PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

CGH GIACOMINI

Arroio Guaçu
Quatro Pontes - PR

HIDROWATT HOLDING LTDA

CNPJ: 42.043.191/0001-19

EMPRESA CONSULTORA:



Ouro Verde do Oeste/PR, 15 de dezembro de 2023.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 11

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 12

2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL 12

3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR 13

4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL 14
4.1 Legislação federal pertinente ao licenciamento ambiental 14
4.2 Legislação estadual pertinente ao licenciamento ambiental 18
4.3 Legislação municipal pertinente ao licenciamento ambiental 19
4.3.1 Município de Quatro Pontes 19
4.3.2 Município de Toledo 20
4.4 Compatibilidade legal do empreendimento 21

5 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO 23

6 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 25
6.1 Dados Gerais 25
6.2 Localização da usina 26
6.3 Arranjo Geral 30
6.3.1 Lago 30
6.3.2 Barramento / Vertedouro / Regula 30
6.3.3 Desvio do rio 32
6.3.4 Tomada d'água 32
6.3.5 Sistema de adução 33
6.3.6 Câmara de carga 35
6.3.7 Conduto forçado 35
6.3.8 Casa de força 36
6.3.9 Canal de restituição 38
6.3.10 Trecho de vazão reduzida 38
6.3.11 Cronograma de implantação 39
6.3.12 Linhas de transmissão 40
6.3.13 Sistemas e obras de suporte 41

7 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 45
7.1 Alternativas estudadas 45
7.1.1 Alternativa I 45
7.1.2 Alternativa II 46

7.1.3 Alternativa III 47
7.2 Análise econômica 49
7.2.1 Índice Custo-Benefício das Alternativas 50
7.3 Avaliação dos impactos ambientais negativos 50
7.3.1 Identificação dos Processos Impactantes 51
7.3.2 Índice Socioambiental Negativo (IA) 52
7.3.3 Índice de Preferência 73
7.4 Alternativa selecionada 75

8 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL 75
8.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 75
8.1.1 Metodologia de avaliação dos impactos 75
8.1.2 Impactos ambientais identificados 79
8.2 PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS 80
8.3 MEIO FÍSICO 80
8.3.1 Delimitação das Áreas e Influência para o Meio Físico 80
8.3.2 Geologia, Geomorfologia, Espeleologia, Pedologia 83
8.3.3 Recursos Hídricos 102
8.3.4 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Físico 158
8.3.5 Programas Ambientais – Meio Físico 167
8.4 MEIO BIÓTICO 195
8.4.1 Áreas de Influência 195
8.4.2 Caracterização da paisagem sob a perspectiva da fauna 196
8.4.3 Fauna terrestre 198
8.4.4 Fauna Aquática 308
8.4.5 Flora 373
8.4.6 Áreas Relevantes para Conservação da Fauna e Flora 438
8.4.7 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Biótico 444
8.4.8 Programas Ambientais – Meio Biótico 455
8.5 MEIO SOCIOECONÔMICO 488
8.5.1 Delimitação Das Áreas De Influência Para Socioeconomia 488
8.5.2 Características gerais da população 489
8.5.3 Características da população diretamente afetada 493
8.5.4 Caracterização do território 495
8.5.5 Interferência na infraestrutura existente 499
8.5.6 Produto e renda 499
8.5.7 Turismo 501
8.5.8 Finanças Públicas 502
8.5.9 Investimento e fontes de recursos do empreendimento 504
8.5.10 Organizações e ações da sociedade civil 504
8.5.11 Fatores culturais históricos e contemporâneos (ADA) 505
8.5.12 Patrimônio Arqueológico 505
8.5.13 Comunidades Tradicionais 506
8.5.14 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Socioeconômico 506
8.5.15 Programas ambientais – Meio Socioeconômico 514

9 ANÁLISE INTEGRADA 524

10 CONCLUSÃO GERAL 527

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 531

12 ANEXOS 537

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recorte dos empreendimentos listados para o Arroio Guaçu no Despacho da ANEEL. 24
Figura 2: Ponto de captação de água para piscicultura. 24
Figura 3: Antiga estrutura de barramento abandonado localizado a montante do empreendimento. 25
Figura 4: Localização da CGH Giacomini. 27
Figura 5: A) Estrada de acesso a propriedade, B) Estrada interna da propriedade. 28
Figura 6: Trajeto para chegar ao empreendimento. 29
Figura 7: Regula projetada na calha do rio. 30
Figura 8: Seção do vertedouro com dispositivo de vazão remanescente. 31
Figura 9: Vista do local onde será construída a regula. 31
Figura 10: Seção longitudinal da tomada d'água. 32
Figura 11: Perfil do canal adutor. 33
Figura 12: Traçado do canal de adução e arranjo básico da CGH Giacomini. 34
Figura 13: Seção da câmara de carga. 35
Figura 14: Seções típicas do conduto forçado. 35
Figura 15: Seção da casa de força. 36
Figura 16: Planta da casa de força demonstrando a trifurcação. 37
Figura 17: Vista da região de implantação da casa de força. 37
Figura 18: Localização dos dispositivos de vazão sanitária no barramento. 38
Figura 19: Trecho de Vazão Reduzida da CGH Giacomini. 39
Figura 20: Cronograma previsto para o empreendimento. 40
Figura 21: Local de implantação do canteiro de obras. 42
Figura 22: Mapa de localização do canteiro de obras em relação a casa de força. 42
Figura 23: Bota-fora do empreendimento. 43
Figura 24: Localização do bota-fora em relação a CGH Giacomini. 44
Figura 25: Localização do bota-fora e acesso ao mesmo em amarelo. 44
Figura 26: Arranjo básico da Alternativa I. 46
Figura 27: Arranjo básico da Alternativa II. 47
Figura 28: Arranjo básico da Alternativa III. 48
Figura 29: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Ecossistemas Terrestres. 70
Figura 30: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Ecossistemas Aquáticos. 70
Figura 31: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Modos de Vida. 70
Figura 32: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Organização Territorial. 70
Figura 33: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Base Econômica. 71
Figura 34: IAC por componente-síntese. 72
Figura 35: Impacto Socioambiental Negativo X Índice de Custo Benefício. 73
Figura 36: Delimitação da ADA, AID e AII para o empreendimento. 82
Figura 37: Geologia do estado do Paraná e localização do empreendimento. 84
Figura 38: Presença de rochas basálticas na AID. 85
Figura 39: Solos vermelhos visualizados na ADA. 85
Figura 40: Exemplo dos horizontes do solo na região. 85
Figura 41: Sistemas de fraturas 87
Figura 42: Sistema de fraturas por tração e cisalhamento. 88
Figura 43: Tipos quanto a porosidade (esquerda) e quanto à pressão (direita). 88
Figura 44: Modelo de formação das dobras geológicas. 89
Figura 45: Vista em perspectiva 3D do Astroblema de Vista Alegre. 90
Figura 46: O desprendimento por TOMBAMENTO, consiste no movimento de rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochosos sub-verticais. 91
Figura 47: O desprendimento por QUEDA DE BLOCOS, consiste em blocos de rochas que se desprendem do maciço e se deslocam em queda livre encosta abaixo, podendo ocorrer em volumes e litologias diversas. 91

Figura 48: O desprendimento por ROLAMENTO DE BLOCOS, consiste em movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, o que geralmente ocorrer pela perda de apoio. 92
Figura 49: O desprendimento por DESPLACAMENTO, consiste em movimento em queda livre ou por deslizamento de blocos rochosos, ao longo de superfícies estruturais (xistosidade, acamamento), que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão. 92
Figura 50: Escorregamento em CUNHA, consiste em movimento ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, que desloca o material em forma de prisma. São comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico. 93
Figura 51: Escorregamento PLANAR ou TRANSLACIONAL, ocorre geralmente em maciços rochosos onde o movimento é condicionado por estruturas planares (xistosidade, fraturamento, foliação, etc). O sentido do movimento é paralelo ao plano de ruptura, sendo que o ponto de ruptura geralmente ocorre no contato com a rocha subjacente. 94
Figura 52: Escorregamento CIRCULAR ou ROTACIONAL, apresenta superfície de deslizamento encurvada, correspondendo a movimento rotacional, segundo um eixo. Ocorre geralmente em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. 94
Figura 53: Exemplo de movimentação do tipo rastejo. 95
Figura 54: Mapa hipsométrico do Paraná com localização da CGH Giacomini. 96
Figura 55: Declividade nas proximidades da implantação da casa de força. 96
Figura 56: Mapa de recursos minerais na região do empreendimento. 98
Figura 57: Mapa de cavernas registradas no estado do Paraná. 99
Figura 58: Mapa de pedologia. 101
Figura 59: Nitossolos vermelhos visualizados na ADA. 102
Figura 60: Mapa geral bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 e do Arroio Guaçu. 103
Figura 61: Área de drenagem do empreendimento. 104
Figura 62: Estações fluviométricas na região do empreendimento. 105
Figura 63: Sazonalidade de vazões adimensionais e correlação de vazões médias dos postos selecionados. 107
Figura 64: Curva de permanência das vazões médias mensais. 111
Figura 65: Localização e perfil dos dispositivos de vazão remanescente. 116
Figura 66: Empreendimentos hidrelétricos citados no despacho da Aneel para o Arroio Guaçu. 117
Figura 67: Grau de urbanização dos municípios do estado do Paraná. Circulo azul indica o município de Quatro Pontes. Fonte: IPARDES, 2010. 118
Figura 68: Uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 em 2021. 119
Figura 69: Número de eventos de cheias nos municípios do Paraná entre os ano de 2003 a 2015. 120
Figura 70: Circulos vermelhos indicam a localização das áreas críticas citadas em relação a AII do empreendimento. 121
Figura 71: Índice de Qualidade da Água para as estações do Paraná 3. 122
Figura 72: Mapa de recursos hídricos na AID da CGH Giacomini. 123
Figura 73: A) Córrego 02; B) Córrego 01; C) e D) Arroio Guaçu. 123
Figura 74: Pontos de coleta de água superficial. 126
Figura 75: Coleta de água no Ponto 01. 126
Figura 76: Coleta de água no Ponto 02. 127
Figura 77: Curvas médias de variação da qualidade das águas. Fonte: CETESB, 2020. 128
Figura 78: Faixa de valores e nível de qualidade da água. Fonte: Möbus, 2017. 129
Figura 79: Metodologia implementada pela CETESB, 2020. 132
Figura 80: Resultados do parâmetro DBO para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 135
Figura 81: Resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 136
Figura 82: Resultados do parâmetro pH para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 136
Figura 83: Resultados do parâmetro Nitrogênio total para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 137
Figura 84: Resultados do parâmetro Fósforo total para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 138
Figura 85: Resultados do parâmetro Turbidez para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 140
Figura 86: Resultados do parâmetro alumínio para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu. 141
Figura 87: Consumo de agrotóxicos no município de Quatro Pontes e municípios próximos entre os anos de 2013 e 2021. Fonte: SIAGRO, 2022. 142
Figura 88: Resultados do IQA para os pontos amostrais. 143
Figura 89: Valor do parâmetro Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrados para o Arroio Guaçu. 149
Figura 90: Usos consuntivos d'água na AID do empreendimento. 153
Figura 91: Poços registrados na área de drenagem do empreendimento. 154
Figura 92: Área de manancial mais próxima ao empreendimento. Círculo vermelha indica a localização da CGH. 155
Figura 93: Áreas úmidas visualizadas na AID. 156
Figura 94: Unidade aquíferas do Paraná. 157
Figura 95: Modelo de berma recomendado. 179
Figura 96: Modelo de distribuição de espécies pioneiras, secundárias e clímax. 184

Figura 97: Esquema de plantio das mudas. 185
Figura 98: Tutoramento de plantas, com detalhe para a forma correta de amarração em forma de "8 horizontal"...185
Figura 99: Instalação de porta iscas para combate a formiga cortadeira. 186
Figura 100: Muro de gabiões para contenção de talude rochoso. 187
Figura 101: Muro de cortina de concreto atarantada para contenção de talude rochoso. 188
Figura 102: Tela metálica fixada por chumbadores e recoberta por concreto para contenção de talude rochoso. 188
Figura 103: Tipificação da matriz do uso do solo na área de influência indireta da CGH ao longo do tempo. 197
Figura 104: Caracterização fotográfica da Área 01. 199
Figura 105: Caracterização fotográfica da Área 02. 199
Figura 106: Caracterização fotográfica da Área 03. 200
Figura 107: Localização das áreas amostrais para levantamento da fauna terrestre. 201
Figura 108: Garrafa pet com essência para isca de cheiro instalada em campo. 204
Figura 109: *Eulaema nigrita* (Euglossini). 206
Figura 110: Locais em que foi realizada a busca ativa de anfíbios. 215
Figura 111: Busca ativa realizada durante o levantamento de anfíbios. 215
Figura 112: Riqueza de anfíbios registrada de acordo a família. 219
Figura 113: Abundância relativa de anfíbios registrados. 219
Figura 114: Guildas alimentares para abundância e riqueza de anfíbios. 221
Figura 115: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais. 222
Figura 116: Curva de acumulação de espécies de anfíbios durante o diagnóstico de fauna. 223
Figura 117: *Boana raniceps* e *Boana albopunctata.* 225
Figura 118: *Boana punctata* e *Scinax fuscovarius.* 225
Figura 119: *Dendropsophus nanus* e *Dendropsophus minutus.* 226
Figura 120: *Rhinella icterica.* 226
Figura 121: *Leptodactylus podicipinus* e *Leptodactylus luctator*. 226
Figura 122: *Physalaemus cuvieri* e *Ololygon berthae.* 227
Figura 123: Busca ativa de répteis. 233
Figura 124: Busca ativa de répteis. 234
Figura 125: Registros de lagarto-teiú realizados na CGH Giacomini. 236
Figura 126: Registros de corredeira-carenada realizados na CGH Giacomini 236
Figura 127: Abundância de répteis registrada durante as campanhas de levantamento. 237
Figura 128: Busca ativa e pontos de escuta de aves. 256
Figura 129: Riqueza da avifauna registrada de acordo com a ordem. 259
Figura 130: Riqueza (a) e Abundância (b) da avifauna registrada de acordo com a classificação das guildas alimentares. 267
Figura 131: Dendrograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2: Áreas amostrais. 268
Figura 132: Curva de acumulação de espécies da avifauna durante o diagnóstico de fauna. 269
Figura 133: Riqueza (a) e Abundância (b) de aves registradas de acordo com a sensibilidade a alterações ambientais. 270
Figura 134: Registros da avifauna de acordo com a preferência de hábitat. 272
Figura 135: Ninho visualizado na área de levantamento. 272
Figura 136: *Passer domesticus* (pardal). 276
Figura 137: *Hemitriccus margaritaceiventer* (sebinho-de-olho-de-ouro) e *Tersina viridis* (saí-andorinha). 277
Figura 138: *Tigrisoma lineatum* (socó-boi) e *Aramides saracura* (saracura-do-mato). 277
Figura 139: *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho) e *Chloroceryle americana* (martim-pescador-pequeno). 277
Figura 140: *Crotophoga major* (anu-coroca) e *Leistes superciliaris* (polícia-inglesa-do-sul). 278
Figura 141: *Arremon polionotus* (tico-tico-de-costas-cinza) e *Pachyramphus validus* (caneleiro-de-chapéu-preto). 278
Figura 142: *Ardea cocoi* (garça-moura) e *Trinag solitaria* (maçarico-solitário). 278
Figura 143: *Columbina squammata* (rolinha-fogo-apagou) e *Zenaida auriculata* (avoante). 279
Figura 144: *Todirostrum cinereum* (ferreirinho-relógio) e *Fluvicola nengeta* (lavaeira-mascarada). 279
Figura 145: *Nyctidromus albicollis* (bacurau) e *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira). 279
Figura 146: Iscas e armadilhas fotográficas utilizadas no levantamento de mamíferos. 288
Figura 147: Rede de neblina instalada para captura de mamíferos voadores. 289
Figura 148: Armadilhas Sherman e Tomahawk instaladas. 290
Figura 149: Locais de busca ativa de vestígios de mamíferos. 290
Figura 150: Riqueza de mamíferos registrada de acordo a ordem. 294
Figura 151: Abundância relativa de mamíferos registrados. 294

Figura 152: Riqueza (a) e Abundância (b) de mamíferos registrados de acordo com a classificação das guildas alimentares. 296
Figura 153: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais. 297
Figura 154: Curva de acumulação de espécies de mamíferos durante o diagnóstico de fauna. 298
Figura 155: Grau de sensibilidade as alterações ambientais. 299
Figura 156: *Lepus europeaus*. 302
Figura 157: *Artibeus lituratus* e *Artibeus fimbriatus.* 303
Figura 158: *Akodon sp.* e *Nectomys squamipes.* 303
Figura 159: *Myotis riparius* e *Sturnira lilium.* 303
Figura 160: Fezes de *Lontra longicaudis* e de *Cerdocyon thous.* 304
Figura 161: *Didelphis albiventris* e *Dasypus novemcinctus* registrados com armadilha fotográfica. 304
Figura 162: *Nasua nasua* e fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris.* 304
Figura 163: Família de *Procyon cancrivorus.* 305
Figura 164: Grupo de *Sapajus nigritus*. 305
Figura 165: Pontos amostrais da macrofauna bentônica. 313
Figura 166: Coleta de fauna bentônica com *surber*. 313
Figura 167: Dendrograma gerado comparando a composição de espécies entre os pontos de amostragens. 320
Figura 168: Chironomidae e *Corbicula* sp. 326
Figura 169: *Aegla* sp. e *Phyllocycla* sp. 327
Figura 170: *Archaegomphus* sp. e Libellulidae. 327
Figura 171: *Trichodactylus* sp. e *Cyanogomphus* sp. 327
Figura 172: Pontos de amostragem da Ictiofauna e ictioplâncton na CGH Giacomini. 339
Figura 173: Ponto 1, Montante do Barramento (MB) da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023). 341
Figura 174: Ponto 2, onde será o Trecho de Vazão Reduzida da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023). 341
Figura 175: Ponto 3, região próxima onde será instalada a Casa de Força da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023). 341
Figura 176: Rede de plâncton utilizada para a amostragem de ictioplâncton com fluxômetro acoplado, 28/11/2022, Arroio Guaçu. 342
Figura 177: Medição das variáveis abióticas da água com o multiparâmetros, 28/11/2022, Arroio Guaçu. 342
Figura 178: Medição da turbidez da água com o disco de Secchi. 343
Figura 179: Triagem das amostras de ictioplâncton do Arroio Guaçu. 343
Figura 180: Abundância relativa de indivíduos dentre as ordens registradas durante as campanhas de levantamento da ictiofauna no Arroio Guaçu, CGH Giacomini. 348
Figura 181: Abundância relativa das espécies de peixes amostradas no estudo ambiental do Arroio Guaçu. 349
Figura 182: Lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax lacustris* e Cachorra *Oligosarcus paranensis*. 350
Figura 183: Traíra *Hoplias aff. malabaricus.* 350
Figura 184: Cascudos *Hypostomus ancistroides* e *Hypostomus albopunctatus.* 351
Figura 185: *Hypostomus sp*. e *Pterygoplichthys anisitsi.* 351
Figura 186: Jundiá *Heptapterus mustelinus*. 351
Figura 187: Cará *Geophagus iporangensis*, predado na rede de espera. 352
Figura 188: Barrigudinho *Phalloceros harpagos.* 353
Figura 189: Mussum *Synbranchus marmoratus*. 354
Figura 190: Ovos amostrados no Arroio Guaçu. 356
Figura 191: Juvenil de Cascudo *Hypostomus* sp. 357
Figura 192: Riqueza e Abundância da ictiofauna registrados de acordo com a classificação das guildas alimentares no Arroio Guaçu. 360
Figura 193: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2 e P3: Pontos amostrais. 361
Figura 194: Localização das parcelas amostrais. 399
Figura 195: Curva do coletor em relação as 9 parcelas realizadas. 411
Figura 196: Formações fitogeográficas. 412
Figura 197: Fisionomia arbórea e arbustiva dos fragmentos analisados com formação de dois estratos. 414
Figura 198: Fisionomia arbórea dominante sobre as demais. 415
Figura 199: Vista da vegetação no local de supressão apresentando a altura vista externamente. 416
Figura 200: Área antropizada na área do canal. 417
Figura 201: Medidas de diâmetro realizadas em campo. 418
Figura 202: Cobertura arbórea no local onde será o canal da CGH Giacomini. 418
Figura 203: Espécie *Philodendron bipinnatifidum* presente na área de supressão. 419
Figura 204: Exemplar de *Rhipsalis floccosa* presente na área de supressão. 419

Figura 205: Fina camada de serapilheira próximo ao local do barramento.....421
Figura 206: Presença de trepadeiras na área de supressão. 422
Figura 207: Presença de sub-bosque na área de supressão com baixa densidade. 423
Figura 208: Localização das espécies da flora ameaçadas de extinção.....428
Figura 209: Exemplares de *Philodendron bipinnatifidum* identificada no levantamento. 431
Figura 210: Exemplar de cactos *Rhipsalis floccosa* identificada no levantamento.....431
Figura 211: Em vermelho áreas demarcadas para supressão. 433
Figura 212: Áreas estratégicas para a conservação e restauração da biodiversidade no estado do Paraná. 439
Figura 213: Áreas prioritárias para conservação do bioma Mata Atlântica. 440
Figura 214: Corredor do Paraná. Círculo vermelho indica o ponto do empreendimento. 441
Figura 215: Delimitações da Reserva da Biosfera da Mata Atlância e áreas de influência do empreendimento. 442
Figura 216: Unidades de conservação mais próximas do empreendimento.....443
Figura 217: Estado do Paraná dividido em mesorregiões e localização do município atingido. 489
Figura 218: Evolução do IDH-M entre os anos de 1991 a 2010. 491
Figura 219: Gráfico representando a mortalidade infantil ao longo dos anos para o município.....492
Figura 220: Mapa com a incidência de pobreza e desigualdade por município.....493
Figura 221: Entrevista realizada com os proprietários atingidos. 494
Figura 222: Mapa de classificação do uso do solo para a AID. 497
Figura 223: Diversos tipos de uso do solo na AID do empreendimento. 498
Figura 224: Área dos imóveis atingidos pela implantação do empreendimento. 500
Figura 225: Mapa de regiões turísticas do Paraná. Seta vermelha indica a localização do município. 501
Figura 226: Evolução do PIB Per Capita do Município de Quatro Pontes ao longo da última década. 502
Figura 227: Círculo vermelho indica a localização do empreendimento em relação ao manancial. 503
Figura 228: Custos diretos totais para o empreendimento. 504
Figura 229: Recorte do processo junto ao IPHAN demonstrando as etapas realizadas e documentos emitidos. 505
Figura 230: Recorte do Mapa de Terras e Territórios de Povos e Comunidades Tradicionais. 506

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações do empreendedor. 12
Tabela 2: Informações da empresa consultora. 12
Tabela 3: Modalidade de licenciamento e estudo ambiental por tipo de empreendimento. 22
Tabela 4: Cálculo do IDA da CGH Giacomini.....22
Tabela 5: Dimensionamento do dispositivo de vazão sanitária. 38
Tabela 6: Comparativo das alternativas estudadas. 48
Tabela 7: Parâmetros utilizados para o cálculo do ICB das alternativas estudadas. 50
Tabela 8: Indicadores de impacto ambiental e respectivos elementos de avaliação por componente síntese. 51
Tabela 9: Escala da Análise Hierárquica de Processo na comparação de pares de variáveis (Escala Fundamental de Saaty). 54
Tabela 10: Valores de IR para matrizes de diferentes tamanhos. 55
Tabela 11: Escala de Magnitude da Interferência. 55
Tabela 12: Matriz de Interação entre os Componentes-Síntese para Obtenção do Grau de Ponderação. 62
Tabela 13: Componente-síntese Ecossistemas Terrestres. 62
Tabela 14: Componente-síntese Ecossistemas Aquáticos. 63
Tabela 15: Componente-síntese Modos de Vida. 63
Tabela 16: Componente-síntese Organização Territorial. 63
Tabela 17: Componente-síntese Base Econômica. 63
Tabela 18: IAC por componente-síntese. 71
Tabela 19: Índices de Impacto Socioambiental Negativo (IA) por alternativa. 72
Tabela 20: Valores utilizados no cálculo do Índice de Preferência. 74
Tabela 21: Índices de Impacto Socioambiental Negativo (IA) por alternativa. 74
Tabela 22: Delimitação das áreas de influência para o meio físico. 81
Tabela 23: Recursos minerais identificados. 97
Tabela 24: Parâmetros físicos da bacia do empreendimento. 104
Tabela 25: Caracterização fisiográfica da bacia do empreendimento. 104
Tabela 26: Informações da estação base. 106
Tabela 27: Vazões médias mensais da estação base. 108
Tabela 28: Vazões médias mensais do empreendimento. 109
Tabela 29: Vazões máximas da estação base. 113
Tabela 30: Vazões máximas do empreendimento. 113
Tabela 31: Distribuição de Weibull para vazões mínimas. 114
Tabela 32: Vazões mínimas do empreendimento. 115

Tabela 33: Dimensionamento do dispositivo de vazão sanitária. 116
Tabela 34: Critérios de classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson, modificado por LAMPARELLI (2004). 130
Tabela 35: Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas no Arroio Guaçu para o ponto do empreendimento. 133
Tabela 36: Agrotóxicos avaliados no Arroio Guaçu para o ponto do empreendimento. N/D = Não detectado. 142
Tabela 37: Resultados das ponderações dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 1. 144
Tabela 38: Resultados das ponderações dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 2. 144
Tabela 39: Resultados do IET para os pontos amostrados no Arroio Guaçu. 148
Tabela 40. Usos consuntivos na AID do empreendimento. 152
Tabela 41. Atributos do impacto: Alteração da qualidade das águas superficiais. 159
Tabela 42. Atributos do impacto: Alteração do regime hídrico. 160
Tabela 43. Atributos do impacto: Poluição do corpo hídrico por efluentes líquidos ou resíduos sólidos. 161
Tabela 44. Atributos do impacto: Contaminação e alterações físico-químicas do solo. 162
Tabela 45. Atributos do impacto: Processos erosivos e estabilidade de encostas. 164
Tabela 46. Atributos do impacto: Mudanças na paisagem. 165
Tabela 47. Atributos do impacto: Poluição sonora. 165
Tabela 48. Atributos do impacto: Poluição atmosférica por fontes móveis. 166
Tabela 49: Delimitação das áreas de influência para o meio biótico 196
Tabela 50. Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de abelhas de possível ocorrência para a região do empreendimento. 202
Tabela 51. Fauna de abelhas de possível ocorrência para a região do empreendimento. 203
Tabela 52. Esforço amostral por método empregado. 204
Tabela 53. Espécies registradas durante o levantamento. 205
Tabela 54. Espécies de abelhas classificadas como ameaçadas de extinção em nível nacional e estadual. 208
Tabela 55: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento. 213
Tabela 56: Anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento. 213
Tabela 57. Esforço amostral por método de busca ativa. 216
Tabela 58: Espécies de anfíbios registrados através do levantamento primário. 218
Tabela 59. Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral. 220
Tabela 60. Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais. 223
Tabela 61. Classificação das espécies registradas. 224
Tabela 62. Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento. 231
Tabela 63. Fauna de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento. 231
Tabela 64. Esforço amostral por método empregado. 234
Tabela 65. Espécies de répteis registrados através do levantamento primário. 235
Tabela 66: Dados secundários utilizados para levantamento da avifauna de possível ocorrência para a região do empreendimento. 241
Tabela 67: Avifauna de possível ocorrência para a região do empreendimento. 242
Tabela 68. Esforço amostral por método empregado. 257
Tabela 69. Espécies de aves registradas através do levantamento primário. 260
Tabela 70: Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral. 266
Tabela 71. Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais. 268
Tabela 72: Avifauna endêmica do bioma Mata Atlântica registrada na área de influência do empreendimento. 270
Tabela 73 – Avifauna parcialmente migratória registrada na área de influência do empreendimento. 270
Tabela 74: Avifauna cinegéticas registrada na área de influência do empreendimento. 273
Tabela 75: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento. 284
Tabela 76: Mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento. 285
Tabela 77: Esforço amostral por método empregado. 291
Tabela 78: Espécies de mamíferos registrados através do levantamento primário. 293
Tabela 79: Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral. 295
Tabela 80: Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais. 297
Tabela 81: Espécies cinegéticas identificadas durante o levantamento de mamíferos. 300
Tabela 82: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de invertebrados aquáticos de possível ocorrência para a região do empreendimento. 310
Tabela 83: Invertebrados aquáticos de possível ocorrência para a região do empreendimento. 310
Tabela 84: Esforço amostral por método empregado. 314

