitude (mundial, nacional ou estadual). Não foi registrada nenhuma espécie exótica durante o levantamento e as espécies registradas não são classificadas como migratórias.

Quanto a entomofauna, na área de influência direta (AID) da CGH Gentil Amigo foram registradas 49 ocorrências de himenópteros nas duas campanhas de amostragem, sendo 13 na amostra realizada em agosto de 2022 (inverno), 36 na amostra realizada no mês de fevereiro (verão) de 2023. Foram identificados 24 táxons, sendo 11 espécies de formigas e 13 espécies de vespas. Dentre as formigas, *Linepithema gallardoi* (BRÈTHES, 1914), Pheidole dyctiota Kempf, 1972, *Pheidole risii* Forel, 1892 e *Solenopsis stricta* Emery, 1896 se destacaram quanto à abundância. *Diolcogaster* sp., *Polybia* sp.1 e *Protopolybia* sp. entre a fauna de vespas.

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos amostrada nas áreas de influência da CGH Gentil Amigo foi caracterizada pela presença de 797 indivíduos pertencentes a 23 táxons. Os grupos taxonômicos registrados foram: Insecta (69,6%), Filo Annelida (8,7%), Bivalvia (8,7%), Gastropoda (4,3%) e Crustacea (4,3%). Durante a primeira campanha foram registrados 407 indivíduos distribuídos em 20 táxons, já na segunda campanha obtivemos um total de 390 indivíduos pertencentes a 17 táxons.

11.5.3 Meio Sócioeconômico

Por meio da análise do Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 1.7) pôde-se observar na AID da CGH Gentil Amigo a presença de quatro categorias: formação florestal, floresta plantada, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem, as quais têm sua área descrita na. Concluiu-se que predominam atualmente na AID as áreas com formação florestal, totalizando 56,6% da área total da AID, com destaque também para as áreas compostas por floresta plantada (20,1% da área total da AID). Áreas de pastagem ocupam 12,7% de área e mosaicos de agricultura e pastagem, 10,6%. A distribuição dessas classes de uso fica evidente na visualização do mapa de uso do solo.