Tabela 85: Tabela de Pontuação dos Grupos de Invertebrados Aquáticos Bentônicos para a Utilização no Cálculo do Índice BMWP. 316
Tabela 86. Sistema de classificação da qualidade da água estabelecido para macroinvertebrados bentônicos. 317
Tabela 87: Táxons registrados durante as campanhas de amostragens na área de influência da CGH Giacomini. 318
Tabela 88: Valores dos Indicadores Ecológicos registrados para os pontos de amostragens na CGH Giacomini. 319
Tabela 89: Espécies registradas para os pontos amostrais na CGH Giacomini. 321
Tabela 90: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de peixes de possível ocorrência para a região do empreendimento. 335
Tabela 91: Ictiofauna de possível ocorrência para a região do empreendimento. 336
Tabela 92: Caracterização dos pontos de amostragem da ictiofauna. 339
Tabela 93: Esforço amostral por método empregado. 340
Tabela 94: Composição taxonômica da ictiofauna amostrada nas campanhas de novembro de 2022 e março de 2023 no Arroio Guaçu. 347
Tabela 95: Densidades do ictioplâncton amostrado em novembro de 2022 no Arroio Guaçu, CGH Giacomini. 355
Tabela 96: Variáveis abióticas observadas nos diferentes horários na amostragem Novembro de 2022, no Arroio Guaçu. 358
Tabela 97. Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral (Área 1, Área 2 e Área 3). 359
Tabela 98: Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2 e P3: Pontos amostrais. 362
Tabela 99: Dados secundários utilizados para levantamento da flora de possível ocorrência para a região do empreendimento. 374
Tabela 100: Flora de possível ocorrência para a região do empreendimento. 375
Tabela 101: Dados das parcelas amostradas durante o levantamento. 398
Tabela 102: Parâmetros analisados 400
Tabela 103: Espécies registradas nas parcelas amostradas do empreendimento. 408
Tabela 104: Estratificação dos dados por escalas de DAP de cada espécie inventariada. 408
Tabela 105: Resultados das análises estatísticas. 409
Tabela 106: Resultados obtidos para os índices de diversidade para as parcelas 410
Tabela 107: Espécies amostradas no estudo. 417
Tabela 108: Espécies registradas no levantamento florístico. 425
Tabela 109: Status de conservação das espécies ameaçadas. 429
Tabela 110: Quantitativo de árvores ameaçadas para supressão. 429
Tabela 111: Espécies de epífitas registradas na área do empreendimento. 430
Tabela 112: Espécies, indivíduos e volume estimado para supressão em estágio médio. 432
Tabela 113: Atributos do impacto: Alteração de habitats utilizados pela fauna. 445
Tabela 114: Atributos do impacto: Atropelamento da fauna. 446
Tabela 115: Atributos do impacto: Alterações na fauna. 450
Tabela 116: Atributos do impacto: Supressão da vegetação. 453
Tabela 117: Atributos do impacto: Alteração na população de macrófitas. 454
Tabela 118: Delimitação das áreas de influência para o meio socioeconômico. 488
Tabela 119: População do município de Quatro Pontes em 2010 e estimativa em 2021. 490
Tabela 120: Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano. 491
Tabela 121: Classificação do uso do solo na AID em hectares. 498
Tabela 122: Informações da propriedade atingida. 499
Tabela 123: PIB de Quatro Pontes (segundo ramo de atividade) 2020. 502
Tabela 124: Estabelecimentos e emprego por atividade econômica 2021. 502
Tabela 125: Resumos dos custos principais do empreendimento. 504
Tabela 126: Atributos do impacto: Interferência nas propriedades afetadas. 507
Tabela 127: Atributos do impacto: Incidentes com a população local. 508
Tabela 128: Atributos do impacto: Interferência na malha viária e na infraestrutura pública. 509
Tabela 129: Atributos do impacto: Alteração da oferta de postos de trabalho 511
Tabela 130: Atributos do impacto: Alteração das atividades comerciais e de serviços 512
Tabela 131: Atributos do impacto: Produção de conhecimento científico. 513
Tabela 132: Atributos do impacto: Geração de energia. 514
Tabela 133: Avaliação sinérgica e cumulativa de impactos. 526

APRESENTAÇÃO

O presente Plano de Controle Ambiental é o resultado do diagnóstico ambiental realizado para a implantação da CGH Giacomini, projetada para o Arroio Guaçu, bacia hidrográfica do Rio Paraná 3, situada no município de Quatro Pontes no estado do Paraná, projetada para 1,55 MW de potência instalada e com uma energia média de 800 kWmédio.

A execução do estudo baseou-se na compilação das informações relacionadas aos meios físico, biótico e socioeconômico obtidas por meio de pesquisas bibliográficas e trabalhos de campo, correlacionando as características observadas na região com maior probabilidade de riscos e mais suscetíveis a impactos ambientais com a implantação da CGH Giacomini. Este estudo que está sendo apresentado ao Instituto Água e Terra (IAT), para sua elaboração foi levada em consideração a Resolução SEDEST 09 de 23 de fevereiro de 2021 e o Termo de Referência-2 (PCA) publicado em 12/07/2021.

A Autorização Ambiental para Levantamento de Fauna foi solicitada conforme orientações da Portaria IAP n° 97/2012, expedida em 23 de setembro de 2022 sob n° 57963. Vale ressaltar que não foram coletados animais durante a realização das campanhas de levantamento.

O Projeto Básico foi desenvolvido pelo engenheiro André Luiz Brunel Zaffari em junho de 2022. Este projeto serviu como base para apresentação do empreendimento e delimitações das micro e macrorregiões de estudo ambientais, quer seja do meio físico, biótico e socioeconômico.

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Tabela 1: Informações do empreendedor.

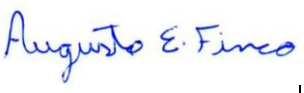
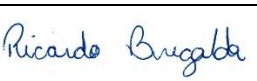
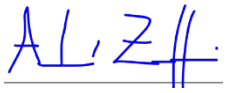
NOME	Hidrowatt Holding
RAZÃO SOCIAL	Hidrowatt Holding LTDA
CNPJ	42.043.191/0001-19
INSCRIÇÃO ESTADUAL	-
Nº DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL (IBAMA)	8199033
ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA	Av. Maravilha, 85, Centro, Maravilha/SC
REPRESENTANTE LEGAL NOME E-MAIL TELEFONE	Valtair Detofol hidrowattholding@gmail.com (49) 3198-1715
CONTATO NOME E-MAIL TELEFONE	Gerson Antonio Parise gersonantonioparise@gmail.com (49) 3198-1715

2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL

Tabela 2: Informações da empresa consultora.

NOME	Vital Engenharia e Meio Ambiente
RAZÃO SOCIAL	Vital Engenharia LTDA
CNPJ	05.194.635/0001-90
INSCRIÇÃO ESTADUAL	Isenta
Nº DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL (IBAMA)	6260966
ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA	Av. Nereu Ramos, 75D, Centro, Ed. CPC, Sala 1205A, Chapecó/SC
REPRESENTANTE LEGAL NOME E-MAIL TELEFONE	Itacir Pasini meioambiente@vitalengenharia.net (49) 3323 0294
CONTATO NOME E-MAIL TELEFONE	Ronaldo A. Pasini meioambiente@vitalengenharia.net (49) 3323 0294

3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	PARTICIPAÇÃO	Nº DE REGISTRO	Nº CTF	ASSINATURA
Itacir Pasini	Engenheiro Sanitarista e Ambiental	ART Coordenação Geral e Responsabilidade Técnica	058813-9	244686	
Ronaldo A. Pasini	Agrônomo	ART Coordenação Técnica; Meio Físico; Meio Socioeconômico	084390-8	6260966	
MSc. Gabriela Galeti	Bióloga	ART Levantamento de fauna (invertebrados) e elaboração do estudo	118484-09	7663997	
MSc. Daniela Behs	Bióloga	ART Coordenação meio biótico	69824-09	1855308	
Augusto Evandro Finco	Biólogo	ART Levantamento de fauna (mastofauna e herpetofauna)	88875-09	5811327	
Alcedir Bessegatto	Biólogo	ART Levantamento de fauna (ictiofauna e avifauna)	58382-09	1281451	
Ricardo Bregalda	Biólogo	ART Levantamento de flora	118653-09	7053064	
André Luiz Brunel Zaffari	Engenheiro Civil	ART Projeto Básico	123040-2	-	
Juliano Bitencourt Campos	Arqueólogo	Coordenação das investigações arqueológicas	-	2774076	

4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

4.1 Legislação federal pertinente ao licenciamento ambiental

Constituição Federal de 1988: exibe no Artigo 225º, que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Estabelece, ainda, que é de competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios preservar as florestas, a flora e a fauna, sendo vedadas as práticas ou atividades que coloquem em risco a sobrevivência destes recursos ou que provoquem sua extinção. O órgão ambiental estadual pode estabelecer os requerimentos gerais e definir padrões específicos de exigência mais rigorosos, porém não menos detalhados e restritivos do que aqueles estabelecidos pelo governo federal. Deve-se atentar para o estabelecido no Art. 5º, inciso XXIII, que reformulou a característica do direito de propriedade, postulando que este deve atender a sua função social, que, de acordo com o Art. 186º - trata da propriedade rural - é, entre outras, a preservação do meio ambiente.

Convenção da Organização Internacional do Trabalho nº 169, de 07 de Junho de 1989 - Estabelece procedimentos para consulta livre, prévia e informada para povos indígenas e tribais.

Lei N.º 4.132/62: define os casos de desapropriação por interesse social, disponibilizando instrumentos ao setor elétrico para as efetivas medidas de proteção dos reservatórios e correções dos impactos provocados na Área de Influência de hidrelétricas.

Lei N.º 6.513/77: dispõe sobre a obrigatoriedade do setor elétrico de considerar, na seleção de seus empreendimentos, as áreas especiais e os locais de interesse turístico.

Lei N.º 6.938/81: no Art. 3º, "dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências". Esta Lei estabeleceu uma abordagem de planejamento detalhado com relação à elaboração de regulamentos ambientais, instituindo um processo de licenciamento para as atividades econômicas que podem causar impactos ambientais em três etapas: Licenciamento Prévio, Licenciamento de Instalação e Licenciamento de Operação.

Lei Federal N.º 7.990/89: institui o percentual de 6% (seis por cento) sobre o valor da energia gerada, a ser pago aos estados, municípios e órgãos da administração direta da União. Porém, as instalações geradoras com capacidade nominal igual ou inferior a 10.000kW (dez mil quilowatts) ficam isentas deste recolhimento.

Lei N.º 8.001/96: dispõe sobre a reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas por empreendimentos causadores de impactos ambientais, incluindo a distribuição dos royalties do setor elétrico.

Lei N.º 9.427/96: dispõe sobre normas do setor elétrico envolvendo temas relacionados com a geração de energia.

Lei N.º 9.433/97: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, alterando parcialmente o Código das Águas, de 1934.

Lei N.º 9.478/97: dispõe sobre a política energética nacional e dá outras providências ao tema.

Lei N.º 9.605/98: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, mais tarde regulamentadas pelo Decreto N.º 6.514, de 22 de julho de 2008. Estes dispositivos legais definem a aplicação de multas e demais instrumentos punitivos aos agressores do meio ambiente, especificando, em seu Capítulo V, Seções I e II, os crimes e punições referentes a agressões à fauna e à flora, respectivamente.

Lei N.º 9.985/2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual, em seu Art. 36º, dispõe que, nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral.

Lei Nº. 10257/01 do Estatuto das Cidades: dispõe sobre a regulamentação dos artigos 182 e 183 da Constituição Federal, referentes a política de desenvolvimento urbano, estabelecendo diretrizes de desenvolvimento territorial municipal. Sendo o principal instrumento indutor da política de descentralização e participação pública no processo decisório de modificação do ambiente natural, cultural, urbano e econômico social do município.

Lei N.º 11.428/06 da Mata Atlântica: dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Lei Federal N.º 13.360/16: define que empreendimentos de geração de energia, com potência de até 5MW são considerados Centrais Geradores de Hidroenergia (CGH's).

Decreto N.º 26.643/34: institui o Código das Águas e tem por objetivo disciplinar ações que envolvam o múltiplo aproveitamento e conservação dos cursos hídricos.

Decreto-Lei N.º 852/38: define o conceito de águas públicas de usos comuns e dá outras providências ao assunto.

RESOLUÇÃO CONJUNTA N.º 3/10: instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos.

Decreto-Lei N.º 2.848/48, Art. 271º, do Código Penal: define que a responsabilidade da qualidade da água fica a cargo da concessionária que a utilizar.

Decreto-Lei N.º 221/67: dispõe sobre a proteção e estímulo à pesca.

Decreto N.º 99.274/90: regulamenta a Lei N.º 6.902/81 e a Lei N.º 9.938/81, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente.

Resolução CONAMA N.º 002/85: inclui as construções de barragens como atividades potencialmente poluidoras.

Resolução CONAMA N.º 001/86: estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de Estudo Ambiental Simplificado - EAS, a serem submetidos à análise dos órgãos ambientais competentes.

Resolução CONAMA N.º 006/86 aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento. Estabelece instruções para publicação de pedidos de licenciamento, de renovação e de concessão das licenças em periódicos e Diários Oficiais do Estado ou da União.

Resolução CONAMA N.º 020/86: estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante.

Resolução CONAMA N.º 006/87: estabelece regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente de geração de energia elétrica. Estabelece que as concessionárias de exploração, geração e distribuição de energia elétrica, ao submeterem seus empreendimentos ao licenciamento ambiental, deverão prestar as informações técnicas sobre os mesmos, conforme estabelecem os termos da legislação ambiental e os procedimentos definidos nesta resolução (Art. 1º).

Resolução CONAMA N.º 009/87: estabelece que a audiência pública referida na Resolução CONAMA N.º 001/86 tem por finalidade expor o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA aos interessados. Isto dirimirá dúvidas, recolhendo, dos presentes, as críticas e sugestões a respeito (Art. 1º), cuja ata e seus anexos servirão de base, juntamente com o RIMA, para a análise e parecer final do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto.

Resolução CONAMA N.º 001/88: estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei N.º 6.938/81.

Resolução CONAMA N.º 002/96: estabelece que os empreendimentos causadores de danos ambientais relacionados à destruição de florestas e outros ecossistemas responsabilizar-se-ão pela implantação de Unidades de Conservação (UC's), novas ou já existentes, a serem definidas pelo órgão ambiental licenciador como forma de compensação ambiental pelos danos causados, cuja mitigação não seja possível.

Resolução CONAMA N.º 237/97: dispõe sobre os critérios e regulamenta os processos de licenciamento ambiental.

Resolução CONAMA N.º 281/01: dispõe sobre os pedidos de licenciamento ambiental, abrindo a possibilidade de estabelecer modalidades simplificadas de solicitação de licença e renovação de algumas modalidades destes licenciamentos.

Resolução CONAMA N.º 369/06: 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 N.º 357/05: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Resolução CONAMA nº 302, de 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, de 27 de junho de 2001 - Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.

Resolução ANEEL N.º 395/98: estabelece os procedimentos tanto para o registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica quanto para a autorização de exploração de centrais de geração de energia com potência de até 30MW.

Resolução ANEEL nº 875, de 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.

Portaria MME N.º 1.832/78 (Ministério de Minas e Energia): dispõe sobre a derivação das águas públicas.

Portaria SUDEPE N.º 001/77: estabelece normas de proteção à fauna aquática para as empresas construtoras de barragens em todo território brasileiro.

Instrução Normativa N.º 065/2005 – IBAMA: estabelece os procedimentos e instaura os prazos para o licenciamento de Usinas Hidrelétricas – UHE e Pequenas Centrais Hidrelétricas – CGH, e cria o Sistema Informatizado de Licença Ambiental Federal – SISLIC. Módulo UHE/CGH.

4.2 Legislação estadual pertinente ao licenciamento ambiental

Resolução SEDEST 09, de 23 de fevereiro de 2021- Estabelece definições, critérios, diretrizes procedimentos para licenciamento de unidades de geração de energia elétrica a partir de potencial hidráulico, no âmbito do Estado do Paraná.

Instrução Normativa IAT 07, de 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 afins, no âmbito do processo de Licenciamento Ambiental Estadual.

Resolução SEMA nº 03, de 12 de fevereiro de 2019 - Procedimentos para compensação ambiental em supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica.

Portaria IAP nº 69, de 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, de 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).

Portaria IAP nº 97, de 29 de maio de 2012 - Dispõe sobre conceito, documentação necessária e instrução para procedimentos administrativos de Autorizações Ambientais para Manejo de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental.

Lei Estadual nº 10.233, de 28 de dezembro de 1992 - Institui a Taxa Ambiental e adota outras providências.

Resolução CERH N° 09/2020 – Estabelece as diretrizes e critérios para a definição de áreas críticas quanto ao uso de águas superficiais e subterrâneas de domínio do Estado do Paraná;

Lei Estadual N° 12.726, de 26 de novembro de 1999 – Instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Decreto Estadual nº 9.957/2014 – Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências.

Decreto N° 11.797/2018 – Atualiza a Lista Vermelha das Aves Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná.

Lei Estadual N° 11.067, de 17 de fevereiro de 1995 – Trata da Política Estadual de Proteção a Fauna Nativa.

Portaria Instituto Água e Terra nº 170, de 01/06/2020 - Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas - PRAD.

Portaria IAP N° 069, de 28/04/2015 – Adota e exige a metodologia desenvolvida por Dias (2001) para a definição da metragem da área de preservação permanente para os empreendimentos de geração de energia elétrica.

4.3 Legislação municipal pertinente ao licenciamento ambiental

4.3.1 Município de Quatro Pontes

Segundo o Art. 180 da Lei Orgânica do Município de Quatro Pontes, "O Município deverá atuar no sentido de assegurar a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao mesmo e à coletividade o dever de defende-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações."

§ 1° Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Município:

> I – articular-se com órgãos estaduais e federais, objetivando a solução de problemas comuns relativos a proteção ambiental;
>
> II- preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
>
> III – definir espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

> IV – exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ao meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
>
> V – promover a educação ambiental e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;
>
> VI – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade;

§ 2° As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Ainda, segundo o Art. 181 da Lei Orgânica: "O Município deverá atuar, mediante planejamento, controle e fiscalização das atividades públicas ou privadas, causadoras de danos efetivos ou de alterações significativas no meio ambiente."

No que concerne as diretrizes de uso do solo, o município de Quatro Pontes anuiu em favor da CGH Giacomini conforme certidão emitida em 28 de outubro de 2021, presente nos anexos deste estudo.

4.3.2 Município de Toledo

Segundo o Art. 120 da Lei Orgânica do Município de Toledo "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Município e à comunidade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações."

Parágrafo único - Cabe ao Poder Público municipal, juntamente com a União e o Estado, para assegurar a efetividade do direito a que se refere o caput deste artigo:

> I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
>
> II - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente:
>
> a) estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
>
> b) licença prévia do órgão estadual responsável pela coordenação do sistema.
>
> III - promover a educação ambiental nas escolas municipais e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;
>
> IV - proteger a fauna e a flora;
>
> V - legislar supletivamente sobre o uso e armazenamento dos agrotóxicos;
>
> VI - controlar a erosão urbana, periurbana e rural;

> VII - manter a fiscalização permanente dos recursos ambientais, visando à compatibilização do desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;
>
> VIII - incentivar o estudo e a pesquisa de tecnologias para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
>
> IX - definir e fiscalizar espaços territoriais e os seus componentes a serem protegidos, mediante criação de unidades municipais de conservação ambiental;
>
> X - garantir área verde mínima, na forma definida em lei, para cada habitante.

No que concerne as diretrizes de uso do solo, o município de Toledo anuiu em favor da CGH Giacomini conforme certidão emitida em 01 de dezembro de 2021, presente nos anexos deste estudo.

4.4 Compatibilidade legal do empreendimento

O licenciamento ambiental da CGH Giacomini seguiu as diretrizes da Resolução SEDEST 09 de 23 de fevereiro de 2021, segundo a resolução o empreendimento é enquadrado como CGH – Central Geradora Hidrelétrica – e deverá seguir o Termo de Referência 2 para PCA, com modalidade de licença de Licença Ambiental Simplificada (LAS).

A definição da modalidade LAS foi definida mediante a aplicação das diretrizes do modelo matemático apresentado no Art. 5º da Resolução Sedeste 09/2021, sendo inicialmente avaliada a potência e a área de alagamento (excluindo a área da calha do rio), devendo prevalecer o enquadramento mais restritivo. Posteriormente é realizada a avaliação do Índice de Degradação Ambiental para definir à qual modalidade de licenciamento o empreendimento será submetido, bem como qual estudo ambiental deverá ser apresentado.

O IDA consiste numa avaliação matemática dos quantitativos de alagamento (excluindo a área da calha do rio), área de supressão de vegetação nativa, comprimento do sistema de adução (túnel e canal), comprimento do trecho de vazão reduzida e o número de propriedades rurais com uso inviabilizado em função da potência de geração instalada no empreendimento, a ser calculado da seguinte forma:

$$\mathbf{IDA = (AL \times 0{,}25/P) + (((SVI \times 0{,}47) + SVM + (SVA \times 1{,}3)) \times 0{,}35/P) + (SA \times 0{,}0015/P) + (TVR \times 0{,}0015/P) + (PRI/P)}$$

Onde:

IDA = Índice de degradação ambiental;

AL = Área alagada (ha);

SVI = Área de supressão de vegetação nativa em estágio inicial de regeneração (ha);

SVM = Área de supressão de vegetação nativa em estágio médio de regeneração (ha);

SVA = Área de supressão de vegetação nativa primária ou em estágio avançado de regeneração (ha);

SA = Comprimento do sistema de adução (canal/túnel) (m);

TVR = Comprimento de trecho de vazão reduzida (m);

PRI = Número de propriedades rurais com uso inviabilizado;

P = Potência instalada (MW).

Após a identificação da Potência e Alagamento, bem como a identificação do IDA, deve ser aplicado o enquadramento em consonância o Quadro 1 da Resolução Sedest/09/2021, conforme apresentado a seguir.

Tabela 3: Modalidade de licenciamento e estudo ambiental por tipo de empreendimento.

TIPO	MCH	MGH		CGH				PCH				UHE
POTÊNCIA (MW)	0 até 0,075	> 0,075 até 0,5		> 0,50 até 1		> 1 até 5		> 5 até 10		>10 até 30		> 30
ALAGAMENTO (ha)	0	0 até 0,5		0,5 a 5		5 a 50		> 50 até 100		>100		>300
ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	NA	< 3	≥ 3	< 3	≥ 3	< 4	≥ 4	< 4	≥ 4	< 4	≥ 4	NA
MODALIDADE DA LICENÇA	**DLAE**	**DLAE**	**LAC**	**LAC**	**LAS**	**LAS**	**LP/LI/LO**	**LP/LI/LO**	**LP/LI/LO**	**LP/LI/LO**	**LP/LI/LO**	**LP/LI/LO**
ESTUDO	Cadastro	Cadastro	PCA (TR1)	PCA (TR1)	PCA (TR2)	PCA (TR2)	RAS (TR1)	RAS (TR1)	RAS (TR2)	EIA (TR1)	EIA (TR2)	EIA (TR3)

Fonte: IAT, 2021. Resolução Sedest 09.

Para a CGH Giacomini foram observadas as seguintes qualificações:

- Potência: 1,55 MW
- Alagamento: 0,00 ha

Considerando estas duas condicionantes, o empreendimento está pré-enquadrado em CGH, coluna 1,0 a 5,0 MW. Nesta coluna, há duas possibilidades de enquadramento: LAS ou LP/LI/LO, sendo determinado pelo IDA. Assim, aplicou-se o cálculo matemático para identificação do IDA, conforme tabela apresentada a seguir.

Tabela 4: Cálculo do IDA da CGH Giacomini.

Empreendimento: CGH Giacomini	Dados	Fórmula	
P = Potência instalada (MW)	1,55		
AL = Área alagada (ha);	0	**0**	
SVI = Área de supressão de vegetação nativa em estágio inicial de regeneração (ha)	0	0	
SVM = Área de supressão de vegetação nativa em estágio médio de regeneração (ha)	1,53	1,53	**0,34548**
SVA = Área de supressão de vegetação nativa primária ou em estágio avançado de regeneração	0	0	
SA = Comprimento do sistema de adução (canal/túnel) (m)	390	**0,37742**	
TVR = Comprimento de trecho de vazão reduzida (m)	500	**0,48387**	
PRI = Número de propriedades rurais com uso inviabilizado;	0	**0**	
IDA = Índice de Degradação Ambiental		**1,20677**	LAS

Aplicando os dados apresentados na tabela 4 sob a fórmula do IDA temos:

IDA= (**0,00** x 0,25/**1,55)** + (((**0** x 0,47) **+ 1,53** + (**0** x 1,3)) x 0,35/**1,55**) **+** (**390** x 0,0015/**1,55**) **+** (**500** x 0,0015/**1,55**) + (**0/1,55**)

IDA= 0 **+** (1,53 x 0,35/1,55) + (390 x 0,0015/1,55) + (500 x 0,0015/1,55) + 0

IDA= 0 + 0,345 + 0,377 + 0,483 + 0

IDA= 1,20

Assim, aplicando os dados da Tabela 1 na fórmula presente no § 3º do Art. 5º da Resolução Sedeste 09/2021, identificamos o IDA = 1,20. Considerando a coluna da CGH entre 1,00 e 5,00MW, a CGH Giacomini enquadra-se no IDA <4 e, portanto, enquadrada na modalidade de licença LAS – Licença Ambiental Simplicada, com aplicação do estudo ambiental do tipo PCA (TR2), o qual foi seguido no presente documento.

5 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

A CGH Giacomini está projetada para ser implantada no Arroio Guaçu, o qual possui estudos de inventários hidrelétrico aprovado através do Despacho da ANEEL n° 962/2006, de 11 de maio de 2006. Nesse despacho são listados 11 empreendimentos hidrelétricos com potência inferior à 5MW, destes, todos esses empreendimentos passaram a ser classificados como CGH, tendo em vista a promulgação da Lei n° 13.360 de 17 de novembro de 2016 em que as PCHs passaram a ser empreendimentos com potência instalada superior a 5,0 MW todos os empreendimentos presentes neste inventário foram rebaixados à CGHs, não atribuindo mais a ANEEL a gestão dos potenciais.