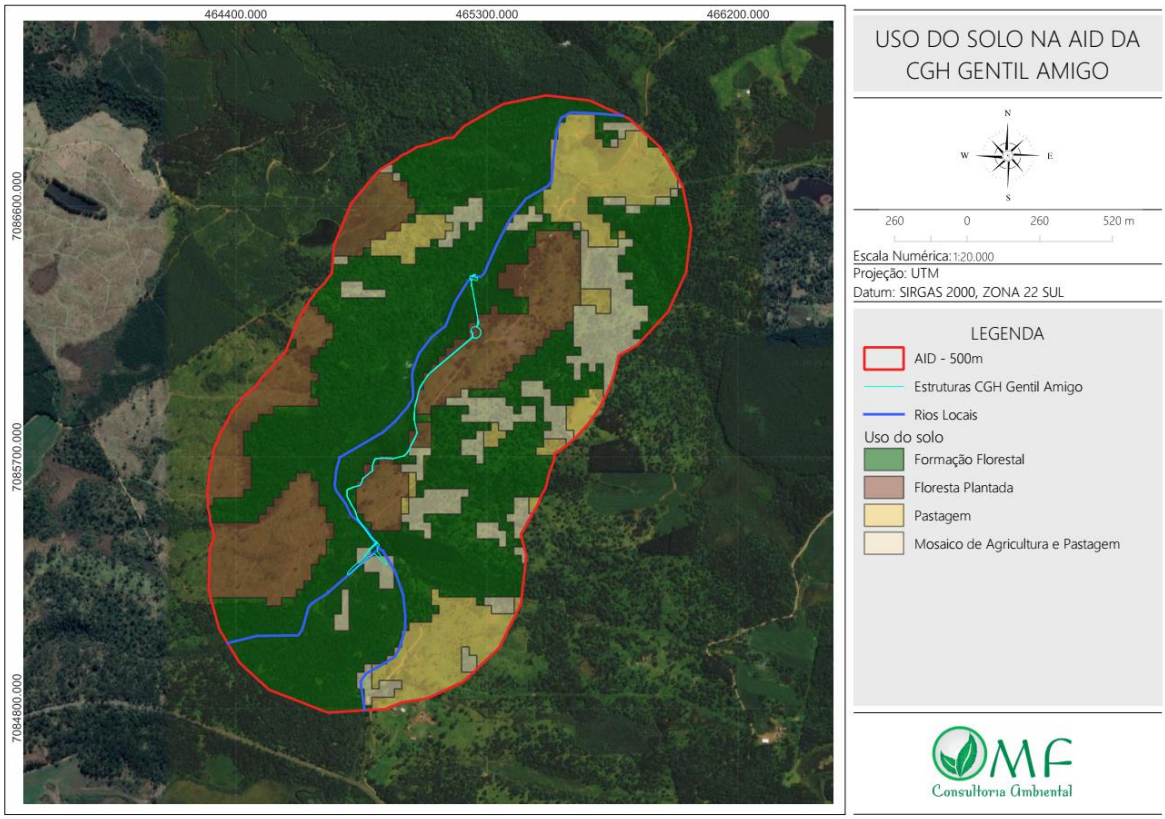


Figura 11.7 Mapa de uso e ocupação do solo da Área de Influência Direta – AID.

A maioria de formações florestais sugere a presença de ecossistemas naturais valiosos e a necessidade de estratégias de conservação para proteger a diversidade biológica.

O empreendimento não interferirá em infraestruturas das propriedades atingidas, tampouco haverá necessidade de reassentamento ou indenização de proprietários, estando a área para instalação da CGH Gentil Amigo em contrato de arrendamento firmado com o proprietário das terras. A população do entorno apresenta atividades agrícolas como ocupação, em que um dos entrevistados indicou trabalhar com produção de suínos, gado e apicultura, enquanto outro entrevistado indicou apenas ocorrer plantações de Erva-mate na propriedade.

Quanto aos patrimônios culturais imateriais, não há nenhum bem localizado nas áreas de influência identificado nos Livros de Registro do IPHAN. Também não há registros de patrimônios na lista de bens tombados e processos de tombamento e na lista de patrimônio cultural ferroviário do IPHAN, atualizadas em 05 de maio de 2023. Tampouco, não ocorre nenhum sítio arqueológico.

De acordo com o site Viaje Paraná, as potenciais atividades turísticas e de lazer em General Carneiro baseiam-se no turismo religioso e rural, contudo a prefeitura não apresenta dados em seu site oficial sobre as atividades turísticas e de lazer no município. Ressalta-se que na AID e na ADA do empreendimento não foram identificados pontos turísticos e usos atuais de lazer.

11.6 MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Matriz de Impactos Ambientais

Meio	Ambiente	Impacto	Instalação	Operação	Natureza	Forma	Temporalidade	Duração	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Probabilidade	Valoração	Significância	Medidas
Físico	Geologia/Geomorfologia	Descaracterização das Condições Geológicas	X	X	Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA/AID	B	M	B	8	Moderada	Programa de monitoramento e qualidade das encostas Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras
		Mudança da Paisagem e Alteração das Características Dinâmicas do Relevo	X	X	Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA/AID	M	G	A	24	Muito forte	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de recuperação de áreas degradadas
		Instabilização de Taludes	X	X	Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA/AID	M	M	B	16	Forte	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de monitoramento e qualidades das encostas Utilização de EPIs para funcionários envolvidos nas obras
		Instabilização da Margem do Rio ou Reservatório		X	Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA/AID	B	M	B	8	Moderada	Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos Programa de monitoramento e qualidade das encostas
		Desenvolvimento de Processos Erosivos	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	A	4	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de monitoramento e gestão dos processos erosivos
		Comprometimento de Cavidades Naturais	X	X	Neg	Ind	CP	Perm	IRR	ADA/AID/AII	B	G	B	12	Moderada	Não se aplica pela inexistência de cavidades no local
		Propagação de Vibrações	X	X	Neg	Dir	CP	Temp	REV	ADA/AID	M	P	A	2	Fraca	Utilização de EPIs para funcionários envolvidos na obra Programa de monitoramento de ruídos
	Solo	Alteração da Fertilidade do Solo (NPK, Matéria Orgânica, pH, micronutrientes)	X		Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	B	M	M	2	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Revisão frequente de veículos e maquinários
		Contaminação por Resíduos e Efluentes/Contaminação do Solo (Substância Poluente Inorgânica e Orgânica)	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	G	M	6	Moderada	Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários Programa de educação ambiental para os trabalhadores Programa de gestão de resíduos Revisão frequente de veículos e maquinários Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários
		Aumento da Temperatura do Solo	X	X	Neg	Ind	CP	Temp	REV	ADA/AID	B	P	A	1	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas
		Acidificação do Solo (pH)	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	B	P	M	1	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas Revisão frequente de veículos e maquinários Programa de educação ambiental para os trabalhadores Programa de gestão de resíduos Instalação de lixeiras para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos Instalação de fossas sépticas em locais de descarga de esgoto sanitários
	Ar	Poluição Atmosférica por Fontes Móveis	X		Neg	Ind	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	M	C	2	Fraca	Fornecimento de EPIs aos trabalhadores Revisão frequente dos veículos e maquinários
		Poluição Sonora	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	P	C	1	Fraca	Fornecimento de EPIs aos trabalhadores Revisão frequente dos veículos, maquinários e posteriormente das estruturas geradoras de ruídos

	Água	Alteração na Qualidade da Água Superficial	X	X	Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID/AII	M	G	A	6	Moderada	Programa de monitoramento da qualidade da água do reservatório Programa de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos Programa de monitoramento da estabilidade encostas e taludes
		Alteração na Quantidade da Água Superficial		X	Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de monitoramento da qualidade da água Subprograma de monitoramento da biota aquática Liberação da vazão sanitária de 0,205 m³/s Execução do monitoramento hidrossedimentológico
		Alteração nos Usos da Água		X	Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de monitoramento da qualidade da água Programa de monitoramento de fauna
		Aumento do Assoreamento de Corpos Hídricos	X	X	Neg	Ind	LP	Temp	REV	ADA	A	G	C	9	Moderada	Monitorar a qualidade da água; Programa de monitoramento hidrossedimentológico; Programa de resgate e monitoramento da fauna aquática.
		Aumento da Eutrofização e Floração		X	Neg	Ind	LP	Temp	REV	ADA	M	M	M	4	Fraca	Subprograma de acompanhamento e controle de macrófitas aquáticas
		Poluição por Efluentes Líquidos ou Resíduos Sólidos	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID/AII	M	G	M	6	Moderada	Revisão frequente de veículos e maquinários Instalação de lixeiras para descarte de resíduos sólidos Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos Educação ambiental com os trabalhadores da obra
		Represamento de Resíduos Sólidos Sobrenadantes		X	Neg	Ind	CP	Perm	REV	ADA	M	G	C	12	Moderada	Programa ambiental para construção Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos
Biótico	Fauna	Alteração da Paisagem, Perda, Fragmentação, Ruptura de Corredores Ecológicos e a Criação de Barreiras Físicas	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA/AID	M	M	C	16	Forte	Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de acompanhamento de supressão de vegetação Programa de afugentamento e resgate de fauna Programa de monitoramento de fauna
		Alterações na Composição da Fauna Local	X		Neg	Dir	LP	Temp	REV	ADA/AID	A	G	A	9	Moderada	Programa de monitoramento de fauna Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Emissão de Ruídos e Vibrações	X		Neg	Ind	MP	Perm	IRR	ADA	B	M	C	8	Moderada	Plano ambiental de construção – PAC
		Fauna Atropelada	X		Neg	Ind	IM	Perm	REV	ADA/AID/AII	M	G	M	12	Moderada	Programa de monitoramento de fauna Plano ambiental de construção – PAC Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Acidentes com Animais Peçonhentos	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	B	P	B	1	Fraca	Plano ambiental de construção – PAC Programa de comunicação social Programa de educação ambiental
		Predação (Captura e Abate de Animais)	X	X	Neg	Dir	IM	Temp	REV	ADA/AID	M	M	B	4	Fraca	Plano ambiental de construção – PAC Programa de educação ambiental Programa de afugentamento e resgate de fauna
	Flora	Mudança de Paisagem	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de recuperação das áreas de preservação permanente Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de acompanhamento de supressão de vegetação
		Fragmentação de Habitats	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA	M	G	A	6	Moderada	Programa de resgate da flora e germoplasma Programa de recuperação de áreas degradadas Programa de acompanhamento de supressão de vegetação