Arroio Guaçu							
Aproveitamento	Coordenadas Geográficas do Eixo do Barramento	Posição (Dist. da Foz) [km]	Área de Drenag. [km^2]	N.A máximo normal de montante [m]	N.A normal de jusante [m]	Potência Instalada [kW]	Área do Reserva - tório [km^2]
Foz do Guaçu	24°23'31"S 54°06'53"W	14,0	989	235,00	225,00	2.250	1,27
Jataí	24°25'19"S 54°03'11"W	30,0	754	265,50	245,50	3.500	0,11
Moinho	24°25'16"S 54°01'37"W	35,0	744	286,50	266,30	3.600	0,10
Lincon	24°26'00"S 54°00'32"W	39,0	722	300,00	286,50	2.400	0,48
Recanto	24°29'31"S 53°58'07"W	59,0	448	320,00	306,90	1.300	0,04
Quatro Pontes	24°32'50"S 54°56'51"W	76,0	438	342,00	330,00	1.180	0,21
Pedreira	24°33'31"S 53°56'00"W	80,0	358	368,90	342,30	2.100	0,36
Novo Sarandi	24°34'28"S 53°55'00"W	84,0	331	374,00	369,00	380	0,38
Vila Nova	24°35'00"S 53°49'16"W	103,0	233	395,00	380,00	760	0,71
Linha Guaçu	24°36'45"S 53°44'33"W	120,0	127	428,60	405,00	650	0,21
Novo Sobradinho	24°37'39"S 53°44'07"W	125,0	127	447,00	436,00	310	0,07

Figura 1: Recorte dos empreendimentos listados para o Arroio Guaçu no Despacho da ANEEL.

No ponto de construção do empreendimento encontra-se o aproveitamento denominado no despacho Aneel como "Pedreira", no local existe um antigo barramento abandonado que teve sua construção iniciada, mas não se concretizou e algumas estruturas em concreto ficaram no local. Além disso, na jusante do empreendimento existe uma captação de água para os açudes do proprietário atingido (Portaria de Outorga 335/2020), para captar a água os mesmos contam com um canal de desvio onde a mesma é bombeada para os açudes. Antigamente essa água era impulsionada para captação através de uma roda d'água, atualmente a mesma é captada através do bombeamento elétrico, conforme imagens abaixo.



Figura 2: Ponto de captação de água para piscicultura.



Figura 3: Antiga estrutura de barramento abandonado localizado a montante do empreendimento.

Diante dos fatos narrados, desenhou-se a possibilidade de instalação da CGH Giacomini, uma vez que, não há, portanto, aproveitamento ótimos para PCHs no Arroio Guaçu. Neste sentido, a condicionante passa a ser o direito de propriedade ou anuência dos proprietários, bem como o crivo do licenciamento ambiental propriamente dito.

E assim se consolidou o projeto da CGH Giacomini, mediante o acordo com os proprietários atingidos, conforme contratos firmados apresentados em anexo. Para dar início aos estudos de licenciamento da CGH Giacomini foi protocolada a Autorização de Levantamento de Fauna, a qual foi emitida em 23 de setembro de 2022 sob n° 57963. Da mesma forma também foi protocolado o requerimento de outorga prévia, a qual foi emitida pela Portaria 11428/2022/OP-GOUT. Ademais, também foi realizada a Consulta Prévia de Viabilidade, emitida sob n° 306049.

6 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

6.1 Dados Gerais

A CGH Giacomini foi projetada para uma potência instalada de 1,55 MW, com energia firme de 800 kWmed, a CGH irá aproveitar um desnível bruto de 17,00 m. O empreendimento será composto por uma regula na calha do rio que será responsável por manter o nível da água, sem formação de reservatório propriamente dito. A adução será feita por uma estrutura chamada de tomada d'água, que reterá galhos, folhas e demais corpos flutuantes e limitará a vazão a ser captada. Esta vazão será conduzida, mantendo-se o nível, por um canal, até o local onde a queda passa a ser aproveitada.

Ao final do canal, será necessária a implantação de uma câmara de carga, que fará a transição entre o escoamento em baixa pressão e o de alta pressão. O trecho de alta pressão é constituído por uma tubulação em aço, chamada conduto forçado, que se liga à turbina. A

turbina fica abrigada na chamada casa de força. É na casa de força que a energia potencial gravitacional da água em queda é transformada em energia mecânica pela turbina e por sua vez, transformada em energia elétrica pelo gerador. A água é restituída ao rio por um canal de fuga.

6.2 Localização da usina

A CGH Giacomini está localizada no estado do Paraná, na região Oeste Paranaense, no município de Quatro Pontes. A CGH será implantada no Arroio Guaçu, o qual é afluente do Rio Paraná, a foz do Arroio Guaçu está localizada a aproximadamente 90 km do empreendimento. O Arroio Guaçu pertence a bacia hidrográfica do Paraná 3 e nasce no município de Toledo/PR.

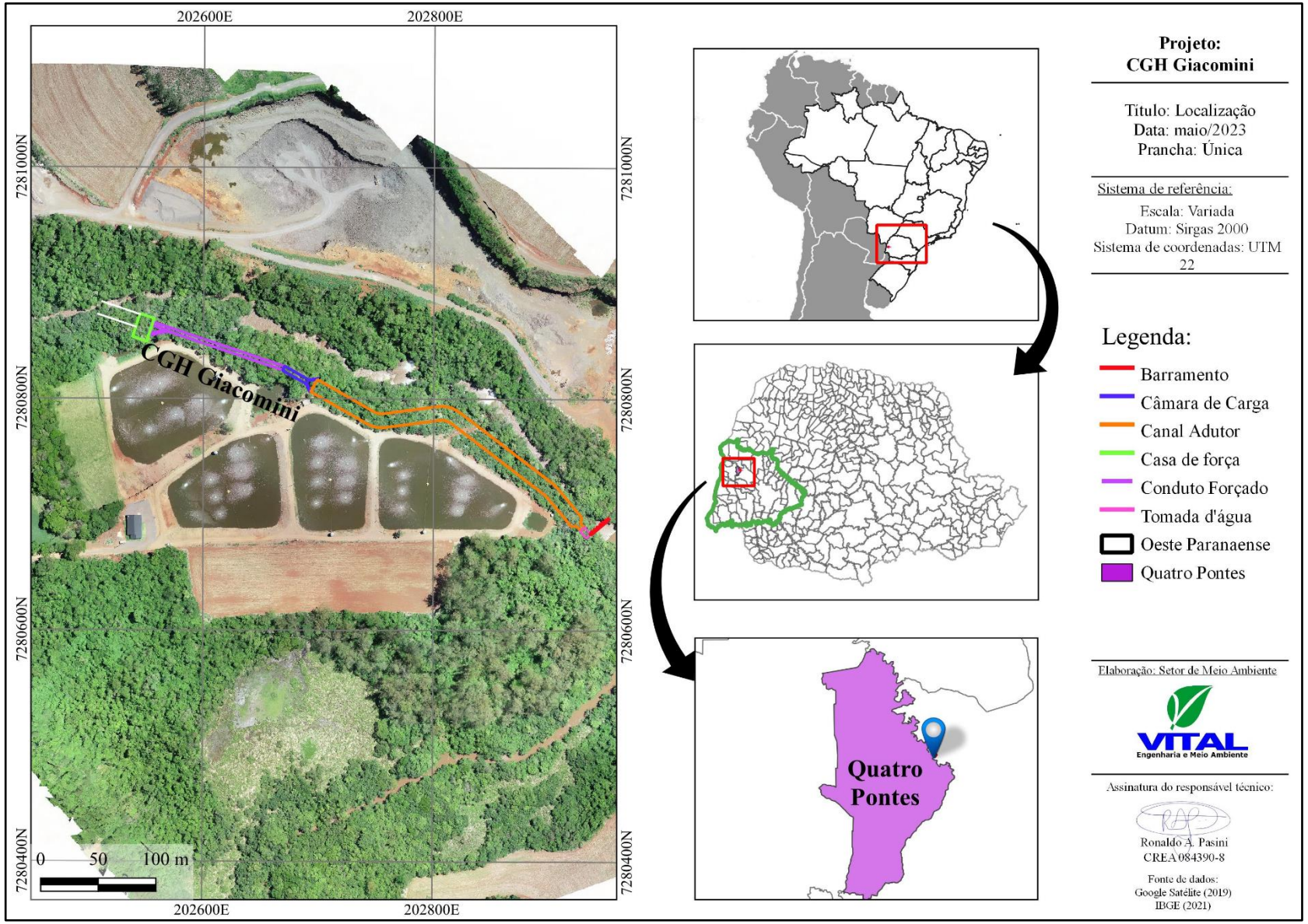


Figura 4: Localização da CGH Giacomini.

O acesso específico ao local do empreendimento partindo-se do município de Quatro Pontes é realizado partindo-se da PR-239, nessa deve-se percorrer cerca de 3,2 km e virar a esquerda em estrada vicinal na Linha Lorenz, posteriormente deve-se seguir por aproximadamente 1,6 km, até a propriedade onde será construída a CGH Giacomini, localizada na Fazenda Britânia. Tanto o acesso particular, como o acesso até a propriedade em que se dará a construção do empreendimento estão em boas condições de trafegabilidade, apenas o acesso interno da propriedade deverá ser ajustado para suportar maquinários e mantido em boas condições durante a após a obra.

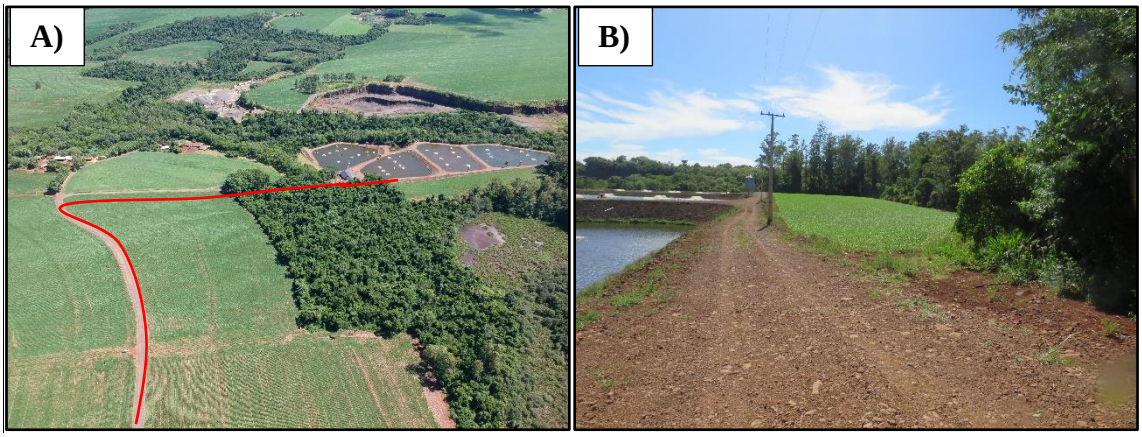


Figura 5: A) Estrada de acesso a propriedade, B) Estrada interna da propriedade.

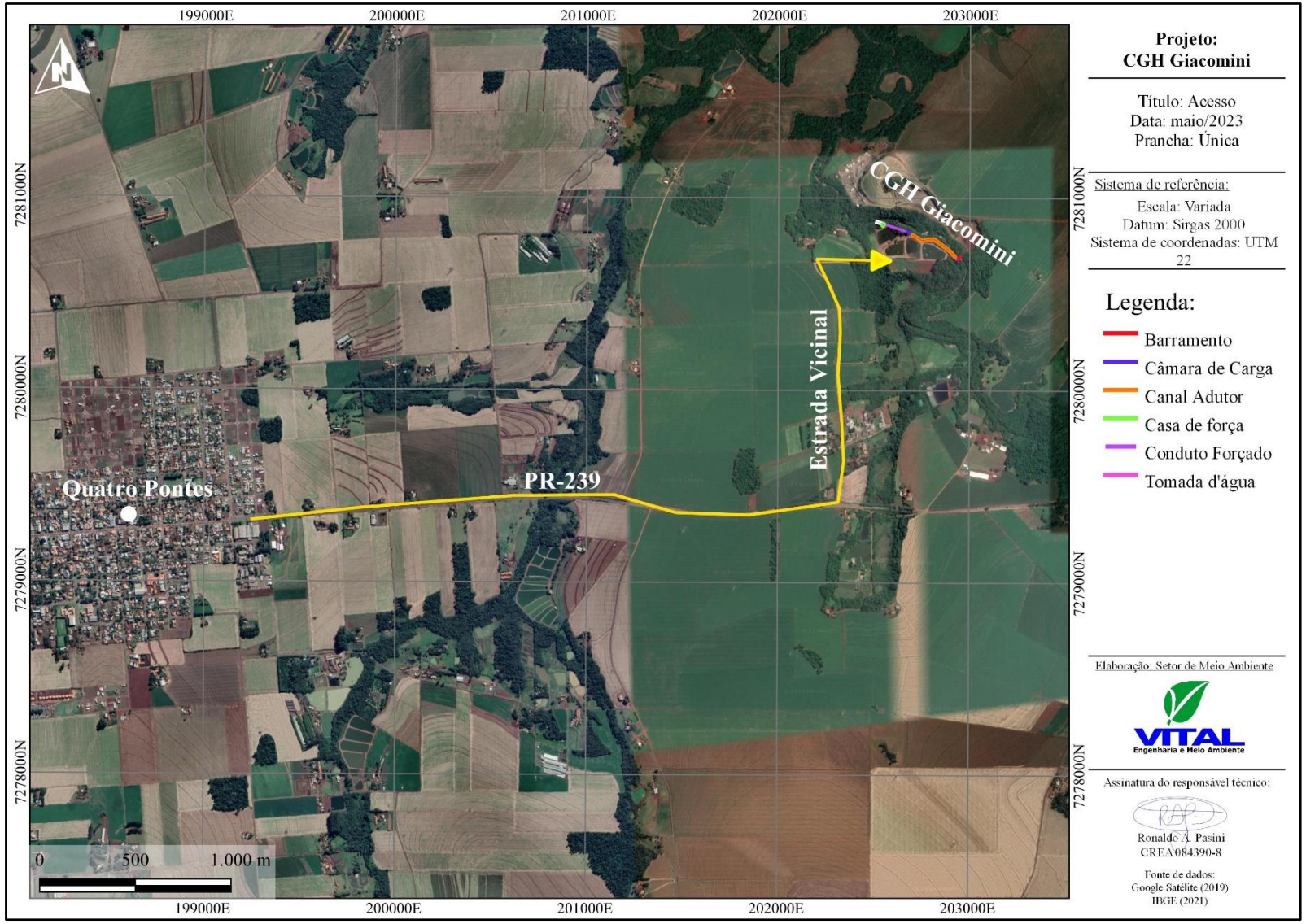


Figura 6: Trajeto para chegar ao empreendimento.

6.3 Arranjo Geral

6.3.1 Lago

Não haverá formação de reservatório, sendo apenas efetuada uma regula (pequeno barramento) na calha do rio, com crista na cota 365,30 m, para direcionar o fluxo da água para a tomada d'água, sem que a água se eleve para folha da calha do rio.

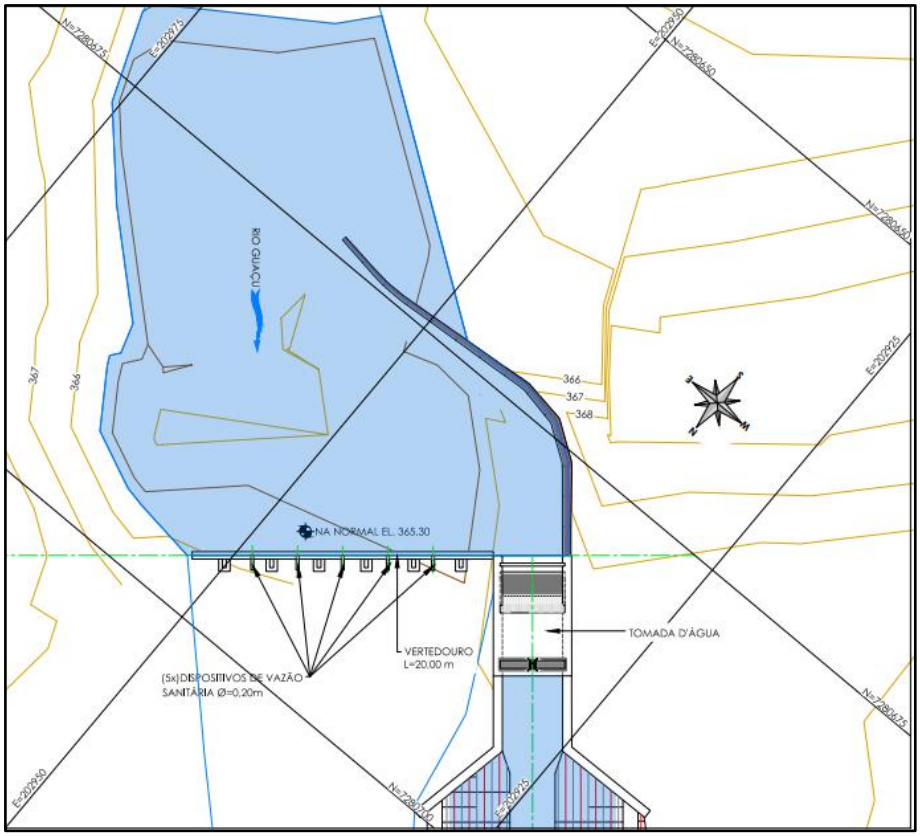


Figura 7: Regula projetada na calha do rio.

6.3.2 Barramento / Vertedouro / Regula

O empreendimento basicamente não contará com um barramento, pois será executada apenas uma regula na calha do rio para direcionar a água para a tomada d'água. A regula será em soleira vertente com crista na mesma cota de operação (NAM). Esta estrutura foi projetada em contraforte, sendo o vertedouro classificado com formato soleira delgada.

A regula terá 20,00 m de comprimento. Foi projetada para descarregar a vazão milenar (TR 1.000), com lâmina d'água de 3,73 m, sendo esta basicamente a lâmina ocorrente nas condições naturais, sem a construção do pequeno barramento. De acordo com as Diretrizes da Eletrobrás (ELETROBRÁS, 2000), para barragem em concreto com altura menor que 10 m, a cota mínima da crista deverá estar 1,0 m acima da elevação do NA normal do reservatório e ter

uma mureta de proteção contra ondas com altura mínima de 30 cm e largura de 20 cm. Para ombreiras em enrocamento e solo, a cota da crista da barragem é fixada considerando-se uma folga, denominada “borda livre”, acima da elevação do NA máximo normal de operação do reservatório, o qual corresponde ao nível que ocorrerá por ocasião da passagem da descarga de projeto pelo vertedouro, sendo que para extensão do reservatório até 1km, a folga mínima é de 1,00m.

Neste caso, onde o vertedouro é do tipo soleira livre, sem controle por comportas, executado todo em concreto, foi calculado o NAM máximo maximorum, e adotado 1,00 m de borda livre acima deste nível. A regula possuirá crista na cota 365,30 m ancorado nos paredões de rocha do local, que já fazem o direcionamento da vazão para a calha do rio.

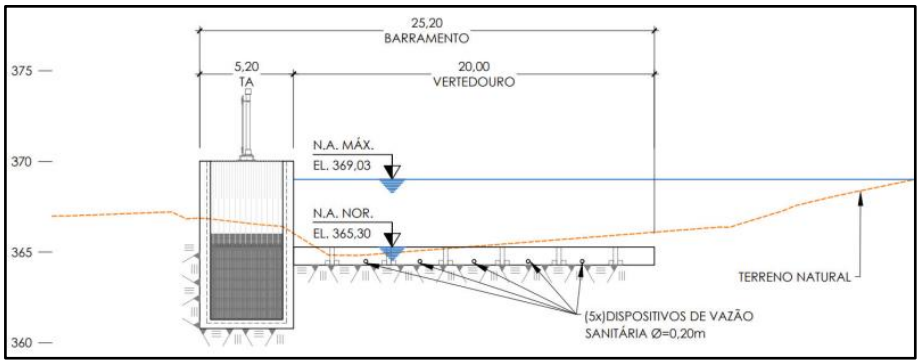


Figura 8: Seção do vertedouro com dispositivo de vazão remanescente.


Figura 9: Vista do local onde será construída a regula.

6.3.3 Desvio do rio

Para a construção do barramento será necessário realizar desvios do percurso do rio. Os mesmos serão realizados com a construção de ensecadeiras de terra e enrocamento. O projeto das mesmas depende da época do ano em que serão realizadas, ou seja, depende da época chuvosa ou seca, sendo necessário defini-las durante a execução.

Em princípio, será construída uma ensecadeira em formato de meia lua, ensecando parte da calha do rio, na margem onde se encontra a tomada d'água, sendo que o fluxo passa pela outra porção livre, onde o rio é levemente desviado do seu curso natural. Nesta margem ensecada executa-se a tomada d'água e um trecho do barramento. Posteriormente, a ensecadeira é retirada e reconstruída ensecando a outra margem, para proceder com a conclusão do barramento. Neste momento, a vazão deve passar pela tomada d'água já concluída e por um vão deixado sem construir no canal adutor. Quando concluído o barramento, a tomada d'água é fechada com a comporta prevista, barrando o fluxo para o canal, podendo assim, concluí-lo.

6.3.4 Tomada d'água

A tomada d'água é a estrutura em concreto que limita a vazão a ser captada para o circuito hidráulico. Possui grade para reter a passagem de corpos flutuantes que possam danificar o circuito hidráulico e comporta para barrar o fluxo de água quando necessárias manutenções a jusante no canal adutor. A estrutura foi dimensionada de acordo com as velocidades admissíveis para retenção dos corpos flutuantes na grade e de operação da comporta.

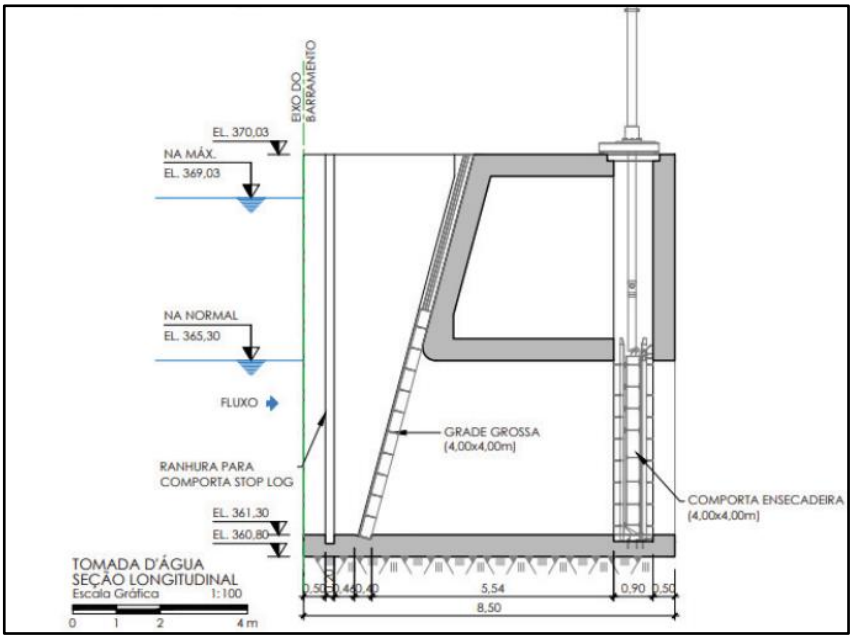


Figura 10: Seção longitudinal da tomada d'água.

6.3.5 Sistema de adução

O canal adutor é a estrutura responsável por transpor para outro local, a vazão necessária à geração da energia pré-estabelecida, mantendo o nível da água. Esta estrutura terá 280 m de comprimento na margem esquerda do rio. As escavações serão em solo e rocha com seção trapezoidal com base de 3,00 m e inclinação dos taludes de 1:1. A profundidade da água será de 4,00 metros. Nos trechos em rocha, se necessário, pode ser aplicado concreto projetado, de acordo com as características do maciço, que serão estudadas durante a execução. Em caso de escavações em solo, será obrigatoriamento aplicada uma geomembrana PEAD.

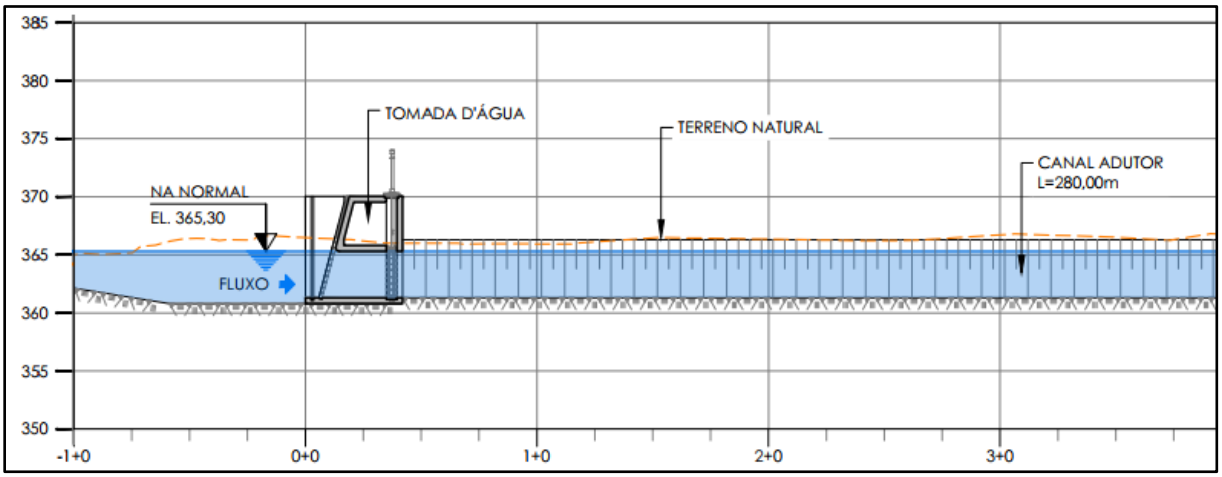


Figura 11: Perfil do canal adutor.

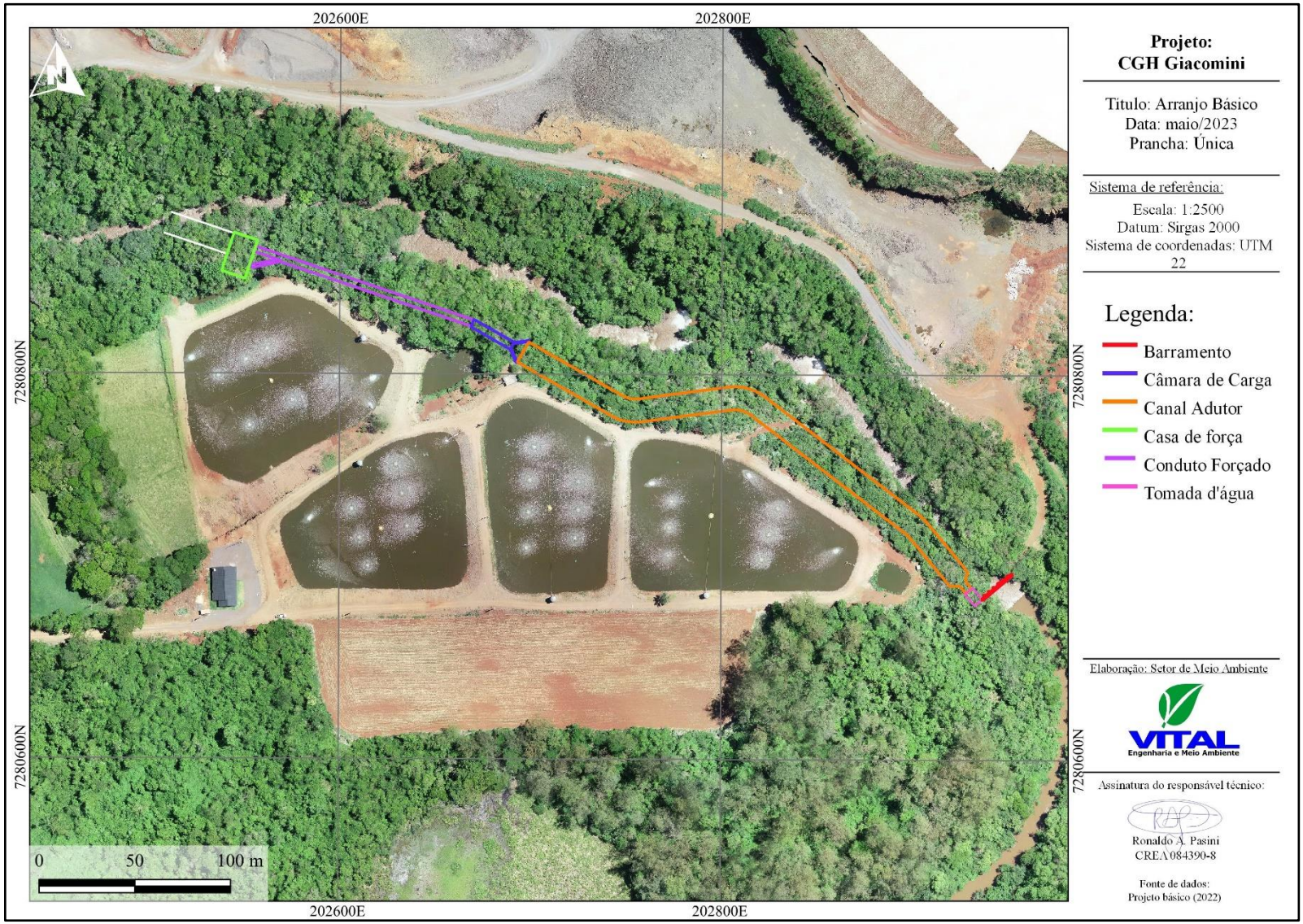


Figura 12: Traçado do canal de adução e arranjo básico da CGH Giacomini.

6.3.6 Câmara de carga

A câmara de carga é a estrutura que promove a transição entre escoamento livre do canal de adução e o escoamento sob pressão do conduto forçado. É importante para os casos de transientes hidráulicos, quando do início ou parada da turbina. No dimensionamento é considerado um alargamento da seção, com vistas a fornecer um volume de água ao conduto durante estes transientes. Nesta estrutura está prevista uma comporta para regular a vazão de entrada no conduto e para manutenções do circuito hidráulico a jusante e uma grade para conter sedimentos e corpos flutuantes carreados ao longo do canal adutor. Prevê-se uma comporta desarenadora na lateral, para descarregar sedimentos de fundo, em manutenções programadas.

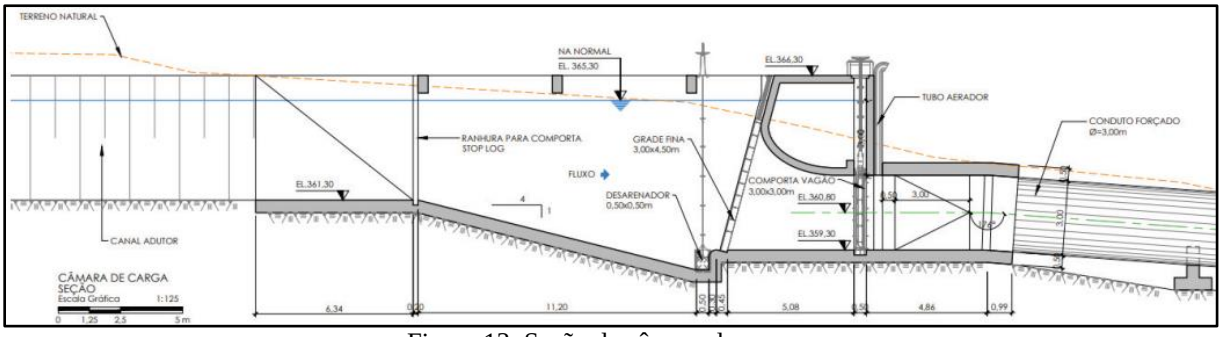


Figura 13: Seção da câmara de carga.

6.3.7 Conduto forçado

Conduto forçado é a tubulação que aproveita o desnível da água, levando a vazão turbinada sob pressão até a turbina. Esta estrutura será em aço apoiada sobre blocos de apoio ou selas e ancorado nos pontos de mudança de direção por blocos de ancoragem, ambos executados em concreto. Terá 110,00 m de comprimento com diâmetro interno de 3,00 m. Próximo à casa de força, a tubulação sofre trifurcação, conduzindo a água para três turbinas com diâmetro de 1,63 m e 210,0 metros de comprimento.

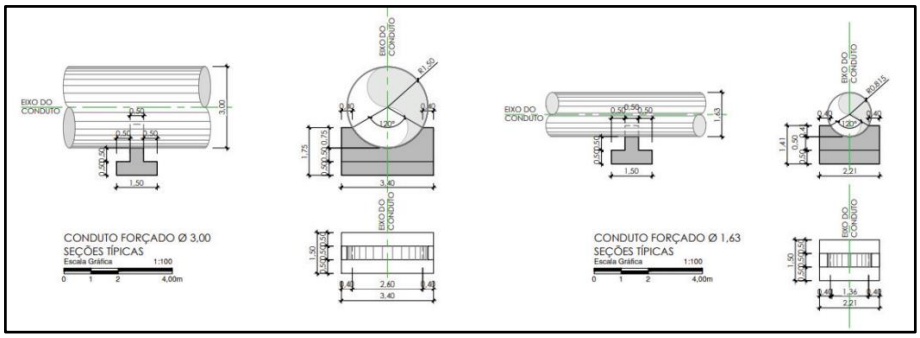


Figura 14: Seções típicas do conduto forçado.

6.3.8 Casa de força

A Casa de força é a estrutura que abriga a turbina, gerador, painéis de comando, proteção e de medição e demais componentes necessários à transformação da energia hídrica em elétrica. É subdividida basicamente em Sala de Máquinas, Sala de Comando e Área de Montagem. Na sala de comando, onde se acomoda o operador, está prevista a construção de banheiro e copa. A Sala de Máquinas é construída em concreto estrutural, até a cota de proteção, dimensionada para a vazão com TR 1.000 anos. Acima deste nível, é projetada a Sala de Comando e Área de Montagem, construídas em alvenaria com cobertura metálica.

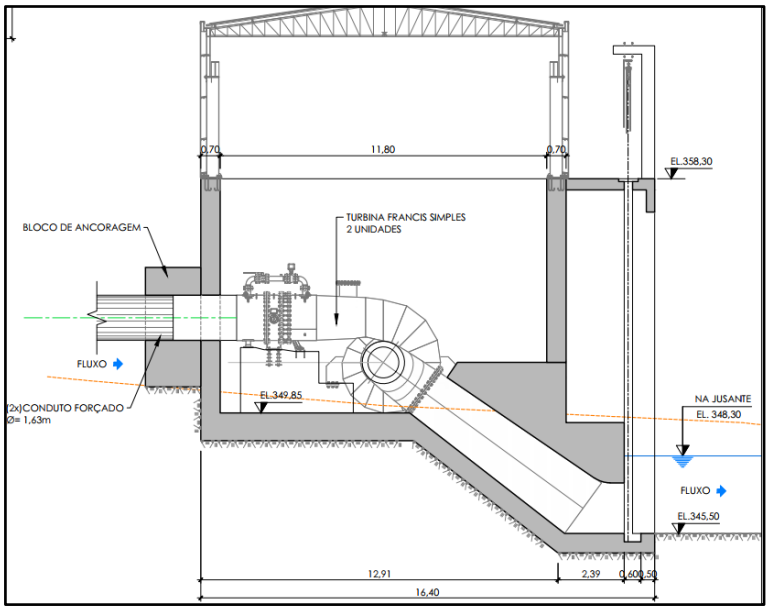


Figura 15: Seção da casa de força.

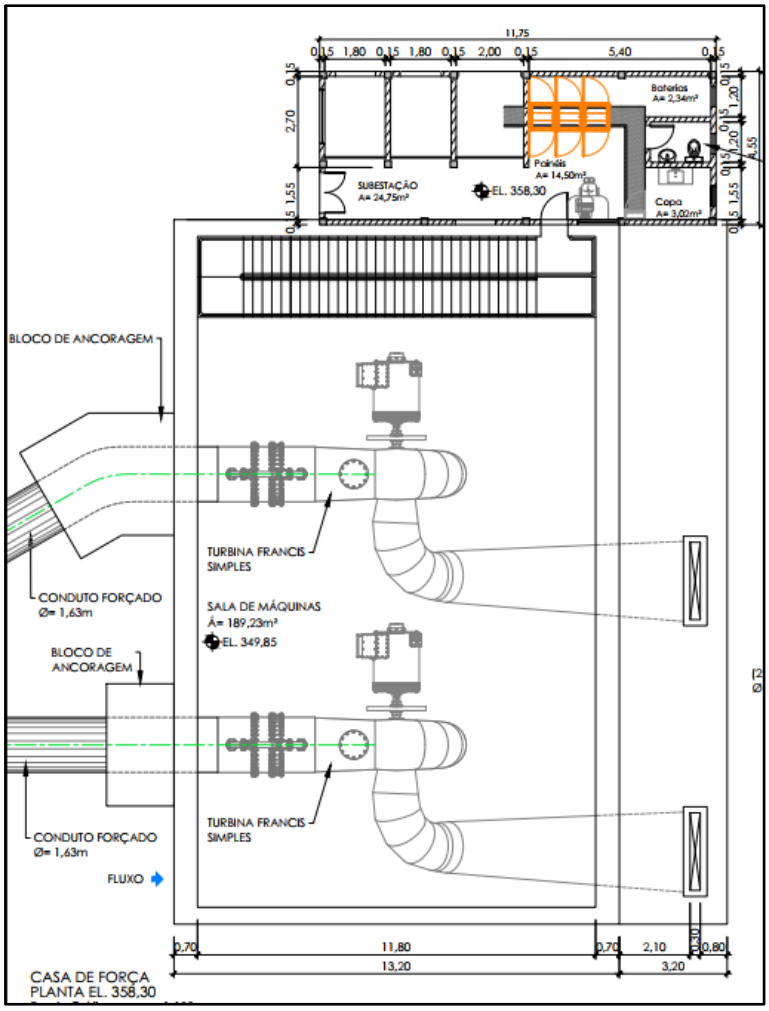


Figura 16: Planta da casa de força demonstrando a trifurcação.



Figura 17: Vista da região de implantação da casa de força.

6.3.9 Canal de restituição

O canal de fuga tem a função de restituir a vazão turbinada ao rio, com nível da água preestabelecido. Quando o empreendimento estiver operando com engolimento nominal, o nível de água do canal de fuga deve estabelecer-se na cota 348,30 m. Este canal terá 25,00 m de comprimento com profundidade máxima de 2,30m.

6.3.10 Trecho de vazão reduzida

Conforme apresentado no arranjo geral básico da CGH Giacomini, a casa de força do empreendimento localiza-se a aproximadamente 503 metros a jusante do barramento, formando o trecho da vazão reduzida. Para garantir a passagem da vazão sanitária a jusante da regula, foram projetadas tubulações em meio ao vertedouro, seguindo o determinado pelo Manual de Outorgas do Instituto Água e Terra, adotando-se o critério de 50% do Q95 obtido da permanência das vazões diárias. O que corresponde à vazão de 0,50 m³/s no local do empreendimento.

Tabela 5: Dimensionamento do dispositivo de vazão sanitária.

DADOS DE PROJETO		
NAM	365,30	m
Coluna de água no centro da tubulação	0,80	m
Cota centro da tubulação	364,50	m
Diâmetro da tubulação (r1)	**0,20**	**m**
Quantidade de Tubulações	5	un
Coeficiente de descarga (Cd)	0,80	
Vazão efetiva	**0,50**	**m³/s**

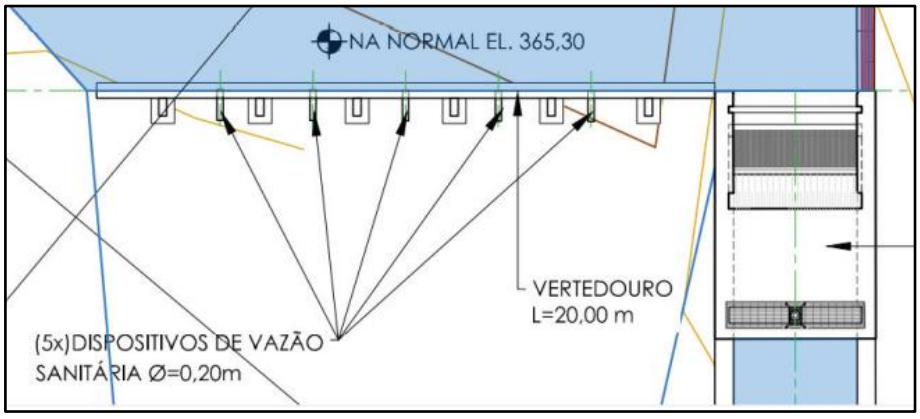


Figura 18: Localização dos dispositivos de vazão sanitária no barramento.

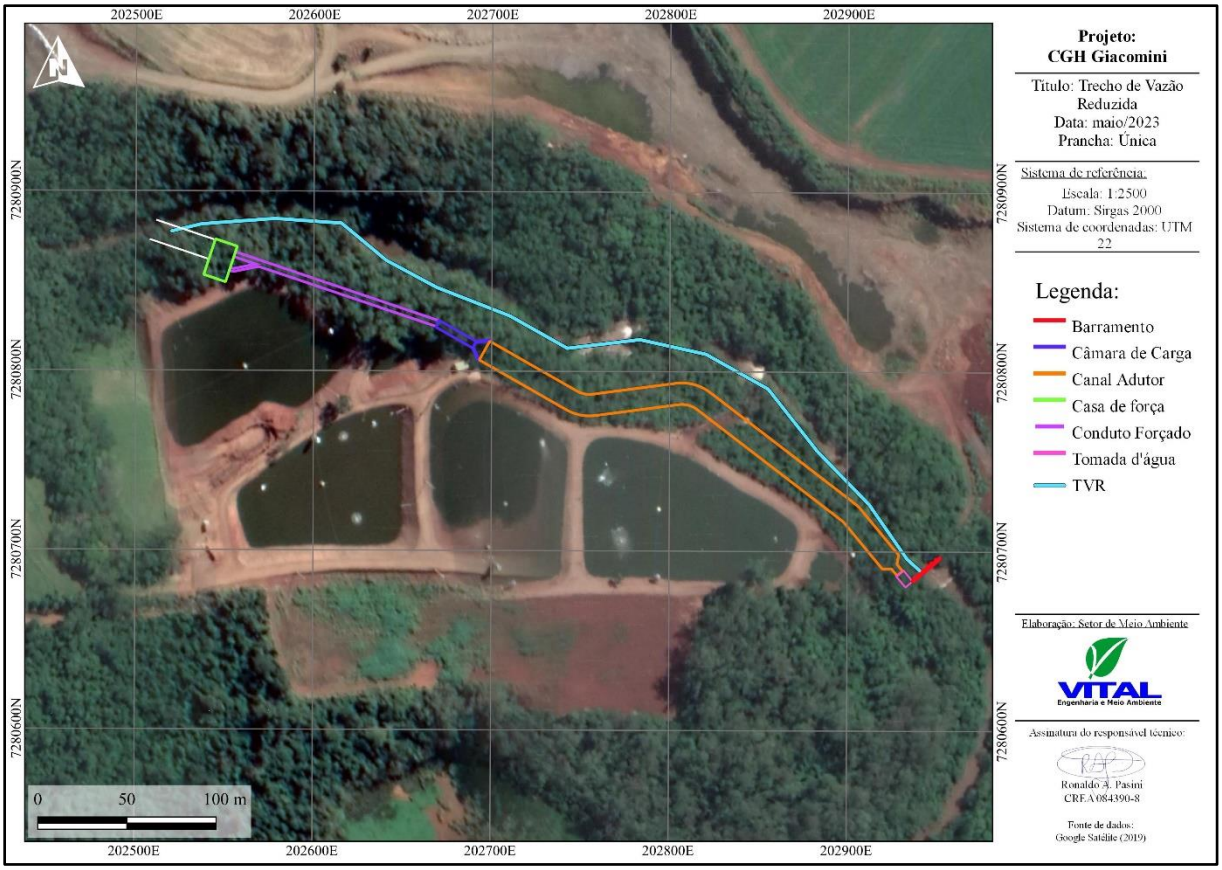


Figura 19: Trecho de Vazão Reduzida da CGH Giacomini.

6.3.11 Cronograma de implantação

A CGH Giacomini está prevista para ser implantada em 14 meses, a contar do ínicio da abertura dos acessos e implantação do canteiro de obras. Está previsto um mês para testes após a conclusão da obra, conforme cronograma abaixo.

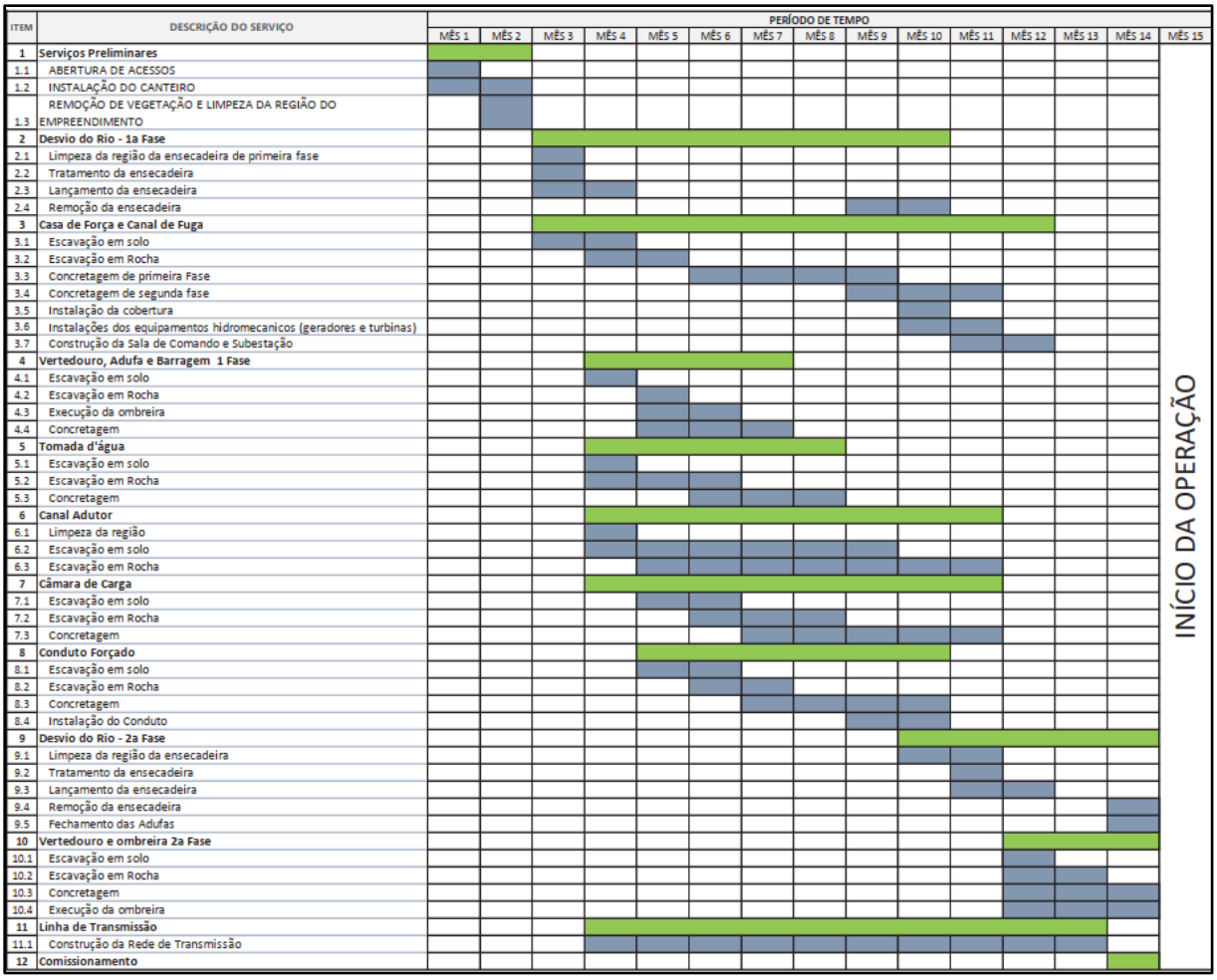


Figura 20: Cronograma previsto para o empreendimento.

6.3.12 Linhas de transmissão

As subestações para pequenas centrais hidrelétricas podem ser instaladas dentro da casa de força ou ao tempo. As subestações para instalação ao tempo podem ser do tipo Conjunto de Manobra e Controle Blindado ou convencional. Deve-se dar preferência à subestação do tipo Conjunto de Manobra e Controle Blindado, sempre que possível, que proporciona melhores condições de segurança pessoal contra riscos de acidentes e maior rapidez na fase de instalação do equipamento na usina.

Para a proteção das linhas são utilizados basicamente dois tipos de sistema de proteção: proteção por relés de sobrecorrente e proteção de relés de distância. Quando a usina opera em sistema isolado, a utilização de relés de sobrecorrente com características de tempo inverso associados a relés de sobrecorrente instantâneos é uma solução economicamente interessante. Quando a usina opera interligada a um sistema elétrico, deve ser utilizado um sistema de proteção compatível com o sistema existente no ponto de interligação.

Os equipamentos componentes da subestação devem ser dimensionados para operar sob as condições mais adversas a que estiverem expostos. Quando a subestação estiver interligada a um sistema elétrico existente, os equipamentos deverão ser adequados para os níveis de curto circuito no sistema, considerando as futuras expansões previstas.

A seguir, estão relacionados os principais equipamentos que compõem uma subestação.

- Disjuntores
- Secionadores
- Para-raios
- Transformador de Potencial Indutivo
- Transformador de Corrente

Deve ser previsto um sistema de aterramento de todas as instalações da usina e respectiva subestação para a segurança do pessoal e dos equipamentos. A interligação da usina com o consumidor ou com um sistema elétrico existente é feita através da linha de transmissão. O traçado da rede de transmissão bem como seu dimensionamento só será definido após realizado o estudo de conexão para o pleito do parecer técnico de acesso (PTA) da distribuidora local.

6.3.13 Sistemas e obras de suporte

6.3.13.1 Canteiro de obras

No local de implantação da obra, está prevista uma área destinada ao canteiro, esta deve abrigar as instalações industriais, depósitos, escritórios, e demais instalações necessárias para apoio aos diversos trabalhos. O canteiro será instalado em local na borda da vegetação e em que a mesma já será suprimida devido as obras do conduto.



Figura 21: Local de implantação do canteiro de obras.



Figura 22: Mapa de localização do canteiro de obras em relação a casa de força.

6.3.13.2 Jazidas

Não estão previstas jazidas para a construção do empreendimento.

6.3.13.3 Áreas de empréstimo

Não estão previstas áreas de empréstimo para construção do empreendimento. O material utilizado para ensecadeiras será oriundo da escavação das próprias estruturas, em especial, do canal.

6.3.13.4 Áreas de bota-fora/bota-espera

Para o empreendimento foi prevista uma área para bota-fora. Devido a ausência de áreas adequadas logo nas proximidades da obra, foi obtida anuência para depositar o material em uma matrícula pertencente a Prefeitura de Quatro Pontes (conforme anuência em anexo) com cerca de 0,50 ha. Essa área é plana, sem vegetação e localizada próxima aos principais acessos do empreendimento. Essa área já é utilizada como depósito de material pela prefeitura, já sendo caracterizadas como bota-fora, diminuindo impactos atrelados ao empreendimento e ao meio sócioambiental. Além disso, em parceria firmada com a prefeitura, a mesma irá aproveitar o material depositado no bota-fora.



Figura 23: Bota-fora do empreendimento.

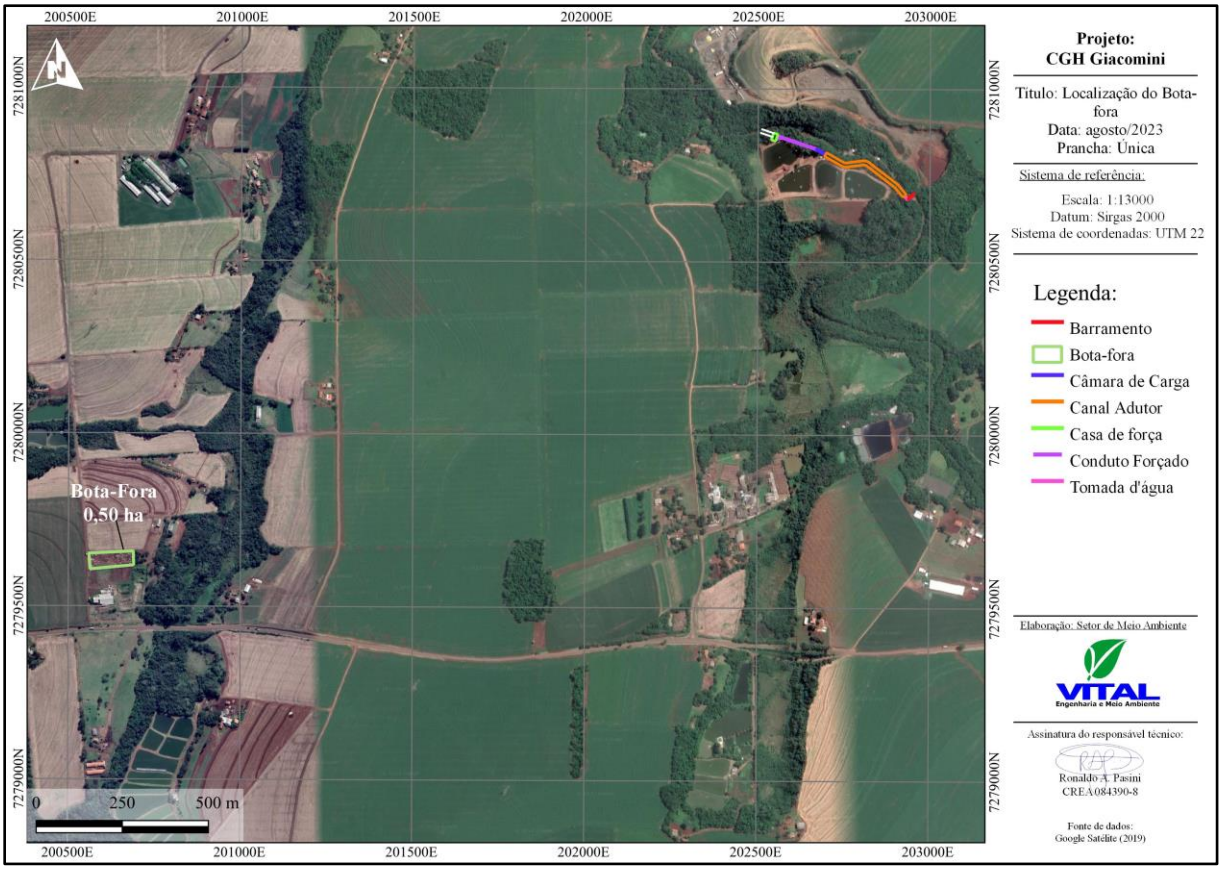


Figura 24: Localização do bota-fora em relação a CGH Giacomini.