															Projeto de reposição florestal
															Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Perda de Conexão entre Fragmentos	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA	M	G	A	6	Moderada	Programa de recuperação de áreas degradadas
																Programa de resgate da flora e germoplasma
																Programa de acompanhamento de supressão de vegetação
																Projeto de reposição florestal
																Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Perdas de Áreas por Diminuição de Cobertura Vegetal Nativa	X		Neg	Dir	MP	Perm	IRR	ADA	M	G	C	24	Muito forte	Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
																Programa de recuperação de áreas degradadas
																Programa de acompanhamento de supressão de vegetação
		Alterações em Áreas de Ocorrência de Espécies Endêmicas, Raras ou Ameaçadas	X		Neg	Dir	CP	Perm	IRR	ADA	A	G	C	36	Muito forte	Programa de resgate da flora e germoplasma
																Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Contaminação Biológica	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	A	4	Fraca	Programa de recuperação de áreas degradadas
																Programa de recuperação das áreas de preservação permanente
		Alteração da População de Macrófitas	X	X	Neg	Ind	MP	Temp	REV	ADA	M	M	M	4	Fraca	Programa de gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos
																Programa de monitoramento e gestão de processos erosivos
																Programa de monitoramento da qualidade da água
																Programa de monitoramento hidrosedimentológico
																Programa de monitoramento e controle de macrófitas
		Interferência nas Propriedades Afetadas	X		Neg	Dir	IM	Perm	IRR	ADA	M	M	C	16	Forte	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental
		Interferência do Empreendimento na ADA e AID de Comunidades Tradicionais e Interferência em Sítios com Valor Arqueológico e Paisagístico	X		Neg	Dir	MP	Temp	REV	ADA/AID	M	M	B	4	Fraca	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental
		Risco de Acidentes com os Operários e a População	X		Neg	Ind	IM	Temp	IRR	ADA/AID	B	M	M	4	Fraca	Programa ambiental para construção
																Programa de educação ambiental
																Programa de comunicação social
		Produção de Conhecimento Cientifico ou Cultural	X	X	Neg	Ind	LP	Perm	REV	AII	B	M	A	4	Fraca	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental
		Interferência na Malha Viária Local e na Infraestrutura Pública	X		Neg	Ind	IM	Perm	IRR	ADA/AID/AII	B	M	B	8	Moderada	Programa de educação ambiental
																Programa de comunicação social
																PAC (Manutenção de acessos e vias utilizadas)
		Alteração das Atividades Comerciais e Serviços	X		Neg	Ind	MP	Temp	REV	AII	M	M	A	4	Fraca	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental
		Emprego e Renda	X		Pos	Ind	MP	Temp	REV	AII	M	M	C	4	Fraca	Programa de comunicação social
		Alteração da Arrecadação de Impostos		X	Pos	Dir	MP	Perm	REV	AII	M	G	C	12	Moderada	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental
		Alteração do Potencial Turístico e Lazer	X	X	Pos	Dir	MP	Perm	REV	ADA/AID/AII	M	M	M	8	Moderada	Programa de comunicação social
																Programa de educação ambiental

Socioeconômico — **População** | **Infraestrutura** | **Economia**

Legenda																								
Critérios	**Natureza**		**Forma**		**Temporalidade**				**Duração**		**Reversibilidade**		**Abrangência**			**Magnitude**			**Importância**			**Probabilidade**			
Abreviação	Neg	Pos	Dir	Ind	IM	CP	MP	LP	Temp	Perm	REV	IRR	ADA	AID	AII	B	M	A	P	M	G	B	M	A	C
Significado	Negativa	Positiva	Direta	Indireta	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Área Diretamente Afetada	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta	Baixa	Média	Alta	Pequena	Média	Grande	Baixa	Média	Alta	Certa

11.7 PROGNÓSTICO SEM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Sem a implantação do empreendimento o quadro atual da área em estudo aponta para a manutenção do cenário existente, por se tratar de propriedades particulares rurais, a restrição de acesso à área na margem esquerda, pela presença de áreas florestadas em terreno com declive mais acentuado. Já nos locais onde o relevo apresenta-se plano, como é o caso da margem direita, são desenvolvidas atividades econômicas, como a criação de gado, ovinos, apicultura e extração de Erva-mate, com ausência de áreas cultivadas que exigem terrenos desflorestados em sua totalidade. Tais atividades desenvolvidas permitem um uso do solo em consonância com a presença de fragmentos florestais em maior quantidade. Entretanto, salienta-se que áreas de pastagens com a manutenção bovina a longo prazo poderá levar a redução gradual e simplificação das áreas de vegetação florestal existente visando o uso destas áreas, implicando diretamente na fauna terrestre nestes ambientes, restando apenas como refúgios as encostas onde a declividade impede o uso para agricultura e/ou pastagem.