Figura 25: Localização do bota-fora e acesso ao mesmo em amarelo.

6.3.13.5 Pátio de madeira

As lenhas e as toras resultantes da supressão deverão ser estaleiradas em local seguro. Os pátios de armazenamento temporário serão definidos conjuntamente com a equipe de gestão ambiental durante a fase de implantação, quando da execução da supressão.

De todo modo não está prevista a comercialização de madeira, sendo que todo material lenhoso será aproveitado no empreendimento e/ou destinado ao proprietário para uso no imóvel.

6.3.13.6 Alojamento

Devido à proximidade da obra com os centros urbanos não serão necessários alojamentos na obra. Poderão ser locadas residências para pernoites no município de Quatro Pontes ou Toledo.

7 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Para o desenvolvimento do Projeto Básico da CGH Giacomini, inicialmente analisou-se a projeção de implantação mediante três (03) alternativas técnicas locacionais com características ou potências diferenciadas. A metodologia para escolha da melhor alternativa técnica e locacional tomou como base dois princípios básicos para empreendimentos desta natureza: Custo x Benefício e Impactos Socioambientais. A relação entre estes gerou a preferência pelo arranjo, neste estudo denominado de Índice de Preferência, que indica a alternativa com melhor custo x benefício e menor impacto ambiental dentre as estudadas.

Esta análise foi adaptada do Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2007). A adaptação deu-se de maneira a aplicar em empreendimentos de pequeno porte, com baixo impacto, a exemplo das CGH's, uma vez que o modelo leva em consideração alternativas para o inventário total de um rio, formando o perfil de empreendimentos ao longo da bacia.

7.1 Alternativas estudadas

7.1.1 Alternativa I

Esta alternativa contém um barramento com 1 metro de altura, uma tomada d'água, um canal aduto de aproximadamente 280 metros, uma câmara de carga, um conduto forçado com aproximadamente 110 metros, bifurcando para 2 condutos com 20 metros de comprimento, chegando a casa de força, aproveitando uma queda bruta de aproximadamente 17,00 metros. Nessa alternativa não há formação de reservatório, somente a regularização do leito do rio. A

potência encontrada para essa queda será de 1,55 MW com engolimento aproximado de 11,05 m³/s, o trecho de vazão reduzida formado é de 503 metros. Basicamente, essa alternativa se refere ao projeto apresentado no capítulo anterior, com esse arranjo foi possível manter a potência elevada e diminuir os impactos socioambientais.

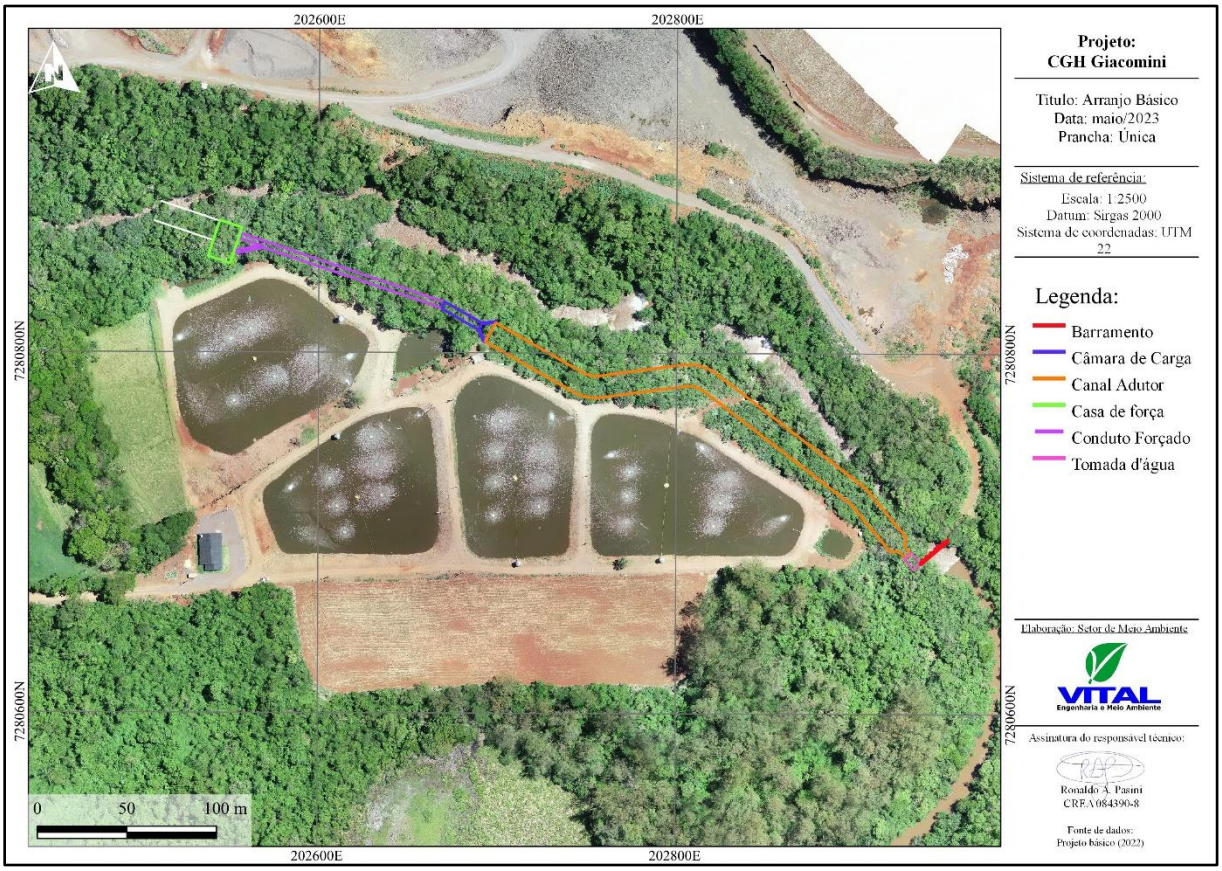


Figura 26: Arranjo básico da Alternativa I.

7.1.2 Alternativa II

Essa alternativa contém um barramento com 8 metros de altura, uma câmara de carga, um conduto forçado com aproximadamente 110 metros, bifurcando para 2 condutos com 20 metros de comprimento, chegando a casa de força, aproveitando uma queda bruta de aproximadamente 17,00 metros. Nessa alternativa há formação de reservatório, com área alagada e 13,40 hectares, a potência encontrada pra essa conformação é de 1,55MW com engolimento aproximado de 11,05 m³/s, o trecho de vazão reduzida é de 198 m.

Nota-se que apesar dessa alternativa possuir a formação de um reservatório e diminuir o trecho de vazão reduzida, não há um ganho em potência. De maneira preliminar já é possível observar que essa alternativa ocasiona um impacto socioambiental maior, já que haverá maior área de supressão e a alteração do rio de lótico para lêntico e os açudes do proprietário das terras

ficariam alocados em áreas de APP do lago. Além disso, seria atingida também a margem direita com o alagamento e formação da APP, nessa margem está em funcionamento uma pedreira com lavra a céu aberto.

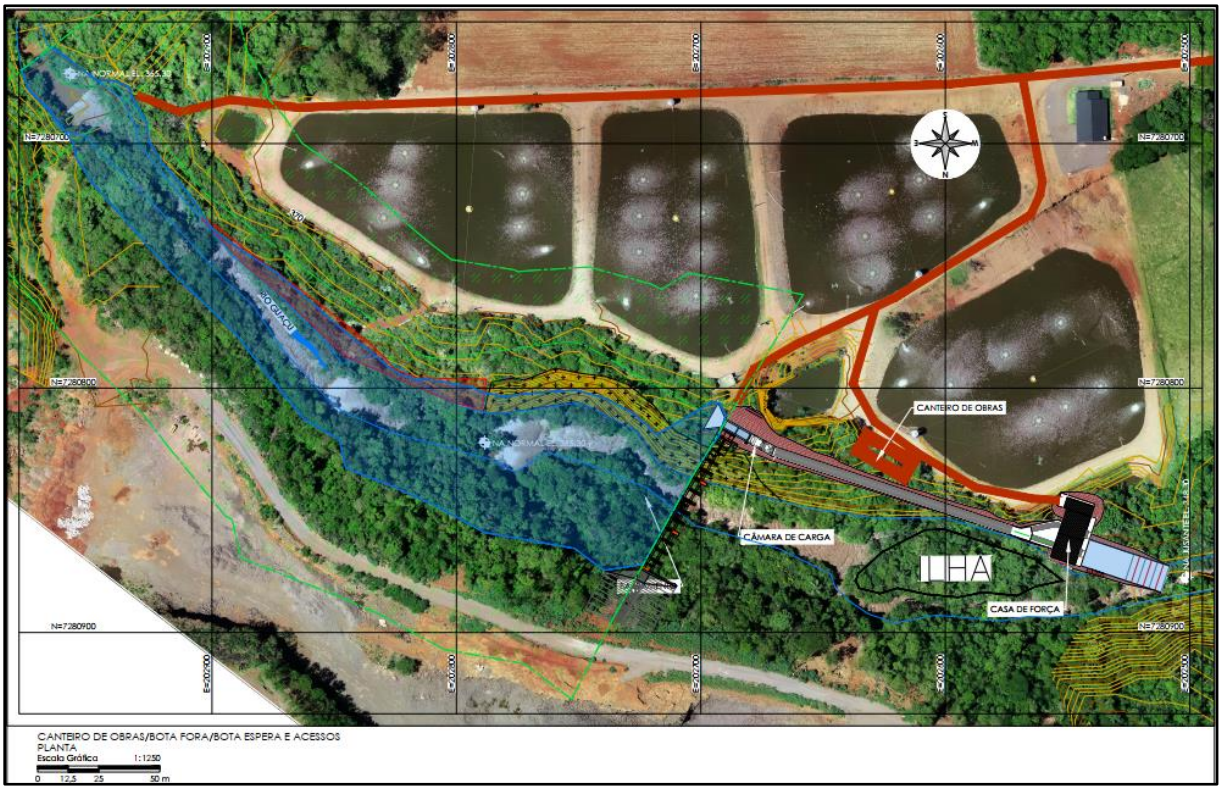


Figura 27: Arranjo básico da Alternativa II.

7.1.3 Alternativa III

Essa alternativa contém um barramento com 1 metro de altura, uma tomada d'água, um canal adutor de aproximadamente 128 metros, uma câmara de carga, um conduto forçado com aproximadamente 10 metros, bifurcando para 2 condutos de 15 m de comprimento, chegando a casa de força, aproveitando uma queda bruta de aproximadamente 7,50 metros. Nessa alternativa não haverá formação de reservatório, somente regularização do leito do rio. A potência encontrada para essa queda é de 0,68 MW com engolimento aproximado de 11,05 m^3/s.

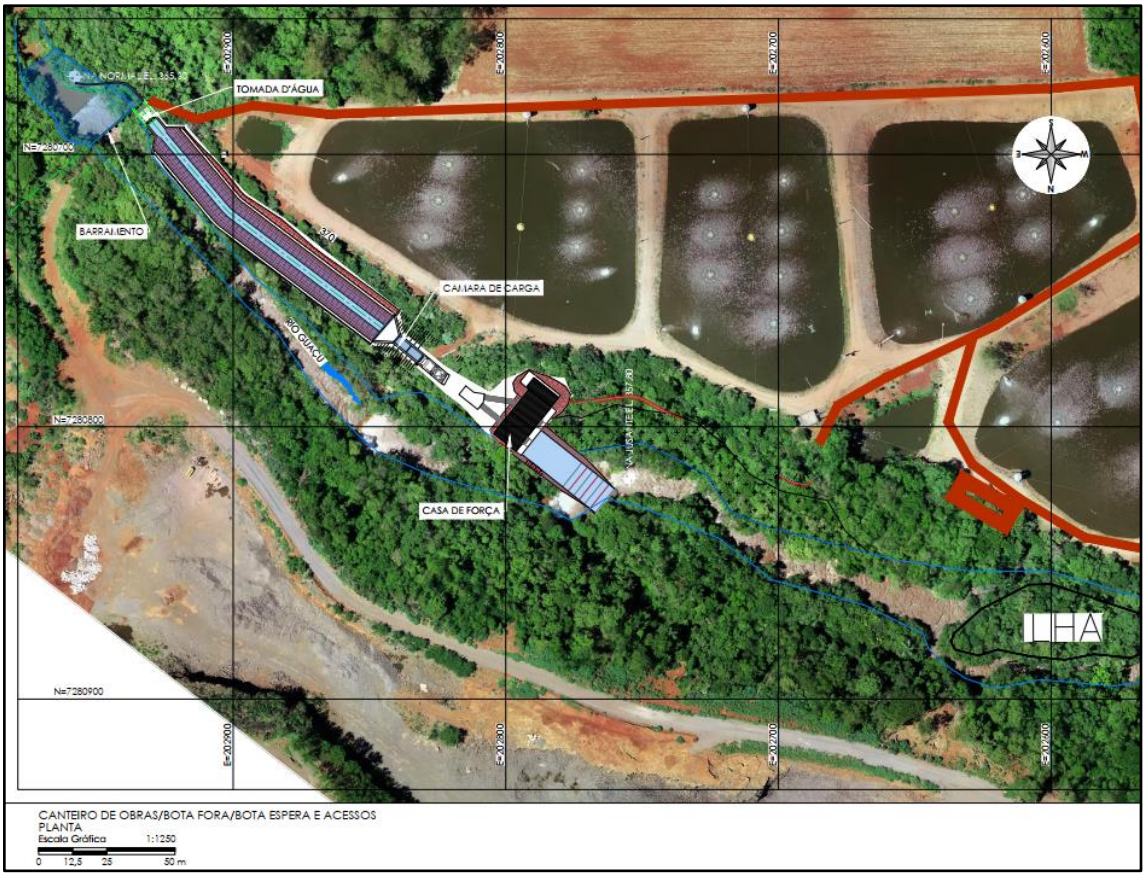


Figura 28: Arranjo básico da Alternativa III.

Tabela 6: Comparativo das alternativas estudadas.

ALTERNATIVA	ALT. I	ALT. II	ALT. III
Localização do barramento (UTM)	202943.2907; 7280691.0086	202704.1205; 7280849.2359	202943.2907; 7280691.0086
Localização da Casa de Força (UTM)	202543.4187; 7280864.9268	202543.4187; 7280864.9268	202790.1434; 7280802.5048
Nível de água de Montante	365,30	365,30	365,30
Nível de água de Jusante	348,30	348,30	357,80
Queda Bruta (m)	17,00	17,00	7,50
Potência instalada (MW)	1,55	1,55	0,68
Fator de Capacidade	0,52	0,52	0,52
Energia gerada anualmente (MW/ano)	7060	7060	3097
Trecho de vazão reduzida (TVR) (m)	503,00	198,00	220,00
Altura média da Barragem (m)	1,00	8,00	1,00
Área total do reservatório (hectares)	Sem reservatório	13,40	Sem reservatório
Área total de APP (Hectares)	Sem APP	34,70	Sem APP

ALTERNATIVA	ALT. I	ALT. II	ALT. III
Custo total de implantação (R$)	15.337.630,20	24.237.201,00	12.745.336,00
Custo por R$/MW	9.895.245	15.636.903	18.743.141

7.2 Análise econômica

A análise econômico-energética das alternativas e dos aproveitamentos foi realizada com base no índice custo-benefício expresso em R$/MWh, sendo calculado como a razão entre o custo para obtenção de acréscimo de energia e o acréscimo de energia correspondente. Para realização desta avaliação e comparação, tomou-se como base o índice de custo/benefício energético ICB (R$/MWh) de cada alternativa.

Os parâmetros considerados foram:

- ✓ Taxa anual de desconto (j) = 10% a.a.;
- ✓ Período de construção = 15 meses;
- ✓ Vida útil da usina (z) = 50 anos;
- ✓ Juros durante a construção = 6 % a.a.;
- ✓ Energia Média/assegurada = será considerado o fator de capacidade de cada empreendimento;
- ✓ Custo de operação e manutenção (incluindo impostos durante a obra) = 25% da Receita Bruta;
- ✓ Custo Unitário de Referência - CUR (R$/MWh) = 315,00 - O valor do Custo Unitário de Referência é referente ao preço atual da energia vendida na Geração Distribuída – GD.
- ✓ Fator de recuperação de capital (FRC) 0,1009 – obtida através da fórmula:

Onde:

- j - Taxa anual de desconto
- z - Vida econômica útil das usinas hidrelétricas, normalmente considerada como igual a 50 anos

O custo total anual de cada aproveitamento foi determinado pela expressão:

$$\mathbf{CT = C \times FRC + COM}$$

Sendo: C, custo de implantação do aproveitamento, incluindo juros durante a construção (R$); FRC, fator de recuperação de capital; COM, custo anual de operação e manutenção final do aproveitamento (R$).

Em seguida, o ICB de cada aproveitamento foi determinado pela expressão:

ICB (R$/MWh) = CT / (GAm.)

Sendo: CT, custo total anual de cada alternativa (R$); GAm, a Geração Anual média de energia (MW), considerando a energia média x 8760 (horas no ano).

7.2.1 Índice Custo-Benefício das Alternativas

Nestas análises todos os aproveitamentos de uma alternativa devem ser economicamente viáveis. Para um aproveitamento ser viável, o ICB deve ser inferior ao CUR considerado nas análises. Dessa forma, observando o ICB das alternativas estudadas, avaliando-se apenas por esse índice de custo-benefício, concluiu-se que apenas a Alternativa I é viável economicamente, já que a as Alternativas II e III apresentaram valores de ICB superiores ao CUR considerado nas análises.

Tabela 7: Parâmetros utilizados para o cálculo do ICB das alternativas estudadas.

Parâmetros utilizados	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III
Potência Instalada - MW	1,55	1,55	0,68
Fator de Capacidade - FC	0,52	0,52	0,52
Energia Média (MW)	0,806	0,806	0,353
Custo total (R$)	15.337.630,20	24.237.201,00	12.745.336,00
Custo de implantação, incluindo Juros - C (R$)	16.778.244,54	26.513.775,59	13.942.491,89
Custo/MW Instalado(R$/MW)	9.895.245,00	15.636.903,00	18.743.141,00
Taxa anual de juros (% a.a.)	6,00	6,00	6,00
Geração Anual Média (GAm)	7060	7060	3097
Custo Unitário de Referência - CUR (R$/MWh)	315,00	315,00	315,00
Receita bruta Anual (R$)	2.224.076,40	2.224.076,40	975.723,84
Custo anual de O&M - incluindo impostos - (R$)	667.222,92	667.222,92	292.717,15
Receita líquida Anual	1.556.853,48	1.556.853,48	683.006,69
ICB - meses	9,851	15,568	18,660
ICB - R$/MWh	**313,68**	**440,87**	**509,67**

7.3 Avaliação dos impactos ambientais negativos

Neste item apresenta-se a metodologia utilizada e identificam-se os indicadores de impactos e os seus respectivos elementos de avaliação.

7.3.1 Identificação dos Processos Impactantes

O que se espera de um indicador socioambiental é que seja um elemento informativo – composto de termo ou expressão – que possa ser medido, a fim de caracterizar ou expressar efeitos ou tendências interativas, tanto de natureza ambiental como econômica e social.

Assim, pode-se afirmar que, a metodologia usada para definir quais os indicadores têm importância deve considerar o ambiente, além de avaliar a realidade em questão. Por outro lado, depois que um conjunto de indicadores for estabelecido, é essencial que eles privilegiem as interações entre os componentes e suas dimensões, refletindo o sistema na sua forma mais global, sem desconsiderar as partes. Portanto, eles devem privilegiar uma abordagem sistêmica.

Diante disso, a seleção dos indicadores foi definida utilizando como princípio o enfoque sistêmico, onde se procurou visualizar a área em estudo como um todo e como parte, a fim de compreender suas inter-relações.

O quadro abaixo apresenta indicadores de impacto selecionados, assim como seus respectivos elementos de avaliação por componente-síntese. Os elementos selecionados são aqueles que possibilitam identificar os processos impactantes, permitindo uma comparação entre as alternativas em análise com maior grau de significância para a área de estudo.

Tabela 8: Indicadores de impacto ambiental e respectivos elementos de avaliação por componente síntese.

COMPONENTE-SÍNTESE	INDICADOR DE IMPACTO	ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO
Ecossistema Terrestre	Interferência nas características determinantes da manutenção da diversidade biológica (comprometimento dos ecossistemas e de espécies)	Perda de cobertura vegetal (A)
		Aumento de pressão sobre os ecossistemas terrestres (B)
		Perda e fragmentação de Habitats para a Fauna terrestre (C)
Ecossistema Aquático	Interferência nos ambientes mantenedores de biodiversidade, de espécies migratórias, endêmicas ou exclusivas (e de outros grupos da fauna vertebrada)	Alteração de vegetação marginal (A)
		Qualidade da água dos futuros reservatórios (B)
		Alteração do ambiente aquático no trecho de vazão reduzida (C)
		Presença de espécies migradoras (D)
Modos de Vida	Comprometimento das estratégias de sobrevivência Comprometimento da sociabilidade construída	Alteração nos aspectos que conformam as condições de vida (A)
		Alteração nos sistemas de produção do modo de vida (B)
		Interferência no patrimônio histórico, cultural, arqueológico etc. (C)
Organização Territorial		Acessibilidade (A)

COMPONENTE-SÍNTESE	INDICADOR DE IMPACTO	ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO
	Interferência nos fluxos de circulação e comunicação	Estimativa dos usuários dos recursos hídricos atingidos (B)
	Interferência na base territorial	Perda de território: superfície no território total do município (C)
	Interferência na gestão do território	Sinergias com políticas, planos e programas voltados ao desenvolvimento (D)
Base Econômica	Interferência sobre as atividades econômicas	Atividades econômicas atingidas vinculadas ao rio. (A)
		Ocorrência de condições de suporte para reprodução das atividades. (B)
	Interferência sobre as bases de recursos e potencialidades (destaque para usos da água)	Oportunidade de aproveitamento dos recursos e potencialidades (C)
		Oportunidade para uso dos recursos hídricos e respectiva população beneficiada (D)
	Interferência nas finanças municipais	Diferencial da arrecadação tributária e das transferências de receitas (E)

7.3.2 Índice Socioambiental Negativo (IA)

O Índice Socioambiental Negativo (IA) tem por objetivo expressar a intensidade do impacto negativo total do conjunto de aproveitamentos sobre a área de estudos. Dessa forma, o IA das Alternativas foi calculado em 2 etapas:

Etapa 1 – Composição do Índice de Impacto negativo da alternativa sobre cada componente – síntese (IAC);

Etapa 2 - Composição do Índice de Impacto negativo da Alternativa sobre o sistema socioambiental (IA).

7.3.2.1 Composição do índice de impacto negativo da alternativa sobre cada componente-síntese e subáreas

O índice de impacto socioambiental negativo da alternativa de divisão de queda por componente-síntese (IAC) tem por intuito expressar os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos do conjunto de aproveitamentos sobre cada componente-síntese. Para isso, é recomendado a obtenção de um índice de impacto cumulativo em cada subárea, definida no diagnóstico por meio da expressão abaixo (1):

$$I_{SA}^{C}(j,i) = I_{SA}^{C}(j,i-1) + \left[(1 - I_{SA}^{C}(j,i-1))I_{SA}^{C}(j,i)\right] \Rightarrow i = 1,\ldots,n$$

Onde:

$I_{SA}^{C}(j,i)$ Impacto cumulativo na subárea j quando se instalam os aproveitamentos 1, 2, ..., i da alternativa.

O índice de impacto negativo da alternativa sobre o componente-síntese (IAC) será obtido pela soma ponderada dos índices de impacto relativos às subáreas, ou seja (2):

$$IAC = \sum_{J} I_{SA}^{C}(j)P(j)$$

Onde:

P(j)- Fator de Ponderação relativo a cada subárea i.

Para possibilitar a relativização dos índices de impacto para as subáreas estabelecidas no diagnóstico foram definidos fatores de ponderação em uma escala contínua de zero a um, cuja soma dos pesos é igual à unidade. Esta escala tem por finalidade manter os valores de IAC entre zero e um.

Composição do Índice de Impacto Negativo da Alternativa sobre o sistema socioambiental (IA). Este índice é obtido pela soma ponderada dos Índices de Impacto Negativo da Alternativa sobre o Componente-síntese (IAC), calculados conforme as expressões (1) e (2).

$$IA = \sum IAC_i P_{ci}$$

Onde:

P_{ci} -Fator de Ponderação relativo a cada componente-síntese.

Visando manter os valores de IA entre zero e um, os pesos P_{ci} foram atribuídos também em uma escala contínua de zero a um, cuja soma dos pesos é igual à unidade. Para este estudo, os fatores de ponderação utilizados a fim de possibilitar a relativização dos Índices de Impacto foram obtidos com base no Método de Análise Hierárquica descrito a seguir.

- **Método de Análise Hierárquica – Saaty**

Cada componente-síntese e seus elementos de avaliação apresentam um nível de participação próprio dentro do sistema em análise. Assim, a atribuição do grau de importância dos componentes-sínteses e de seus elementos de avaliação constitui-se em parâmetros essenciais para a geração do índice de impacto socioambiental. Para isto, é necessário considerar o cenário em que estão inseridas as alternativas e estabelecer critérios que permitam

fomentar está hierarquização. No entanto, como a articulação destes critérios possui certo teor de subjetividade, no presente estudo utilizou-se o método de análise hierárquica desenvolvido por Thomas L. Saaty como ferramenta no processo decisório de classificação.

Este método procura hierarquizar os elementos por meio de comparações paritárias, onde o processo de atribuição de importância relativa implica em (i,j) = 1/a (j,i) e a matriz é então definida recíproca. Em outras palavras, o elemento preferencial recebe uma nota de 1 a 9 e o elemento preterido recebe o valor recíproco desta nota.

Tabela 9: Escala da Análise Hierárquica de Processo na comparação de pares de variáveis (Escala Fundamental de Saaty).

Intensidade de importância do elemento preferencial	**Definição**	**Intensidade de importância do elemento preterido**	**Definição**
1	Igual importância	1	Igual importância
3	Elemento ligeiramente mais importante	1/3	Elemento ligeiramente menos importante
5	Elemento medianamente mais importante	1/5	Elemento medianamente menos importante
7	Elemento fortemente mais importante	1/7	Elemento fortemente menos importante
9	Elemento absolutamente mais importante	1/9	Elemento absolutamente menos importante
2,4,6	Valores intermediários	½, ¼, 1/6	Valores intermediários

A partir da matriz são efetuados cálculos para obtenção do auto vetor de maior valor que corresponde ao “vetor das prioridades”, expressando os pesos relativos entre os componentes comparados. O método adotado satisfaz o processo de avaliação, pois permite a operação quantitativa a partir de variáveis qualitativas, com elementos multicriteriais relevantes à identificação dos pontos de fragilidade e sensibilidade do cenário em análise. Além disso, este método permite medir a consistência dos julgamentos realizados e, dessa forma, obtendo-se resultados confiáveis. A inconsistência nos julgamentos é frequente, portanto, a matriz de comparação pareada deve ter sua consistência verificada pela comparação do Índice de Consistência (IC) (Equação 1) e Índice de Consistência Randômico (IR).

$$IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n-1}$$

Onde:

n – Dimensão da matriz

$\lambda_{máx}$ - é dado pela equação 2

$$\lambda_{máx} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_1 / W_1}{n-1}$$

A razão entre IC e IR corresponde à máxima inconsistência e deve ser ≤ 0,1 que corresponde a no máximo 10% de inconsistência. O Valor IR é dado pela tabela a seguir, onde *n* corresponde à dimensão da matriz de critérios.

Tabela 10: Valores de IR para matrizes de diferentes tamanhos.

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Consistência Randômica (IR)	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

7.3.2.2 Critérios de avaliação dos elementos quanto a magnitude para avaliação socioambiental negativa

Para a definição do grau de magnitude de interferência de cada alternativa por componente-síntese foi elaborado um conjunto de critérios que permitissem identificar a sensibilidade de cada elemento, avaliado de acordo com uma escala qualitativa distribuída nos seguintes níveis: Baixo, Moderado, Alto e Muito Alto. Esta classificação nominal foi convertida para uma escala numérica de intensidade de comprometimento apresentada no quadro abaixo.

Tabela 11: Escala de Magnitude da Interferência.

GRAU DO ÍNDICE	**MAGNITUDE**
0,00 – 0,25	Baixo
0,251-0,50	Moderado
0,501 – 0,75	Alto
0,751– 1,00	Muito Alto

O quadro de Escala da Magnitude de interferência da intensidade de comprometimento foi elaborado dividindo o conjunto de possíveis valores do I_{SA} (0 a 1) ajustados em quatro classes utilizando os percentis: 25% (1º quartil), 50% (2º quartil) e 75% (3º quartil). Dessa forma, o índice com valor menor que o valor correspondente ao primeiro quartil corresponde a uma

participação inferior a 25%, logo, uma intensidade de comprometimento baixa, um comprometimento ambiental crítico será representado quando o valor for maior que o terceiro quartil, ou seja, acima de 75%.

7.3.2.3 Componente-síntese

COMPONENTE-SÍNTESE: ECOSSISTEMA TERRESTRE

Perda de Cobertura Vegetal (A)

Baixo: Cobertura vegetal fortemente antropizada, apresentando remanescentes florestais de baixa significância ecológica inferiores a 100 hectares.

Moderado: Cobertura Vegetal antropizada, apresentando remanescentes florestais de média significância ecológica entre 100 e 200 hectares.

Alto: Cobertura Vegetal em bom estado de conservação, apresentando fragmentos florestais entre 200 e 300 hectares.

Muito Alto: Cobertura vegetal em ótimo estado de conservação, apresentando fragmentos florestais de grande magnitude (superiores a 300 hectares) conectando-se com outros ambientes silvestres.

Aumento da pressão sobre os ecossistemas terrestres (B)

Baixo: Interferência sobre ambientes ecologicamente estruturados com práticas agrosilvopastoris de baixo impacto.

Moderado: Interferência sobre ambientes medianamente estruturados com práticas agrosilvopastoris convencionais.

Alto: Interferência sobre ambientes antropizados com práticas agrosilvopastoris insustentáveis.

Muito Alto**:** Interferência sobre ambientes fortemente antropizados com práticas agrosilvopastoris insustentáveis (incluindo desmatamento e queimadas).

Perda e Fragmentação de Habitats para a Fauna Terrestre (C)

Baixo: Pouca perda e sem fragmentação de ambientes de baixa riqueza faunística.

Moderado: Pouca perda e fragmentação de ambientes de baixa riqueza faunística.

Alto: Média perda e fragmentação de habitats localizados em ambientes em bom estado de conservação.

Muito Alto: Perda significativa e fragmentação de habitats localizados em ambientes em bom estado de conservação, utilizados por animais de pequena amplitude territorial.

COMPONENTE-SÍNTESE: ECOSSISTEMA AQUÁTICO

Alteração de vegetação marginal (A)

Baixo: Vegetação marginal fortemente antropizada, apresentando poucos remanescentes florestais.

Moderado: Vegetação marginal antropizada, apresentando remanescentes florestais de média magnitude.

Alto: Vegetação marginal em bom estado de conservação, apresentando fragmentos florestais de média magnitude.

Muito Alto: Vegetação marginal em ótimo estado de conservação, apresentando fragmentos florestais de grande magnitude, conectando-se com outros ambientes silvestres.

Qualidade da água dos futuros reservatórios (B)

Baixa: Pequena alteração da extensão do reservatório afetando de 0 a 5% dos ambientes lóticos. Alteração no tempo de residência hidráulica inferior a 1 dia para a vazão de 95 % de permanência.

Moderada: Alteração da extensão do reservatório afetando de 5 a 10% dos ambientes lóticos. Alteração no tempo de residência hidráulica entre 1 e 5 dias para a vazão de 95 % de permanência.

Alta: Alteração da extensão do reservatório afetando de 10 a 15% dos ambientes lóticos. Alteração no tempo de residência hidráulica entre 5 e 15 dias para a vazão de 95 % de permanência.

Muito Alta: Alteração da extensão do reservatório afetando acima de 15% dos ambientes lóticos. Alteração no tempo de residência hidráulica superior a 15 dias para a vazão de 95 % de permanência.

Alteração do ambiente aquático no trecho de vazão reduzida (C)

Baixa: Sem presença de vazão reduzida, casa de força no pé da barragem.

Moderada: Trecho de vazão reduzida inferior a 5 km.

Alta: Trecho de vazão reduzida superior a 5 km com ocorrência de afluente de médio ou grande porte no primeiro terço do trecho.

Muito Alta**:** Vazão reduzida superior a 5 km e sem ocorrência de afluente de médio ou grande porte no primeiro terço no trecho.

Presença de espécies migradoras (D)

Baixo: Comprometimento de algumas rotas migratórias de peixes migradores facultativos.

Moderado: Comprometimento das rotas migratórias de migradores de pequena amplitude.

Alto: Comprometimento das rotas migratórias de migradores de grande amplitude.

Muito Alto: Comprometimento das rotas migratórias de migradores de grande amplitude, incluindo espécies raras e ameaçadas.

COMPONENTE-SÍNTESE: MODOS DE VIDA

Alteração nos aspectos que conformam as condições de vida (A)

Baixo: Áreas de pequena ocupação humana, ausência de interferência significativa nas infraestruturas e serviços públicos e baixo número de migrantes para a obra.

Moderado: Áreas de pequena ocupação humana, pouca interferência nas infraestruturas e serviços públicos com possibilidade de reposição e baixo número de migrantes para a obra.

Alto: Alterações ocasionadas em áreas relativamente ocupadas, com interferência significativa nas infraestruturas e serviços públicos com dificuldade de reposição e significativo número de migrantes para a obra.

Muito Alto: Alterações ocasionadas em áreas densamente ocupadas, com interferência significativa nas infraestruturas e serviços públicos com dificuldades de reposição e significativo número de migrantes para a obra.

Alteração nos sistemas de produção de cada Modo de Vida (B)

Baixo: Baixas alterações ocasionadas em áreas de pouca ocupação humana e poucas atividades de produção rural.

Moderado: Média interferência em áreas de relativa ocupação com poucas atividades de produção rural.

Alto: Significativa interferência em áreas de relativa ocupação humana vinculada a atividades de produção rural.

Muito Alto: Significativa interferência em áreas de densa ocupação humana vinculada a atividades de produção rural.

Interferência no patrimônio histórico, cultural, arqueológico (C)

Baixo: Área de inundação menor do que 100 ha com baixa ocupação humana e sem vínculos comunitários históricos e tradicionais.

Moderado: Área de inundação entre 100 a 200 ha relativamente ocupadas e com existência de fracos vínculos culturais tradicionais.

Alto: Área de Inundação entre 200 e 300 ha relativamente ocupadas e com existência de vínculos culturais comunitários e de resquícios de populações tradicionais.

Muito Alto: Área de inundação superior a 300 ha relativamente ocupadas e com existência de vínculos culturais tradicionais arraigados.

COMPONENTE – SÍNTESE: ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL

Acessibilidade (A)

Baixo: Quando não são atingidos os acessos aos núcleos e equipamentos.

Moderado: Quando são atingidos parcialmente alguns equipamentos e são atingidos os acessos principais aos núcleos.

Alto: Quando são atingidos equipamentos e acessos aos núcleos e áreas urbanas, mas existem alternativas de recolocação.

Muito Alto: Quando são atingidos os acessos aos núcleos e área urbanas e com dificuldades de alternativas de realocação.

Estimativa dos usuários dos recursos hídricos atingidos (B)

Baixo: Alterações ocasionadas em áreas de pouca ocupação humana, sendo atingida parcialmente alguma infraestrutura, mas com facilidade de relocação.

Moderado: Alterações ocasionadas em áreas relativamente ocupadas, sendo atingida parcialmente alguma infraestrutura, mas com facilidade de relocação.

Alto: Alterações ocasionadas em áreas relativamente ocupadas, sendo atingidas infraestruturas, mas com possibilidade de relocação.

Muito Alto: Alterações ocasionadas em áreas de alta densidade, sendo atingidas infraestruturas e com dificuldade de relocação.

Perda de território: superfície no território total do município (C)

Baixo: Quando a perda de território pela área inundada for menor do que 100 ha por município.
Moderado: Quando a perda de território pela área inundada for maior do que 100 ha e menor do que 200 ha por município.
Alto: Quando a perda de território pela área inundada for maior do que 200 ha e menor do que 300 ha por município.
Muito Alto: Quando a perda de território pela área inundada for maior do que 300 ha por município.

COMPONENTE – SÍNTESE: BASE ECONÔMICA

Atividades econômicas atingidas vinculadas ao rio (A)

Baixo: As áreas de uso voltadas às atividades agropecuárias não são afetadas diretamente.
Moderado: As áreas utilizadas para o desenvolvimento das atividades agropecuárias são afetadas em pequena porcentagem.
Alto: As áreas utilizadas para as atividades agropecuárias e com possibilidade de remanejamentos ou desenvolvimento em outros locais são afetadas em relativa porcentagem.
Muito Alto: As áreas utilizadas para as atividades agropecuárias, mas com impossibilidade de remanejamentos ou desenvolvimento em outros locais são afetadas em significativa porcentagem.

Ocorrência de condições de suporte para a reprodução das atividades (B)

Baixo: A reprodução das atividades desenvolvidas pelas famílias não é comprometida.
Moderado: A reprodução das atividades com a possibilidade de reposição é parcialmente comprometida.
Alto: A reprodução das atividades com possibilidade de reposição é totalmente comprometida.
Muito Alto: A reprodução das atividades sem possibilidade de reposição é totalmente comprometida.

Oportunidade de aproveitamento dos recursos e das potencialidades (C)

Baixo: Áreas com ocorrência de potencial extrativista vegetal, mas com grandes possibilidades de expansão da estrutura e produção existente não são afetadas diretamente.
Moderado: Áreas com potencial extrativista vegetal, mas com relativa possibilidade de expansão da estrutura e produção existente são atingidas em pequenas porcentagens.

Alto: Algumas áreas com potencial extrativista vegetal, mas com pequena possibilidade de expansão da estrutura e produção existente são atingidas.

Muito Alto: Grandes áreas com potencial extrativista vegetal, mas sem possibilidade de expansão das estruturas e produções são atingidas.

Oportunidade para uso dos recursos hídricos e respectiva população beneficiada (D)

Baixo: Atinge área de até 5 km ao longo do rio com baixa ocupação humana.

Moderado: Atinge área entre 5 km e 15 km ao longo do rio com significativa ocupação humana.

Alto: Atinge área entre 15 km e 30 km ao longo do rio com significativa ocupação humana.

Muito Alto: Atinge área acima de 30km ao longo do rio com alta densidade ocupacional humana.

Diferencial da arrecadação tributária e das transferências de receitas (E)

Baixo: Perda de receita gerada por uma área inundada menor do que 100 ha por município.

Moderado: Perda de receita gerada por uma área inundada maior do que 100 ha e menor do que 200 ha por município.

Alto: Perda de receita gerada por uma área inundada maior do que 200 ha e menor do que 300 ha por município.

Muito Alto: Perda da receita gerada por uma área inundada maior do que 300 ha por município.

7.3.2.4 Índice Socioambiental Negativo

O Índice Socioambiental Negativo das alternativas tem por intuito expressar a totalidade das interferências negativas sobre a área de estudo, considerando os impactos negativos sobre os componentes-síntese. Este índice é obtido pela soma ponderada dos índices de impacto negativo sobre cada componente-síntese (IAC), dado pela expressão:

$$IA = \sum IAC_i P_{ci}$$

Onde:

IAC_i – Índice de Impacto Ambiental Negativo por Componente-síntese

P_{ci} – Fator de Ponderação por Componente-síntese

7.3.2.5 Análise hierárquica para obtenção do grau de ponderação – elementos de avaliação e componentes-síntese

Para este tópico, foi estabelecido uma estrutura hierárquica para cada um dos componentes-síntese: Ecossistemas Terrestres, Ecossistemas Aquáticos, Modos de Vida, Organização Territorial e Base Econômica. As hierarquias consideradas relacionam em um primeiro nível os componentes-síntese e para um segundo nível seus elementos de avaliação.

As tabelas a seguir apresentam as hierarquizações realizadas, sendo que a coluna W representa o grau de ponderação dos elementos de avaliação obtidos a partir da normalização da coluna Σ (somatório). Com a finalidade de verificar a consistência (IC) do julgamento realizado, multiplica-se a matriz de avaliação pela matriz de Ponderação (W). A matriz resultante (Y) permite o cálculo de λmax.

Assim pode-se verificar por meio da relação IC/IR, qual se apresentou inferior a 10%, que os julgamentos se mostraram consistentes, logo, os graus de ponderação estabelecidos podem ser utilizados na análise de obtenção do IAC.

Tabela 12: Matriz de Interação entre os Componentes-Síntese para Obtenção do Grau de Ponderação.

Componentes-síntese	Ecossistemas Terrestres	Ecossistemas Aquáticos	Modos de Vida	Organização Territorial	Base Econômica	Total	Grau de Ponderação
Ecossistemas Terrestres	1,00	0,33	7,00	8,00	6,00	22,33	0,35
Ecossistemas Aquáticos	3,00	1,00	8,00	9,00	7,00	28,00	0,44
Modos de Vida	0,14	0,13	1,00	3,00	0,50	4,77	0,08
Organização Territorial	0,13	0,11	0,33	1,00	0,33	1,90	0,03
Base Econômica	0,17	0,14	2,00	3,00	1,00	6,31	0,10
Total	4,43	1,71	18,33	24,00	14,83	63,31	1,00
IC=0,1089				IC/IR=9%			

Tabela 13: Componente-síntese Ecossistemas Terrestres.

	A	B	C	Σ	W	Y	Y/W
A	1,00	1,00	3,00	5,00	0,46	1,34	2,90
B	1,00	1,00	2,00	4,00	0,37	1,17	3,17
C	0,33	0,50	1,00	1,83	0,17	0,51	3,00
Σ	2,33	2,50	6,00	10,83	0,33*	3,02	3,02 *
IC=0,01				IR=2%			

Tabela 14: Componente-síntese Ecossistemas Aquáticos.

	A	B	C	D	Σ	W	Y	Y/W
A	1,00	2,00	0,50	4,00	7,50	0,31	1,28	4,11
B	0,50	1,00	0,50	4,00	6,00	0,25	0,87	3,48
C	2,00	2,00	1,00	4,00	9,00	0,37	1,77	4,78
D	0,25	0,25	0,25	1,00	1,75	0,07	0,30	0,23
Σ	3,75	5,25	2,25	13,00	24,25	0,25*	4,22	3,15 *
IC=0,06				IR=6%				

Tabela 15: Componente-síntese Modos de Vida.

	A	B	C	Σ	W	Y	Y/W
A	1,00	1,00	5,00	7,00	0,45	1,40	3,11
B	1,00	1,00	5,00	7,00	0,45	1,40	3,11
C	0,20	0,20	1,00	1,40	0,10	0,28	2,80
Σ	2,20	2,20	11,00	15,40	0,33*	3,08	3,01 *

Tabela 16: Componente-síntese Organização Territorial.

	A	B	C	Σ	W	Y	Y/W
A	1,00	7,00	5,00	13,00	0,70	2,37	3,41
B	0,14	1,00	0,33	1,48	0,08	0,25	3,21
C	0,20	3,00	1,00	4,20	0,22	0,60	2,67
Σ	1,34	11,00	6,33	18,68	0,33*	3,23	3,10*
IC=0,05				IR=8,34%			

Tabela 17: Componente-síntese Base Econômica.

	A	B	C	D	E	Σ	W	Y	Y/W
A	1,00	5,00	6,00	8,00	0,50	20,50	0,34	1,95	5,75
B	0,20	1,00	2,00	5,00	0,17	8,37	0,14	0,58	4,20
C	0,17	0,50	1,00	3,00	0,14	4,81	0,08	0,35	4,43
D	0,13	0,20	0,33	1,00	0,11	1,77	0,03	0,17	5,87
E	2,00	6,00	7,00	9,00	1,00	25,00	0,41	2,74	6,63
Σ	1,49	12,70	16,33	26,00	0,92	60,45	0,20*	5,80	5,37
IC=0,09					IR=8%				

7.3.2.6 Resultados da avaliação de impactos ambientais

A seguir são apresentados os quadros com os resultados dos IACs e IA.

Alternativa I

Modos de Vida - MV	
W	Alt. I
0,45	0,10
0,45	0,10
0,10	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,05
B	0,05
C	0,03
Iia	**0,13**

Organização Territorial - OT	
W	Alt. I
0,70	0,00
0,08	0,10
0,22	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,00
B	0,01
C	0,06
Iia	**0,07**

Base Econômica - BE	
W	Alt. I
0,34	0,25
0,14	0,25
0,08	0,10
0,03	0,02
0,41	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,09
B	0,04
C	0,01
D	0,00
E	0,10
Iia	**0,23**

Ecossistemas Terrestres - ET

W	Alt. I
0,46	0,20
0,36	0,20
0,17	0,20
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,09
B	0,07
C	0,03
Iia	**0,20**

Ecossistemas Aquáticos - EA	
W	Alt. I
0,31	0,15
0,25	0,00
0,37	0,14
0,07	0,50
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,05
B	0,00
C	0,05
D	0,04
Iia	**0,14**

Alternativa II

Modos de Vida - MV	
W	Alt. II
0,45	0,20
0,45	0,20
0,10	0,28
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,09
B	0,09
C	0,03
Iia	**0,21**

Organização Territorial - OT	
W	Alt. II
0,70	0,15
0,08	0,40
0,22	0,28
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,11
B	0,03
C	0,06
Iia	**0,20**

Base Econômica - BE	
W	Alt. II
0,34	0,28
0,14	0,28
0,08	0,12
0,03	0,02
0,41	0,28
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,10
B	0,04
C	0,01
D	0,00
E	0,12
Iia	**0,27**

Ecossistemas Terrestres - ET	
W	Alt. II
0,46	0,35
0,36	0,35
0,17	0,35
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,16
B	0,13
C	0,06
Iia	**0,35**

Ecossistemas Aquáticos - EA	
W	Alt. II
0,31	0,25
0,25	0,10
0,37	0,13
0,07	0,50
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,08
B	0,03
C	0,05
D	0,04
Iia	**0,19**

Alternativa III

Modos de Vida - MV	
W	Alt. III
0,45	0,10
0,45	0,10
0,10	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,05
B	0,05
C	0,03
Iia	**0,13**

Organização Territorial - OT	
W	Alt. III
0,70	0,00
0,08	0,10
0,22	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,00
B	0,01
C	0,06
Iia	**0,07**

Base Econômica - BE	
W	Alt. III
0,34	0,25
0,14	0,25
0,08	0,10
0,03	0,01
0,41	0,25
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,09
B	0,04
C	0,01
D	0,00
E	0,10
Iia	**0,24**

Ecossistemas Terrestres - ET	
W	Alt. III
0,46	0,15
0,36	0,15
0,17	0,15
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,07
B	0,05
C	0,03
Iia	**0,15**

Ecossistemas Aquáticos – EA	
W	Alt. III
0,31	0,10
0,25	0,00
0,37	0,13
0,07	0,50
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado	
A	0,03
B	0,00
C	0,05
D	0,04
Iia	**0,11**

Após considerar as devidas interações e relativizações, o índice de impacto por aproveitamento foi submetido a uma análise, a fim de verificar o efeito cumulativo do conjunto de aproveitamentos por Alternativa, onde foi obtido o IAC (Índice de Impacto Negativo da Alternativa sobre o Componente-síntese).

Os estudos realizados na etapa de diagnóstico devem levar a compartimentação espacial do quadro referencial de cada componente-síntese na área de estudo em subunidades, aqui denominadas subáreas, mediante a análise de suas características de similaridade ou diferenciação. As subáreas são definidas como recortes territoriais contínuos que apresentam relações e processos particulares que as distinguem das demais e que determinam sua relação com a dinâmica do componente-síntese na área de estudo como um todo.

A utilização deste procedimento metodológico permite obter a base para a identificação dos impactos de cada aproveitamento e de sua interação com os componentes-síntese em cada subárea, bem como a visão do conjunto dos impactos dos aproveitamentos localizados em cada subárea e daqueles que extrapolam os limites dessas áreas.

No caso deste estudo, pela proximidade dos eixos das alternativas estudadas e similaridade da área onde ficam (relevo, atividades econômicas e sociais, geologia) foi considerado apenas uma área.

Ecossistemas Terrestres						
	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	AHE	Iia	AHE	Iia	AHE	Iia
	I	0,20	II	0,35	III	0,15
$I_{SA}^{C}(j)$		**0,20**		**0,35**		**0,15**
$I_{SA}^{C}(j) * P(j)$		**0,20**		**0,35**		**0,15**
IAC		**0,20**		**0,35**		**0,15**

Figura 29: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Ecossistemas Terrestres.

Ecossistemas Aquáticos						
	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	AHE	Iia	AHE	Iia	AHE	Iia
	I	0,13	II	0,19	III	0,11
$I_{SA}^{C}(j)$		**0,13**		**0,19**		**0,11**
$I_{SA}^{C}(j) * P(j)$		**0,13**		**0,19**		**0,11**
IAC		**0,13**		**0,19**		**0,11**

Figura 30: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Ecossistemas Aquáticos.

Modos de Vida						
	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	AHE	Iia	AHE	Iia	AHE	Iia
	I	0,12	II	0,21	III	0,12
$I_{SA}^{C}(j)$		**0,12**		**0,21**		**0,12**
$I_{SA}^{C}(j) * P(j)$		**0,12**		**0,21**		**0,12**
IAC		**0,12**		**0,21**		**0,12**

Figura 31: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Modos de Vida.

Organização Territorial						
	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	AHE	Iia	AHE	Iia	AHE	Iia
	I	0,06	II	0,20	III	0,06
$I_{SA}^{C}(j)$		**0,06**		**0,20**		**0,06**
$I_{SA}^{C}(j) * P(j)$		**0,06**		**0,20**		**0,06**
IAC		**0,06**		**0,20**		**0,06**

Figura 32: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Organização Territorial.

Base Econômica						
	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	AHE	Iia	AHE	Iia	AHE	Iia
	I	0,23	II	0,26	III	0,23
$I_{SA}^{C}(j)$		**0,23**		**0,26**		**0,23**
$I_{SA}^{C}(j)*P(j)$		**0,23**		**0,26**		**0,23**
IAC		**0,23**		**0,26**		**0,23**

Figura 33: Índice de Impacto Negativo de Alternativa sobre o componente-síntese Base Econômica.

O gráfico e a tabela a seguir sintetizam os resultados obtidos para os IACs e permitem avaliar o grau de interferência das alternativas por cada componente-síntese. Para facilitar a visualização do gráfico os valores que aparecem em cada vértice são, respectivamente, os valores de IAC de cada alternativa para: (OT) Organização Territorial, (ET) Ecossistema Terrestre, (EA) Ecossistema Aquático, (MV) Modos de Vida e (BE) Base Econômica.

Tabela 18: IAC por componente-síntese.

Componentes-Síntese	**Alternativas**		
	Alt-I	**Alt-II**	**Alt-III**
OT	0,063	0,199	0,063
ET	0,198	0,350	0,149
EA	0,132	0,186	0,114
MV	0,115	0,208	0,115
BE	0,231	0,262	0,231

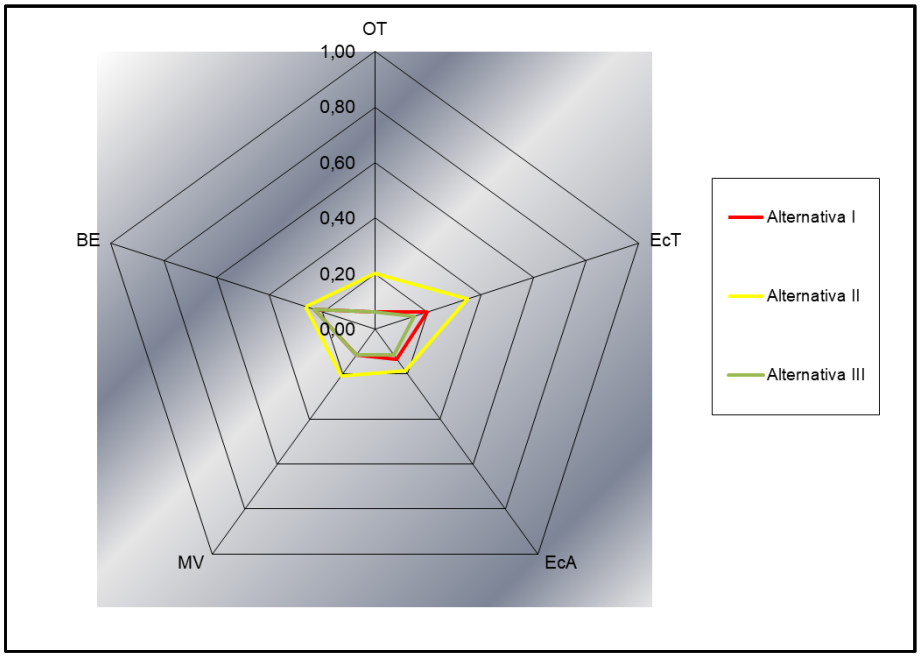


Figura 34: IAC por componente-síntese.

Com a finalidade de expressar a importância relativa de cada componente-síntese no quadro socioambiental da área de estudo, os IACs foram revitalizados conforme os valores de ponderação obtidos no quadro de interação entre os componentes-sínteses, de forma a encontrar os Índices de Impacto Socioambiental Negativo (IA) (tabela a seguir). Os critérios avaliados permitiram a comparação das alternativas, a fim de determinar aquelas que possuíssem o menor impacto socioambiental para a área de estudo.

É preciso destacar que todas as alternativas propostas apresentam-se com IA baixos, todos abaixo ou próximos de 0,300, ratificando a condição de ser um empreendimento de baixo impacto ambiental.

Tabela 19: Índices de Impacto Socioambiental Negativo (IA) por alternativa.