Não haverá alteração na rotina das famílias do entorno, entretanto tampouco ocorrerão melhorias nas estradas e tampouco aumento na arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do município de General Carneiro e crescimento de recolhimento de Imposto sobre Serviço de qualquer natureza (ISS). Ao passo que ao menos 40 postos de trabalho deixarão de existir nos próximos anos. Por outro lado, a possibilidade de acidentes de trabalho, inclusive com animais peçonhentos, e atropelamentos nas vias de acesso, sejam de moradores ou animais silvestres ou domésticos também não ocorrerão.

No que diz respeito a ictiofauna, espécies migradoras de longa de distância não serão beneficiadas, visto que o Rio São Manuel não é considerado rota migratória destas espécies, devido a ocorrência de barreiras geográficas naturais a montante e a jusante do barramento que já é consolidado, além da existência de outros empreendimentos a jusante. No entanto, é válido destacar, que as espécies classificadas com algum grau de ameaça, de acordo com as listas oficiais, poderão ser beneficiadas, mantendo seus hábitats íntegros e prósperos para a manutenção do seu ciclo de vida.

A fauna no local não será afugentada, permitindo que esta realize serviços ecológicos importantes em consonância com a flora e ambientes naturais locais. E os níveis de poluição, sejam elas no ar, água ou solo no local não deverão sofrer alterações.

Por fim a não implantação do empreendimento deixará de entregar ao Sistema Interligado Nacional (SIN) 1 MW pela operação da CGH Gentil Amigo, que conta com barramento do rio já consolidado, com prejuízos sobre a expansão da oferta de energia elétrica e eventuais consequências para o abastecimento nacional. Provavelmente essa energia terá que ser gerada por outras fontes, possivelmente mais caras, com maiores impactos ambientais, ou ainda, poluentes, como é o caso das usinas termoelétricas a diesel que servem hoje de reserva e passarão a colocar mais energia no Sistema a um custo maior, tanto econômico quanto ambiental.

11.8 PROGNÓSTICO COM A IMPLANTAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Nos volumes específicos é apresentado de forma detalhada as alterações previstas na área de estudo diante de um cenário onde se considera a instalação e operação da CGH Gentil Amigo. A seguir. De forma sintetizada é apresentado os impactos observados para os meios físico, biótico e socioeconômico.

Para o meio físico foram identificados 23 impactos, todos de natureza negativa. Destes, 21,7% durante a fase de instalação, 13,0% durante a operação e 52,1% nas fases de instalação e operação em conjunto. Sobre a forma do impacto, 55% são indiretas, e 45% são diretas. Quanto ao período provável de ocorrência (temporalidade), 35% são de médio prazo, 30% são de curto prazo, 25% são imediatos, e apenas 10% de longo prazo. Os impactos apresentam duração permanente em 60% deles, e 40% considerados temporários, ao passo que 65% são considerados reversíveis e 35% irreversíveis. Quanto á abrangência dos impactos, é previsto que 25% deles ocorram localmente (na ADA), 60% deles na ADA e/ou AID, e apenas 15% deles ocorram regionalmente, apenas na AII. A magnitude dos impactos no meio físico são 40% considerados baixos, 55% médios e apenas 5% deles considerados altos, enquanto que a importância deles, 20% é pequena, 35% é média e 45% considerada grande. Já a probabilidade de ocorrência dos impactos, 20% é baixa, 25% é média, 25% é alta e 30% delas é certa. Por fim, quanto a significância dos impactos no meio físico, a maioria é considera entre fraca e moderada (com 40% ambas), com 5% consideradas fortes e 15% muito fortes.