Avaliação de Impactos Ambientais - CGH Giacomini				
IA - Componentes-Síntese	**W**	**A-I**	**A-II**	**A-III**
OT	0,03	0,002	0,006	0,002
EcT	0,35	0,069	0,123	0,052
EcA	0,44	0,058	0,082	0,050
MV	0,08	0,009	0,017	0,009
BE	0,10	0,023	0,026	0,023
IA	**1,00**	**0,162**	**0,253**	**0,136**

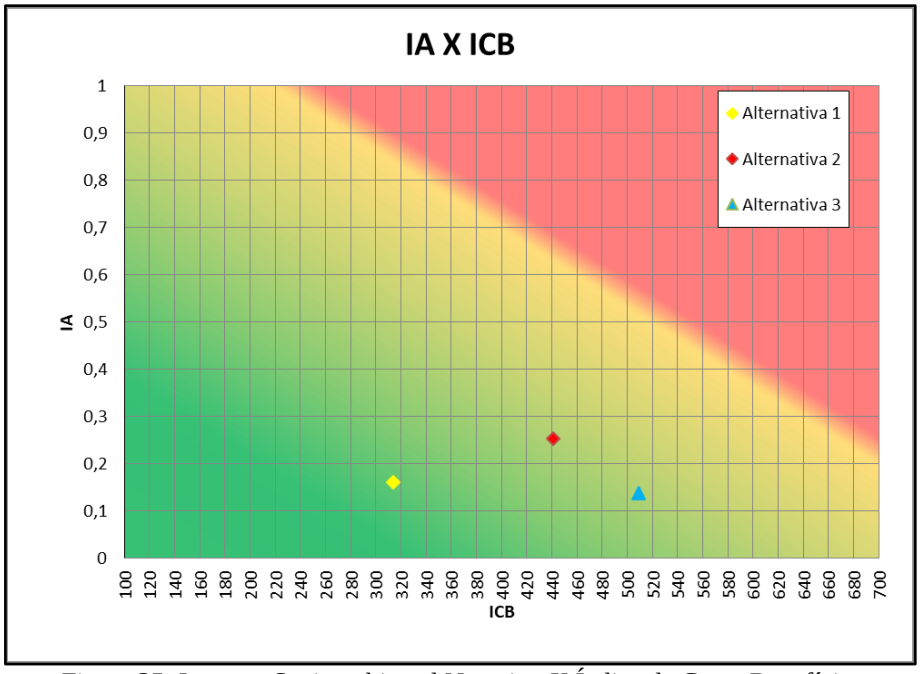


Figura 35: Impacto Socioambiental Negativo X Índice de Custo Benefício.

7.3.3 Índice de Preferência

Para definição da alternativa que se apresenta como mais adequada sob a ótica socioeconômica é preciso um equilíbrio entre o impacto ambiental e a viabilidade econômica. Em palavras mais simples, precisamos ter um projeto cujo impacto ambiental justifique a viabilidade econômica de implantação, do contrário teremos um empreendimento com impacto baixo mais iniviável, ou um empreendimento viável economicamente, mas inviável ambientalmente.

Para a escolha final da alternativa foi determinado o índice de preferência "IP", obtido pela soma ponderada dos índices custo/benefício energético (ICB) e ambiental negativo (IAn), através da seguinte expressão:

$$I = p_{cb}\frac{ICB}{CUR} + p_a IAn$$

Sendo:

$$Pcb + Pa = 1 \text{ e } Pcb \geq 0 \text{ e } Pa \geq 0$$

Sendo:

* **Pcb**, peso que reflete a importância relativa entre os objetivos de minimização do índice custo/benefício energético (0,5). Neste caso foi considerado que o ICB tem 50% de importância sobre a tomada de decisão do IP;

*** Pa,** peso que reflete a importância relativa entre os objetivos de minimização do índice de impacto ambiental (0,5); ICB, índice custo/benefício energético, em R$/MWh. Neste caso foi considerado que o IAn tem 50% de importância sobre a tomada de decisão do IP;

* CUR, custo unitário de referência (R$315,00 /MWh);

* IA, índice ambiental.

Nesta expressão, quanto menor o valor de IP, mais vantajosa é a alternativa sob a ótica ambiental e econômica.

A seguir apresenta-se a tabala do ICB x IA e o IP de cada alternativa estudada, onde se observa a preferência pela Alternativa I, cujo IP é de 0,5788.

Tabela 20: Valores utilizados no cálculo do Índice de Preferência.

Alternativa	ICB	CUR	Pcb	IA	Pa	IP
I	313,68	315,0	0,5	0,162	0,5	**0,5788**
II	440,86	315,0	0,5	0,253	0,5	**0,8263**
III	509,67	315,0	0,5	0,136	0,5	**0,8772**

Para realizar uma análise de sensibilidade, foram determinados os valores de índice de preferência (IP), fazendo-se as ponderações para diversos valores de Pcb e Pa. Assim, foram estudadas 11 possíveis ponderações entre 0 (nenhuma importância) e 1 (unicamente importante) para os dois pesos alternadamente.

Na tabela a seguir é possível ver que em praticamente todas as ponderações propostas a Alternativa I se mostrou a preferível em detrimento das demais, levando em consideranção tanto o custo-benefício como os impactos socioambientais essa alternativa é a mais vantajosa e que causará menores impactos. Nota-se que a Alternativa III, apesar de ser que a possui menor TVR e menor supressão acaba se tornando a menos adequada, já que a sua geração seria baixa, tornado-a ineficaz economicamente, ou seja, é um empreendimento que não vale a pena ser instalado já que provocará impactos muito similares com a Alternativa I e ainda assim não conseguirá cumprir o propósito da geração de energia de maneira satisfatória.

Tabela 21: Índices de Impacto Socioambiental Negativo (IA) por alternativa.

PCB	PA	A1	A2	A3
1	0	0,9958	1,3996	1,6180
0,9	0,1	0,9124	1,2849	1,4698
0,8	0,2	0,8290	1,1702	1,3217

PCB	PA	A1	A2	A3
0,7	0,3	0,7456	1,0556	1,1735
0,6	0,4	0,6622	0,9409	1,0254
0,5	0,5	0,5788	0,8263	0,8772
0,4	0,6	0,4954	0,7116	0,7291
0,3	0,7	0,4120	0,5970	0,5809
0,2	0,8	0,3286	0,4823	0,4327
0,1	0,9	0,2451	0,3677	0,2846
0	1	0,1617	0,2530	0,1364

Legenda: Classificação do IP por sensibilidade de escolha.

Mais adequado	Regular	Menos adequado

7.4 Alternativa selecionada

Tendo em vista os cálculos apresentados acima das análises de Custo-Benefício, Avaliação dos Impactos Socioambientais e Índice de Preferência conclui-se que a **Alternativa I** é a que apresenta as melhores características para implantação no trecho estudado, uma vez que apresentou o melhor equilíbrio entre as condições ambientais e econômicas.

8 CARACTERIZAÇÃO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

8.1.1 Metodologia de avaliação dos impactos

A partir do conhecimento da situação ambiental, foram analisadas as consequências da instalação do futuro empreendimento hidrelétrico. Considerando as informações obtidas com a realização dos levantamentos de campo e o diagnóstico ambiental, serão apresentados os aspectos, impactos e as medidas relacionadas a todas as fases do futuro empreendimento, sendo elas: Planejamento, Implantação, Formação do pequeno Reservatório e Operação.

Para Moreira (1992), prognosticar significa ter conhecimento antecipado baseado em suposições, ou seja, é o resultado da identificação dos diversos impactos sobre o meio ambiente, considerando os meios físicos, bióticos e socioeconômicos. Com o prognóstico é possível identificar e prever o cenário futuro do empreendimento em questão, tendo como subsídio os resultados dos estudos realizados nas áreas diretamente afetadas e de influência, bem como o conhecimento técnico e científico da equipe de profissionais envolvida no Estudo Ambiental.

Neste estudo, além da identificação e descrição de cada impacto, os mesmos foram avaliados em nove atributos, os quais permitem análises mais específicas, dimensional e

temporal necessárias ao entendimento das consequências do futuro empreendimento. Foram estabelecidas também, condições para definição das medidas mitigadoras, potencializadoras ou compensatórias, bem como os programas ambientais.

Inicialmente, os impactos ambientais foram elencados e discutidos pelos integrantes da equipe de profissionais responsável pelo levantamento de campo e elaboração deste estudo ambiental, sendo posteriormente analisados pela coordenação. Ao fazer a análise final, a coordenação busca certificar-se de que todos os possíveis impactos foram elencados e avaliados adequadamente, realizando assim, uma avaliação multidisciplinar e descrição integrada dos impactos ambientais do futuro empreendimento. Deste modo, há maior confiabilidade e consistência nas informações apresentadas. Depois de realizadas estas ações, os impactos são descritos e caracterizados conforme definições a seguir.

8.1.1.1 Descrição e caracterização do impacto

A descrição de cada impacto trata-se da dissertação sobre suas possíveis causas diretas e indiretas, a previsão de consequências ou outros impactos adjacentes. A caracterização dos impactos é realizada a partir da análise de nove atributos de caráter qualitativo, sendo possível avaliar ou definir um impacto global a partir da compreensão de cada impacto individualizado, subsidiando assim a definição das medidas e programas a serem adotados.

8.1.1.2 Quanto a fase de ocorrência

Em empreendimentos na área de infraestrutura, como as usinas hidrelétricas, parques eólicos, reservatórios, portos, aeroportos, rodovias, entre outros, os impactos acontecem não somente durante sua implantação ou operação e sim em todas as fases citadas inicialmente, inclusive na fase de planejamento, com a expectativa da comunidade local.

Sobretudo, grande parte dos impactos ambientais está relacionada com as atividades de implantação (obras de construção) e operação do futuro empreendimento, uma vez que, nestes momentos acontecem as maiores modificações na estrutura do ambiente.

Neste sentido, é importante que haja a identificação adequada da fase do empreendimento em que irá ocorrer cada impacto, possibilitando, assim, a prévia adoção de medidas de minimização, quando se tratar de impacto negativo, ou sua potencialização, quando se tratar de impacto positivo.

Os atributos considerados para as fases de ocorrência foram:

- Planejamento: trata-se do período entre a fase de estudos e projetos até o início de mobilização para a instalação do canteiro de obras. Nesta fase a ocorrência de impactos está relacionada à notícia da construção do futuro empreendimento e à movimentação de pessoas na região em decorrência dos estudos ambientais e de engenharia, desenvolvidos no intuito de solicitar as devidas licenças ambientais.

- Implantação: compreende desde a mobilização para instalação do canteiro de obras até o término das obras. É a partir deste momento que a maioria dos impactos começa a se manifestar, pois ocorrem efetivamente as alterações no ambiente original.

- Formação do reservatório: Esta fase compreende o enchimento do reservatório, onde são necessárias algumas medidas preventivas.

- Operação: inicia-se a partir do momento em que as turbinas são colocadas em funcionamento.

8.1.1.3 Meio de ocorrência

Os impactos foram avaliados em três meios de ocorrência, sendo eles:

- Físico: são fatores como solo e seus usos, ar, clima, topografia, corpos hídricos, regime hidrológico, entre outros aspectos relacionados.

- Biótico: refere-se a fauna e flora, considerando a qualidade e conservação ambiental.

- Socioeconômico: refere-se a todos os aspectos sociais e econômicos da comunidade local e do entorno.

8.1.1.4 Quanto à natureza

A natureza do impacto refere-se à qualificação dos efeitos que podem causar ao ambiente, podendo ser negativa, positiva ou indeterminada.

- Negativa: quando gera efeitos prejudiciais.

- Positiva: quando gera efeitos benéficos.

- Indeterminada: quando os conhecimentos disponíveis não permitem prever quais serão seus efeitos.

8.1.1.5 Quanto à duração

A duração do impacto está relacionada com a sua permanência no ambiente, a partir de suas causas, sendo classificada como:

- Temporária: quando o impacto desaparece após o encerramento de sua causa, como por exemplo, o aumento temporário da oferta de emprego.

- Permanente: quando o impacto não cessa com o passar do tempo, como é o caso da modificação da paisagem natural.

- Cíclica: quando o impacto se manifesta de maneira sazonal.

8.1.1.6 Quanto à magnitude de importância

Julgar a importância de um impacto pode ser bastante subjetivo, por isso a importância de definir um parâmetro que permita a sua comparação com outros impactos de natureza ou causa similar. A magnitude de importância constitui pontos principais dos impactos ambientais, informando sobre a significância dos mesmos e indicando a gravidade do impacto no meio ambiente.

Neste estudo, optou-se por julgar a magnitude de importância dos impactos a partir de três níveis, dentro da área de estudo em que estão relacionados, ou seja, meios físicos, bióticos e socioeconômicos.

- Baixa: quando o impacto é pouco significante, não resultará em danos significativos ao meio ambiente. Requer ações específicas dentro do procedimento da área.

- Média: quando o impacto é reversível, porém com ações imediatas. Requer ações específicas dentro do procedimento da área, incluindo definições de ações preventivas.

- Alta: quando o impacto é de grande importância ao meio ambiente, com probabilidade de irreversibilidade. Requer ações específicas com plano de ações emergenciais.

8.1.1.7 Quanto à probabilidade de ocorrência

Visto que muitos dos impactos identificados e descritos neste estudo são resultados de prognoses, ou seja, previsões, poderá haver certo grau de incerteza quanto a sua manifestação. Assim, este atributo será classificado como sendo:

- Certo: quando tratar-se de impactos relacionados às atividades que irão interferir e modificar o ambiente.

- Incerto: quando tratar-se de impactos de ocorrência incerta, que dependem de uma combinação de fatores para se manifestar.

8.1.1.8 Quanto ao início de sua manifestação

Para analisar este aspecto, é necessário considerar as medidas e os programas ambientais que serão adotados para os impactos. Os impactos negativos são classificados quando à possibilidade de reversão, sendo:

- Reversível: caso existam e sejam adotadas medidas capazes de anular totalmente os seus efeitos.

- Irreversível: quando não existem medidas capazes de anulá-lo totalmente, à exemplo dos impactos relacionados com a supressão de vegetação. Neste caso, adota-se uma forma compensadora, como a reposição florestal.

- Parcialmente reversível: quando as medidas adotadas, embora não possam anular os seus efeitos, são capazes de mitigá-los parcialmente. É importante observar que o atributo Possibilidade de Reversão aplica-se somente aos impactos negativos.

Os impactos positivos são classificados quando à possibilidade de potencialização, sendo:

- Potencializável: quando há possibilidade de aumentar os efeitos benéficos de determinado impacto

- Não-potencializável: quando não é possível potencializar o impacto.

8.1.1.9 Sinergia entre os impactos

A avaliação do impacto deve indicar, também, se ele é sinérgico em relação a outros impactos, isto é, se a associação do impacto em análise com outros diagnosticados pode aumentar o seu efeito, seja positivo ou negativo, ou se é não-sinérgico, quando não ocorre relação mútua com outros impactos.

8.1.2 Impactos ambientais identificados

Os impactos ambientais relacionados à futura CGH serão discutidos nos tópicos respectivos, tendo como subsídios o projeto básico de engenharia e os dados obtidos com os levantamentos a campo. Os resultados estão apresentados em três itens de acordo com o meio de ocorrência: Físico, Biótico e Socioeconômico. Serão apresentados e avaliados os possíveis impactos para cada uma destas fases, considerando as áreas diretamente afetadas e de influência do futuro empreendimento.

Após a discussão de cada impacto da futura CGH, será apresentada a avaliação dos atributos, a qual foi realizada por equipe técnica multidisciplinar. Para fins de caracterização,

cada impacto receberá uma "Letra" que o representará, sendo está indicada no item de avaliação "Sinergia com outros impactos", quando houver.

8.2 PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

A definição e elaboração dos programas e medidas ambientais é o resultado conjunto das medidas mitigadoras e compensatórias, as quais são identificadas a partir dos impactos provocados pela implantação e operação da futura CGH. O objetivo desses programas é garantir a prevenção, controle, mitigação, monitoramento, acompanhamento e compensação (quando couber) ambiental.

Os programas ambientais visam definir estratégias e estabelecer procedimentos que possibilitem a implementação de uma gestão ambiental adequada para os impactos previstos em todos os meios, sendo eles: físico, biótico e socioeconômico. Os impactos ambientais apresentam caráter abrangente e neste sentido, os programas buscam soluções integradas, atingindo, de maneira harmônica, diferentes impactos.

A apresentação das medidas mitigadoras e dos programas ambientais propostos para serem desenvolvidos em todas as fases (planejamento, implantação e operação) será analisada nos próximos tópicos, de acordo com o meio avaliado (físico, biótico e socioeconômico).

8.3 MEIO FÍSICO

8.3.1 Delimitação das Áreas e Influência para o Meio Físico

Em termos legais, a expressão "área de influência" encontra-se descrita na Resolução N.º 001, de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Artigo 5º, o qual estabelece, como uma das cinco diretrizes gerais para o desenvolvimento de estudos de impacto ambiental, o seguinte:

> "III: Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza."

Seguindo-se as diretrizes estabelecidas, a "área de influência do projeto" foi definida e subdividida em Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).

A Área Diretamente Afetada foi definida como as áreas em que os impactos relacionados ao planejamento, implantação e operação ocorrem de forma primária, sendo objeto de supressão, escavação, estradas de acesso e demais intervenções necessárias para construção da CGH, totalizando 3,00 hectares.

A Área de Influência Direta corresponde à área que circunda a ADA e cujo os impactos possam ocasionar intervenções de forma direta, portanto foi delimitado com o auxílio do programa QGIS e imagens fornecidas pelo Google Satélite, 500 m ao entorno do empreendimento como AID para o meio físico, essa área possui um total de 244 hectares.

A Área de Influência Indireta foi considerada como uma área em que o território poderá ser afetado pelo empreendimento, mas os impactos são menos significativos do que na ADA e AID. Para o meio físico a AII foi definida como os limites da bacia do Arroio Guaçu devido aos impactos cumulativos e sinérgicos que possam vir a ocorrer através da construção da CGH.

Tabela 22: Delimitação das áreas de influência para o meio físico.

MEIO DE CONHECIMENTO		ADA	AID	AII
Físico	Geologia, Geomorfologia, Espeleologia, Pedologia, Hidrologia	Locais diretamente afetados pelas obras da CGH Giacomini	Área delimitada de 500 m no entorno da ADA	Bacia do Arroio Guaçu

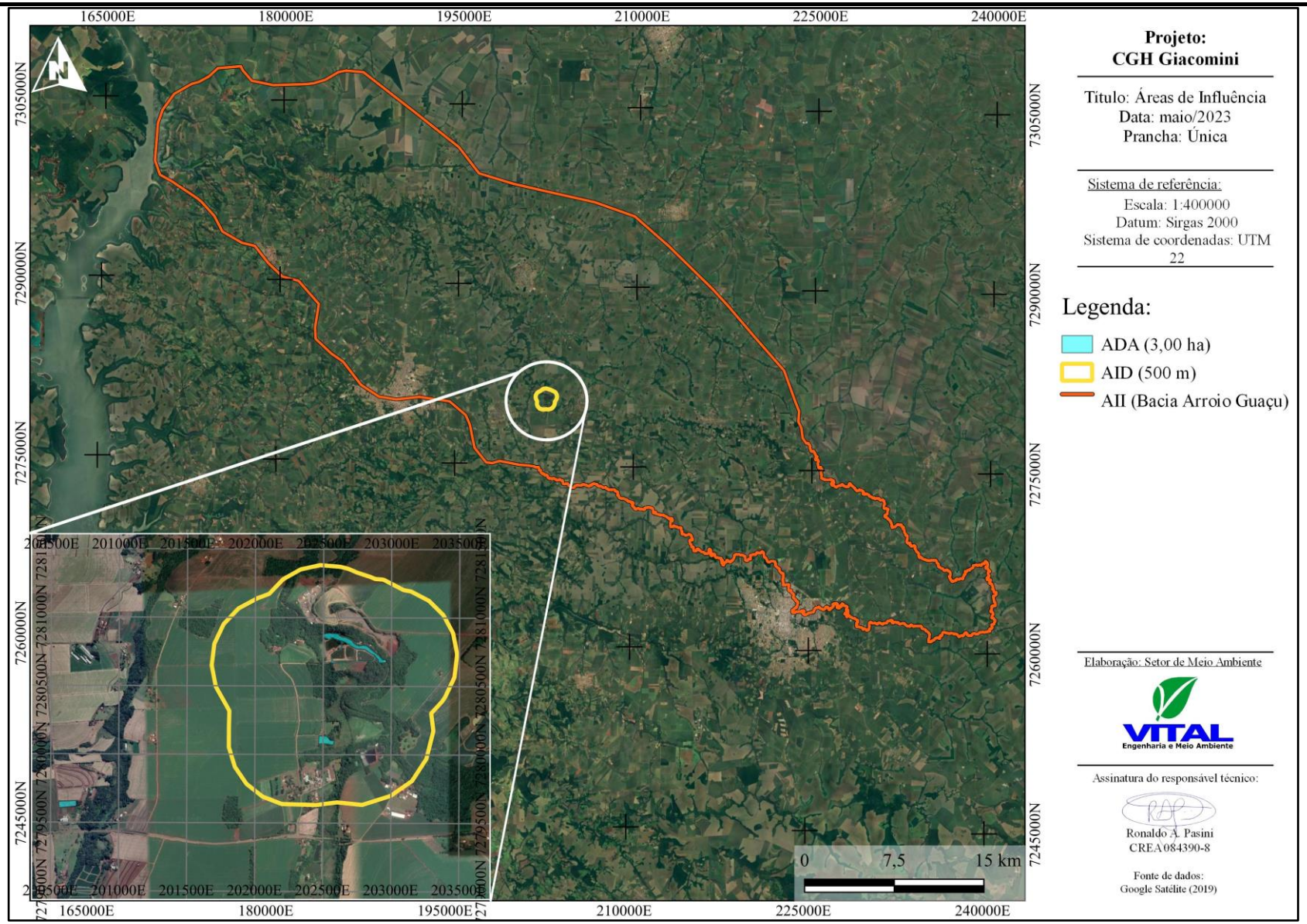


Figura 36: Delimitação da ADA, AID e AII para o empreendimento.

8.3.2 Geologia, Geomorfologia, Espeleologia, Pedologia

8.3.2.1.1 Contexto geológico e geomorfológico regional

De acordo com o Mapa Geológico do Paraná, a CGH Giacomini e suas áreas de influência (ADA, AID, AII) estão localizadas em terreno de rochas do Grupo Serra Geral (LICHT; ARIO, 2018). O grupo Serra Geral contempla rochas originadas em um extenso evento de vulcanismo continental que ocorreu sobre a Bacia Sedimentar do Paraná durante o Juro-Cretáceo. Segundo o mapeamento geológico do Grupo Serra Geral no estado do Paraná, a região do empreendimento compreende o Grupo São Bento, Sequência Gondwana III e unidade estratigráfica da Serra Geral e Botucatu. Portanto, conforme a área do empreendimento e a bacia hidrográfica, o local se enquadra na seguinte forma:

JKbsg: Rochas basálticas do Grupo São Bento, Formação Serra Geral. As rochas são do tipo basalto toleíticos, com intercalações de arenito, ou são vulcânicas ácidas, ambas intercaladas por diques e sills de diabásio (LICHT; ARIO, 2018).

São minerais essenciais dos basaltos os feldspatos álcali-cálcicos e piroxênios, ambos totalizando de 70 a 80% do volume da rocha. É comum também a existência de basaltos amigdaloides, às vezes preenchidos por quartzo, variedades microcristalinas ou hidratadas de sílica, calcitas e zeólitas (TOMAZONI, 2003). As ocorrências de minerais restringem-se a ametistas, zeólitas e cobre nativo. As rochas dessas áreas se caracterizam por fluxos de lavas basálticas, consolidadas em basaltos toleíticos, com baixo teor de óxido de titânio, constituindo assim, rochas básicas a intermediárias (TOMAZONI, 2003).

Segundo Santos et al. (2006), a região do estudo está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, que corresponde ao grande derrame mesozoico de rochas eruptivas básicas associados, na porção NO, às rochas areníticas do Grupo Bauru. Abrange cerca de 2/3 do território paranaense e desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do Rio Paraná atingindo altitudes médias de 1100 m a 1250 m, na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 m na calha do Rio Paraná.

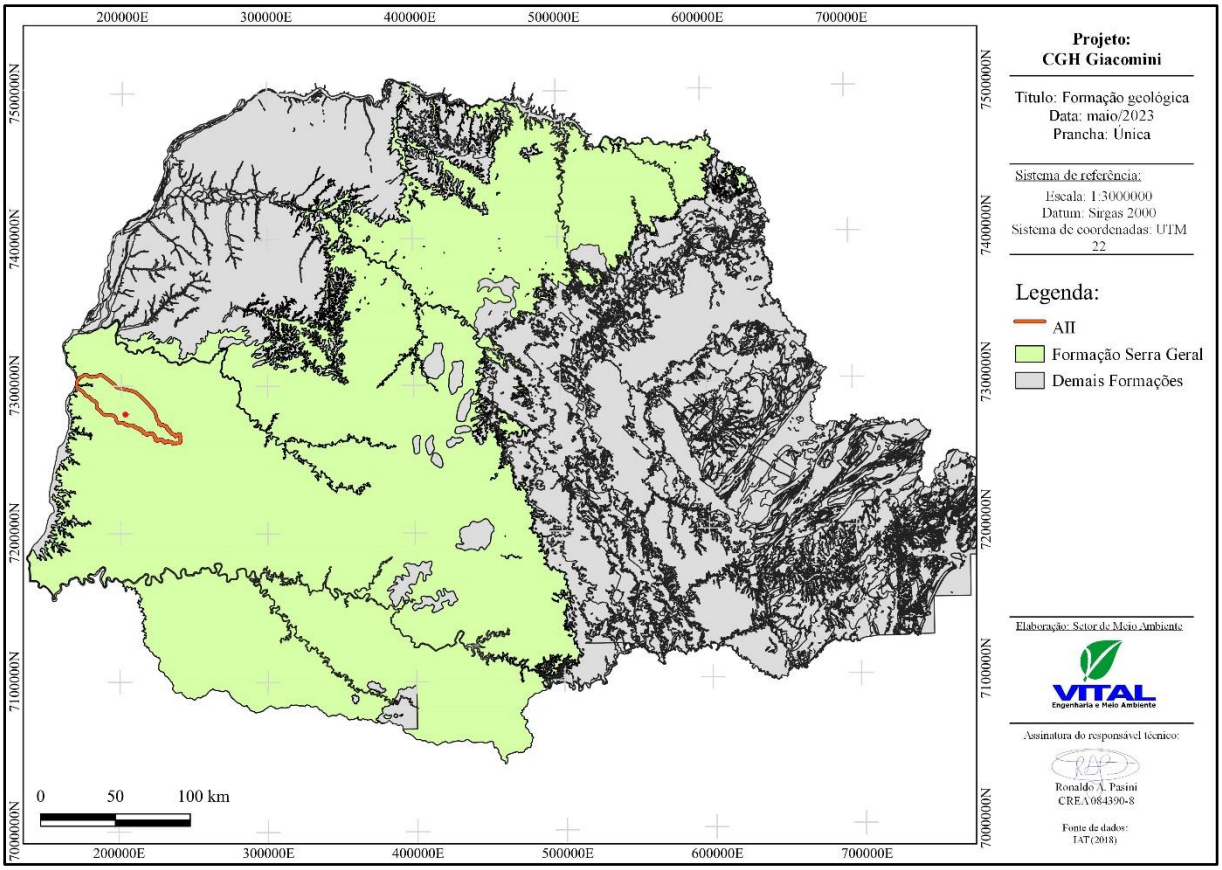


Figura 37: Geologia do estado do Paraná e localização do empreendimento.

8.3.2.1.2 Contexto geológico e geomorfológico local

Conforme citado no contexto regional supracitado, a região tem predomínio de basalto da formação serra geral, caracterizada por derrames mesozoicos, caracterizando material basáltico de coloração acinzentada, com espessura variada, podendo ser observado em superfície ou a metros de produndidade. Na região de implantação do empreendimento verificou-se a presença de uma expessa camada de solo vermelho, esse solo pode ser facilmente visualizado nos açudes que foram recentemente escavados no local. Em outros pontos verificou-se a presença de solo saprolítico em menor espessura, seguido de rocha formada de basalto.