No meio biótico foram identificados 13 impactos, todos de natureza negativa, em que 69,2% ocorrerão exclusivamente na instalação e nenhum exclusivamente durante a operação, entretanto 30,8% são previstos para ocorrer tanto na instalação quanto operação. Quanto a forma, 69,2% dos impactos são indiretos e 30,8% diretos e quanto a temporalidade, os de curto e longo prazo são 7,7% cada, 46,2% de médio prazo e 38,5% considerados imediatos, sendo que 53,8% são temporários e 46,2% permanentes. Para a reversibilidade, 38,5% são irreversíveis e 61,5% podem ser reversíveis. Para a biota em geral, a maioria dos impactos, 53,8%, deverão ocorrer localmente (ADA), 38,5% na ADA e/ou AID, e apenas 7,7% regionalmente (AII). A magnitude apresenta os níveis alto e baixo ambos em 15,4% dos impactos, enquanto a importância dos impactos é 53,8% considerada grande, 38,5% média e apenas 7,7% pequena. A probabilidade de ocorrência tende a ser elevada, com apenas 15,4% para as classificações baixa e média, enquanto que 30,8% é alta e 38,5% é certa de ocorrer. Por fim, a significância dos impactos apresenta o grau fraca com 30,8%, moderada com 38,5%, forte com apenas 7,7% e muito forte com 23,1%.

No meio socioeconômico foram identificados nove impactos, seis deles considerados negativos e três positivos. São considerados impactos diretos, 44,4%, e 55,6% indiretos e a temporalidade destes impactos são previstas que 11,1% são de longa prazo, 55,6% de médio prazo, e 33,3% imediatos, sendo que, 55,6% são permanentes e 44,4% temporários. Considerados reversíveis 66,7% deles, e 33,3% irreversíveis, abrangendo localmente (ADA) apenas 11,1%, ADA e/ou AID 22,2%, tanto ADA, AID como AII 22,2%, e a maioria, 44,4% regionalmente (AII). A magnitude não chegou a atingir nível alta, sendo 66,7% média e 33,3% baixa. Por outro lado, quanto a importância, nenhum dos impactos é considerado pequeno, sendo 88,8% médio, e 11,1% grande. A probabilidade de ocorrência dos impactos apresentou porcentagem de 22,2% para baixo, médio e alto, e 33,3%

considerados certo de ocorrência. A significância obtida para os impactos foi de 55,6% deles fraca, 33,3% moderada e apenas 11,1% forte.

11.9 REFERÊNCIAS

ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B. **O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**: mapeamento geológico das cartas 1:250.000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia. Curitiba: Mineropar, v. 1, 454 pp., 2013.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. A procedure for evaluating environmental impact. U. S. **Geological Survey**, Washington: Geological Survey, Circular 645, 13p., 1971.

LICHT, O. A. B.; ARIOLI, E. E. **Mapa Geológico do Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**: Nota Explicativa. Curitiba: Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná - ITCG, 316 pp., 2018.

IBGE. Base pedológica contínua do Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Escala 1:250.000, 2021. em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/ >. Acesso em: 24/11/2022.

JANSEN, D. C. **Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas**. Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, IX, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 6 pp., 8 a 12 de outubro de 2009.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Carta das Águas Subterrâneas do Paraná**, 2015.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

NERY. J. T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. D. O. F. Caracterização da Precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 81-89, 1996.

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S.; ALMEIDA, F. F. M. **Evolução das Sinéclises Paleozoicas, Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná**. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, S. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (eds). Geologia do Brasil, p. 374-394, 2012.

UFPR. Universidade Federal do Paraná. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná**. Minerais do Paraná Curitiba, 63 pp., 2006.

12 ANEXOS

12.1 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Anexo 1 – Certidão da prefeitura de uso e ocupação do solo

Anexo 2 – Cronograma de instalação

Anexo 3 – Parecer COPEL

Anexo 4 – Estudo hídrico

12.2 MEIO FÍSICO

Anexo 5 – Metodologia

Anexo 6 – Mapa Geologia

Anexo 7 – Perfil Geológico

Anexo 8 – Geomorfologia

Anexo 9 – Suscetibilidade a Movimento de Massa

Anexo 10 – Suscetibilidade a Erosão

Anexo 11 – Espeleologia

Anexo 12 – Pedologia

Anexo 13 – Água Subterrânea

Anexo 14 – Laudos de Água

Anexo 15 – Ativos de Defensivos Agrícolas

12.3 MEIO BIÓTICO

Anexo 16 – Laudos de Água

Anexo 17 – Declaração aceite UFFS

12.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

Anexo 18 – Entrevistas

Anexo 19 – Orçamento previsto