Pode-se caracterizar a região de implantação da CGH Giacomini como sendo uma região de solo jovem, pouco profundo, de coloração avermelhada e consistência média, cuja característica eluvial indica solos formados por rochas encontradas no mesmo local de sua formação, ou seja, as rochas sofreram o processo de decomposição no mesmo local, para então se tornar o solo atual.



Figura 38: Presença de rochas basálticas na AID.



Figura 39: Solos vermelhos visualizados na ADA.



Figura 40: Exemplo dos horizontes do solo na região.

8.3.2.1.3 Geologia estrutural

Os variados tipos de relevos existentes no planeta são resultados de uma série de agentes modeladores que podem ser internos ou externos. No caso das dobras e falhas, são agentes internos ou endógenos, provenientes de movimentos ocorridos nas placas litosféricas.

A geologia estrutural é a parte da geologia que estuda as deformações das rochas, segundo os esforços que estas sofrem, sendo de fundamental importância para a capacidade armazenadora de água, bem como vazão e recarga do aquífero. No caso da área em estudo, a geologia estrutural está definida por alinhamentos e fraturamentos tectônicos.

As falhas, ou falhamentos, são formadas a partir de movimentos provocados por enormes pressões que sucedem de maneira vertical e horizontal, exercendo uma grande força sobre rochas mais sólidas e rígidas, como por exemplo, as cristalinas. Na execução do fenômeno, formam rupturas ou fendas nas extensões das rochas. Com isso, acontece o deslizamento entre as rochas. Tais movimentos são responsáveis pelo surgimento de escarpas e vales. As falhas podem surgir também em locais onde acontecem encontros de placas litosféricas.

Uma fratura representa o resultado de uma deformação sofrida por uma rocha quando esta é submetida a esforços tensionais de naturezas diversas. Uma rocha pode "quebrar" de várias formas podendo haver ou não deslocamento dos blocos. No caso de deslocamento, as fraturas são denominadas de falhas, podendo ser classificadas como normal, inversa ou transcorrente, dependendo do movimento relativo daqueles blocos.

Com relação ao potencial hidrogeológico, dentre os tipos de falhas, as normais são as que apresentam as melhores características em função de se originarem a partir de esforços tracionais, tendendo a apresentar maiores aberturas. As do tipo inversas e transcorrente são frutos de esforços compressivos gerando planos de falha muito fechados, sendo as do tipo transcorrente as de menor potencialidade uma vez que são associadas a processos de milonitização. Com respeito às fraturas, devem sempre ser consideradas aquelas resultantes de esforços de tração por se mostrarem mais abertas, e com isso possuem maior potencial hidrogeológico, e quanto mais fechadas, resultantes de cisalhamento, menor seu potencial hidrogeológico.

O fluxo da água subterrânea em aquíferos fraturados depende essencialmente das características das fraturas presentes cujos principais elementos são a sua abertura, rugosidade das paredes e material de preenchimento.

A abertura é a medida de separação média entre as paredes de uma fratura, sendo de importância fundamental para as questões de infiltração e armazenamento de água. A

rugosidade das paredes pode ser definida como a distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangencia a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda e depende da origem da fratura e da granulometria, mineralogia e alteração da rocha.

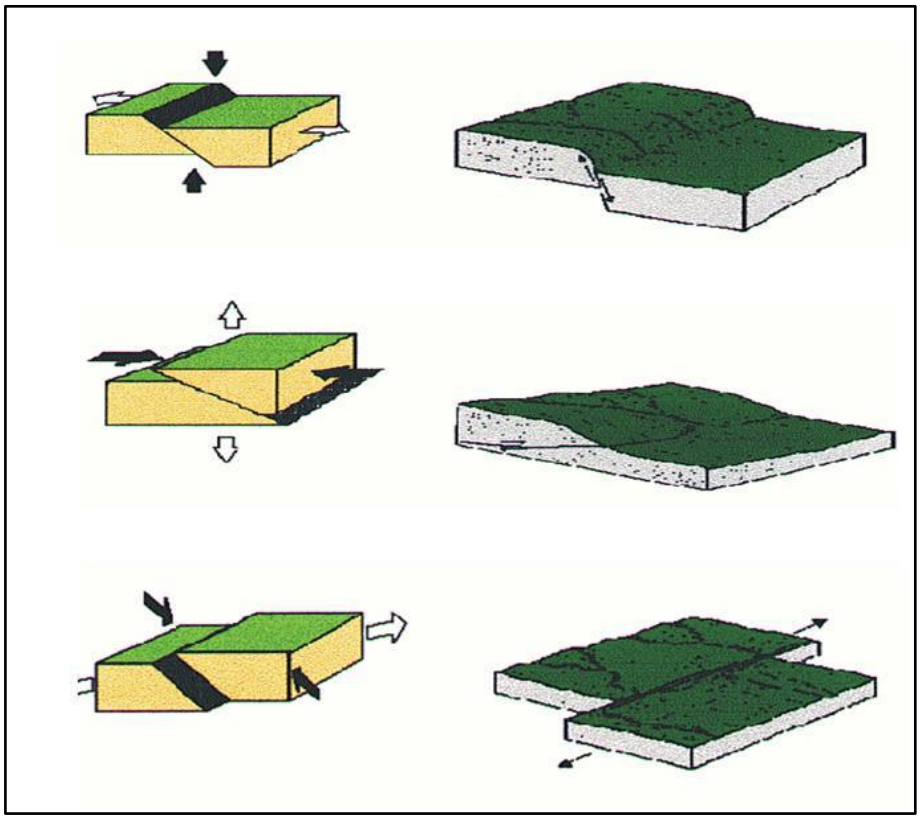


Figura 41: Sistemas de fraturas

A rugosidade de uma fratura influencia diretamente a condutividade hidráulica podendo acarretar perdas elevadas de carga quando a água tende a circular acompanhando o acarretar perdas elevadas de carga quando a água tende a circular acompanhando o relevo da parede da fratura.

- Falha normal: um bloco desce em relação ao outro bom potencial para água subterrânea.
- Falha inversa: um bloco sobe em relação ao outro com potencial para água subterrânea.
- Falha transcorrente: um bloco desloca-se lateralmente em relação ao outro lateralmente. Baixo potencial para água subterrânea.

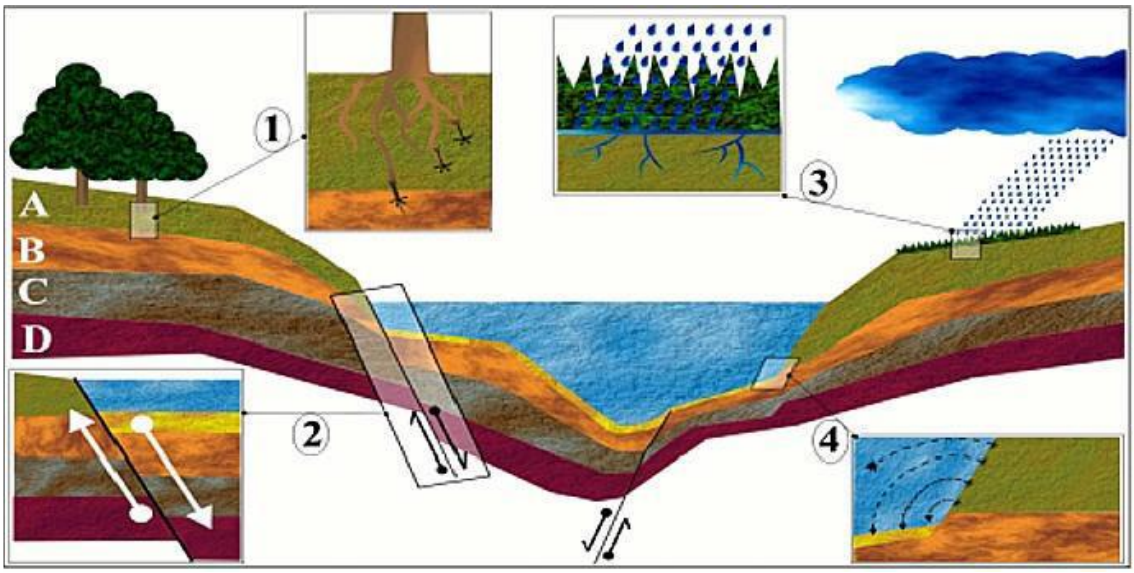


Figura 42: Sistema de fraturas por tração e cisalhamento.

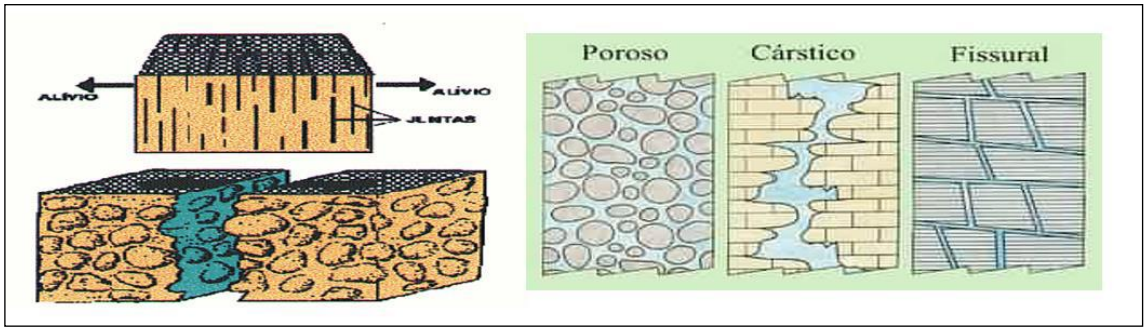


Figura 43: Tipos quanto a porosidade (esquerda) e quanto à pressão (direita).

As dobras, chamadas também de dobramentos, se constituem a partir de gigantescas pressões que acontecem de maneira horizontal, exercendo uma grande força sobre rochas de composições mais frágeis, como por exemplo, as sedimentares, esse fenômeno propicia o enrugamento do relevo. A emergência de dobramentos geológicos desencaderam várias cadeias de montanhas, a exemplo da cordilheira do Himalaia, na Ásia, dos Alpes, na Europa, e da cordilheira dos Andes, na América do Sul.

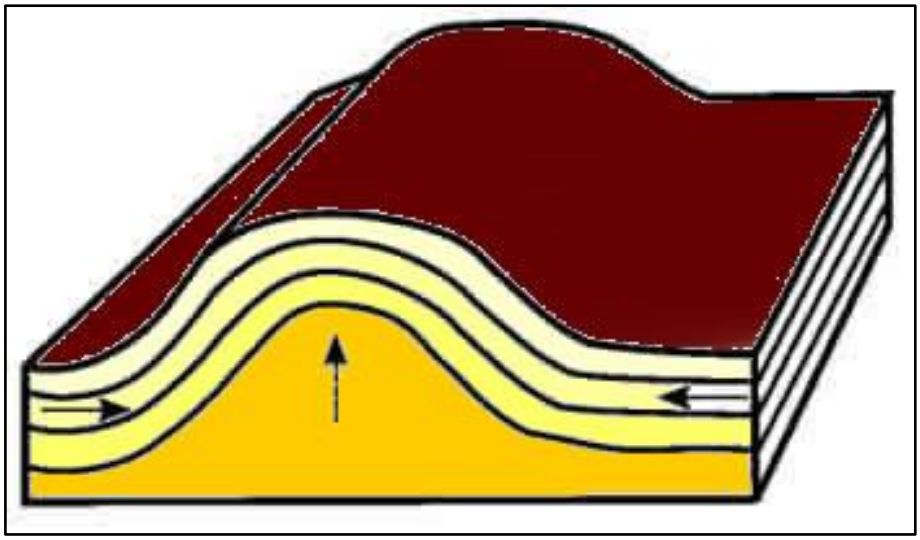


Figura 44: Modelo de formação das dobras geológicas.

Com relação ao observado em vistorias na área de implantação da CGH Giacomini não se espera grandes riscos ambientais de desmoronamentos ou cesilhamentos, as escavações realizadas serão de baixa profundidade, com maior aprofundamento na região da casa de força. Para evitar processos de movimentação de solo mais leves, como erosões laminares e sulcos, imediatamente após as escavações e aterros as superfícies de solo devem ser cobertas com material vegetal, preferencialmente com hidrossemeadura, de modo a evitar o contato do solo exposto com a chuva.

8.3.2.1.4 Potencial paleontológico

O potencial paleontológico da região foi consultado através do livro de Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – Volume III (2013), esse livro foi desenvolvido em parceria entre a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e a SIGEP (Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos) (WINGE et al., 2013). Os sítios publicados mais próximos são o Parque Nacional do Iguaçu a cerca de 66 km de distância e o Astroblema de Vista Alegre encontram-se a mais de 160 km da CGH Giacomini, entretanto, na área de influência do empreendimento não foram identificados sítios geológicos ou paleontológicos.

- Astroblema Vista Alegre

O Astroblema Vista Alegre está localizado no município de Coronel Vivida/PR e representa o remanescente erosivo de uma cratera de impacto meteorítico formada sobre rochas vulcânicas basálticas da formação Serra Geral da Bacia do Paraná. O Astroblema foi descoberto em 2004 e possui diâmetro de 9,5 km, constitui uma das poucas estruturas geológicas dessa natureza conhecidas no Brasil. Crateras basálticas são raríssimas na Terra, atualmente no Brasil,

além dessa cratera, são conhecidas outras duas formadas em basalto, todas elas nos domínios da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná (CRÓSTA et al., 2013).

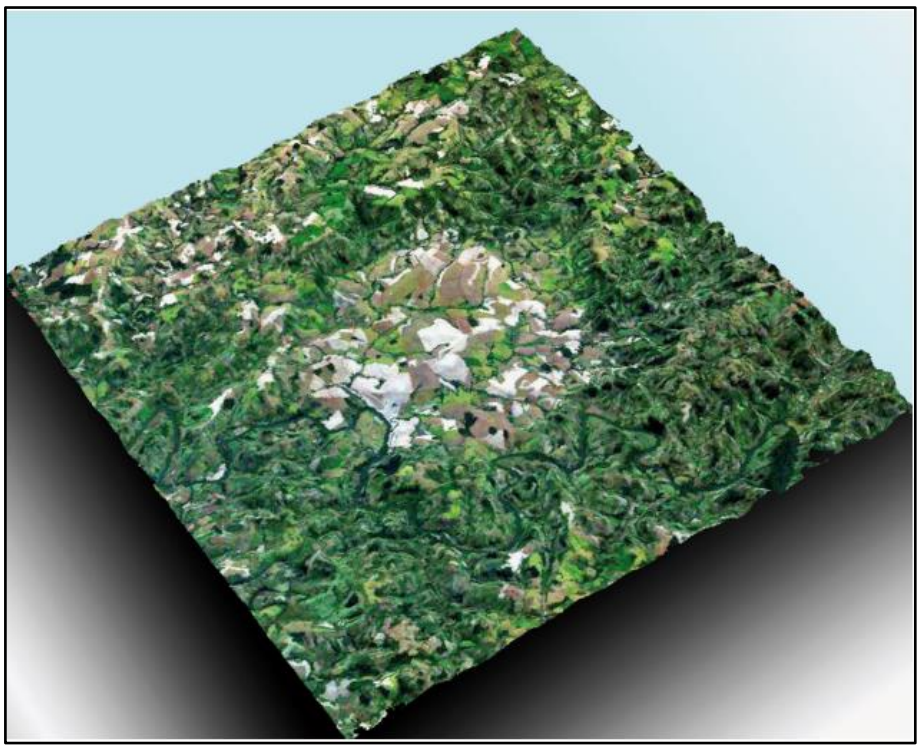


Figura 45: Vista em perspectiva 3D do Astroblema de Vista Alegre.
Fonte: CPRM/SIGEP, 2013.

- Parque Nacional do Iguaçu

Os terrenos do Parque Nacional do Iguaçu (PNI) são parte dos extensos derrames vulcânicos que ocupam considerável área na Bacia do Paraná, tais derrames foram originados via atividades vulcânicas não explosivas, através de grandes fraturas. A feição morfológica mais importante do PNI são as conhecidas Cataratas do Iguaçu, um conjunto de 275 quedas com altura média de 75 m. Pelas suas características geológicas, geomorfológicas e pela biodiversidade, o PNI comporta uma das últimas reservas naturais da Mata Atlântica (SALAMUNI et al., 2002).

8.3.2.1.5 Contexto geotécnico

Suscetibilidade de movimentos de massa

Para verificar os riscos de movimentos de massa, deslizamentos e risco geológico foi realizada consulta nos mapas online disponibilizados pelo CPRM. Concluiu-se que a região do estudo não é suscetível a movimentos de massa, deslizamentos e risco geológico, o município

mais próximo com esses riscos é Matelândia. A seguir são apresentadas as principais formas de instabilidade.

Segundo Caputo (1988), às formas de instabilidade de maciços terrosos nem sempre se apresentam bem caracterizadas e definidas, podendo se classificar em três grandes grupos:

1- Desprendimento de blocos de terra ou rocha: constituem-se em deslocamentos, por gravidade, de blocos de rocha, sendo subdivididos em 04 tipos básicos conforme apresentado a seguir:

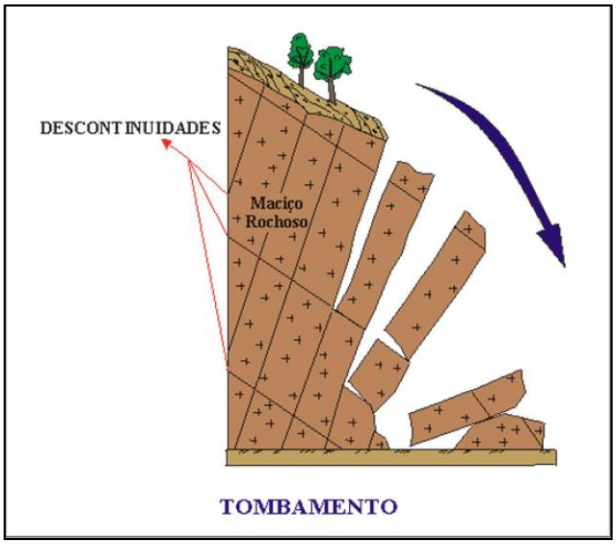


Figura 46: O desprendimento por TOMBAMENTO, consiste no movimento de rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochosos sub-verticais.

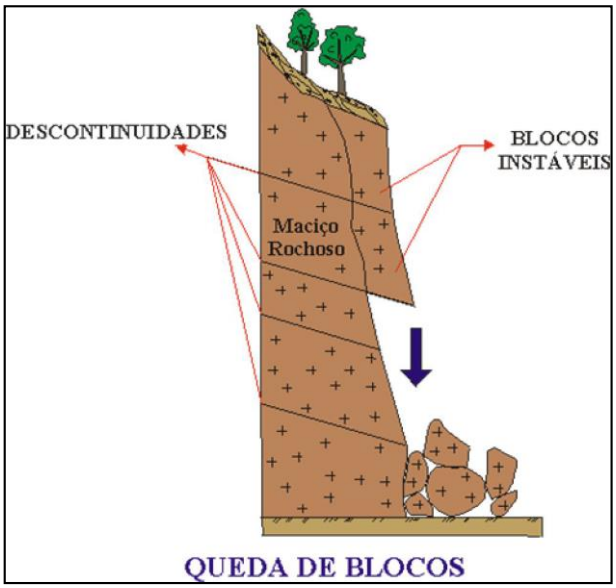


Figura 47: O desprendimento por QUEDA DE BLOCOS, consiste em blocos de rochas que se desprendem do maciço e se deslocam em queda livre encosta abaixo, podendo ocorrer em volumes e litologias diversas.

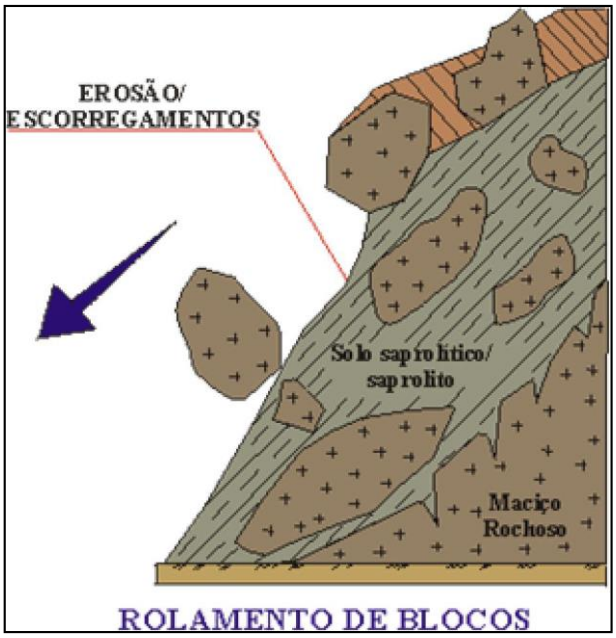


Figura 48: O desprendimento por ROLAMENTO DE BLOCOS, consiste em movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, o que geralmente ocorrer pela perda de apoio.

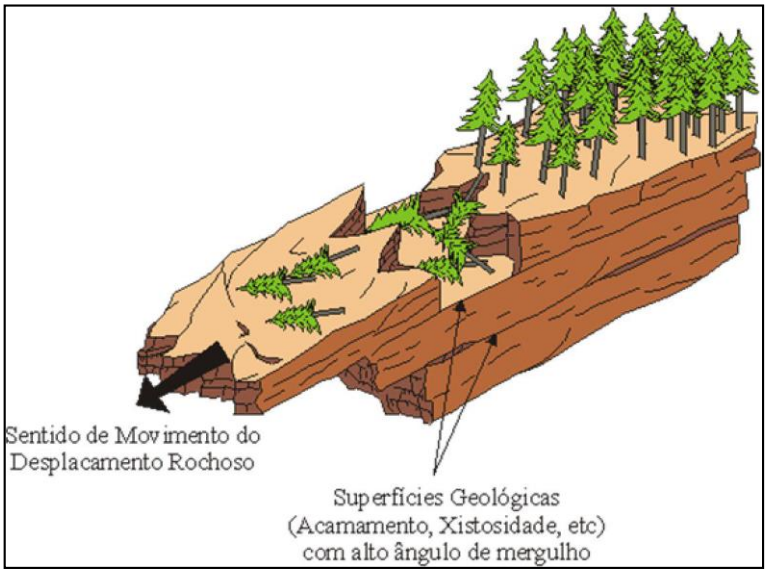


Figura 49: O desprendimento por DESPLACAMENTO, consiste em movimento em queda livre ou por deslizamento de blocos rochosos, ao longo de superfícies estruturais (xistosidade, acamamento), que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão.

2 - Escorregamentos: Escorregamentos são movimentos rápidos, de curta duração e de massas de terreno geralmente bem definida quanto ao seu volume cujo centro de gravidade se desloca para baixo do talude. A diferença entre rastejamento é a velocidade, rastejos são movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites indefinidos.

Podem envolver grandes massas de solo, como por exemplo, os taludes de uma região inteira, sem que haja, na área interessada diferenciação entre o material em movimento e o

material estacionário. A movimentação é provocada pela ação da gravidade intervindo, porém, os efeitos devidos a variações de temperatura e umidade.

A velocidade máxima do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno os movimentos mais bruscos ocorrem em terrenos relativamente homogêneos que combinam coesão com atrito interno elevado e nos qual a superfície de escorregamento é mais inclinada. O decréscimo da resistência ao cisalhamento produzido pelo movimento inicial varia entre mais ou menos 20% para areias pouco soltas e argilas de pequena sensibilidade atingindo até 90% para areias saturadas muito soltas e argilas moles de grande sensibilidade, o que implica movimentos muito rápidos para estes últimos materiais. Os movimentos de massa em taludes por escorregamento podem ocorrer através de 03 formas distintas, apresentadas a seguir:

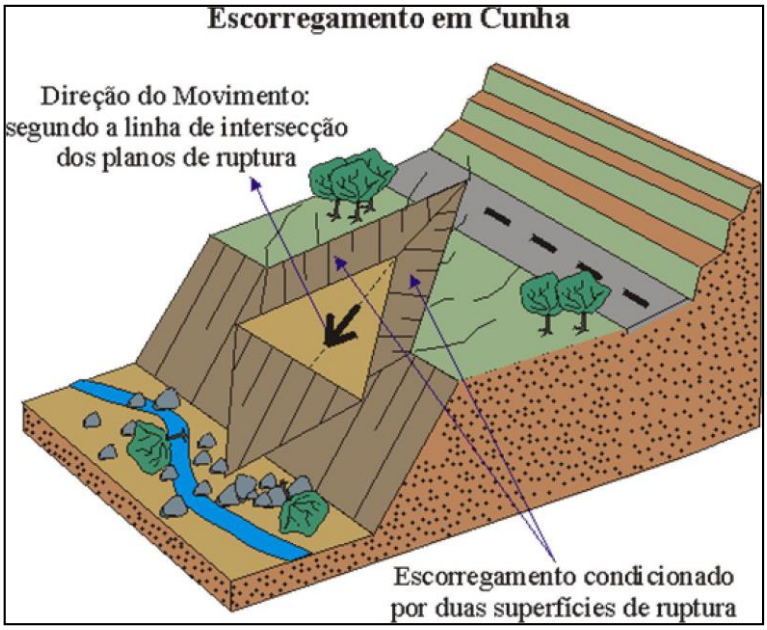


Figura 50: Escorregamento em CUNHA, consiste em movimento ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, que desloca o material em forma de prisma. São comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

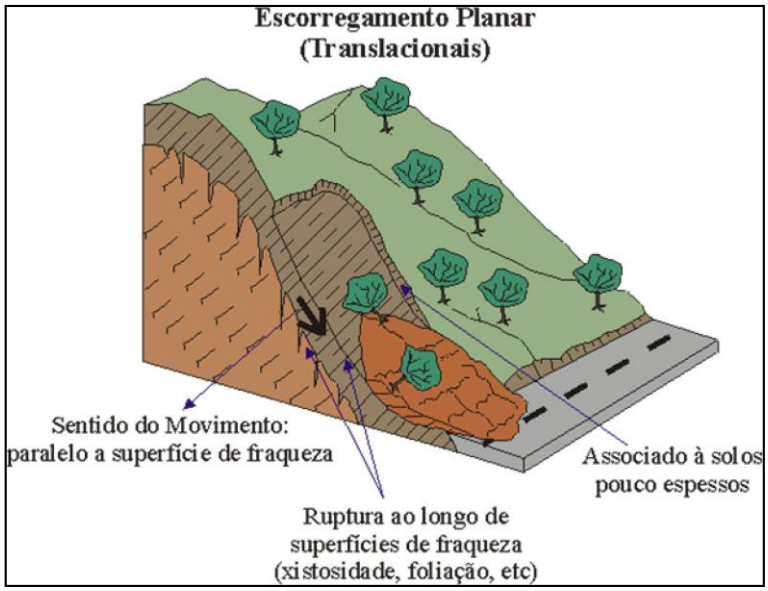


Figura 51: Escorregamento PLANAR ou TRANSLACIONAL, ocorre geralmente em maciços rochosos onde o movimento é condicionado por estruturas planares (xistosidade, fraturamento, foliação, etc). O sentido do movimento é paralelo ao plano de ruptura, sendo que o ponto de ruptura geralmente ocorre no contato com a rocha subjacente.

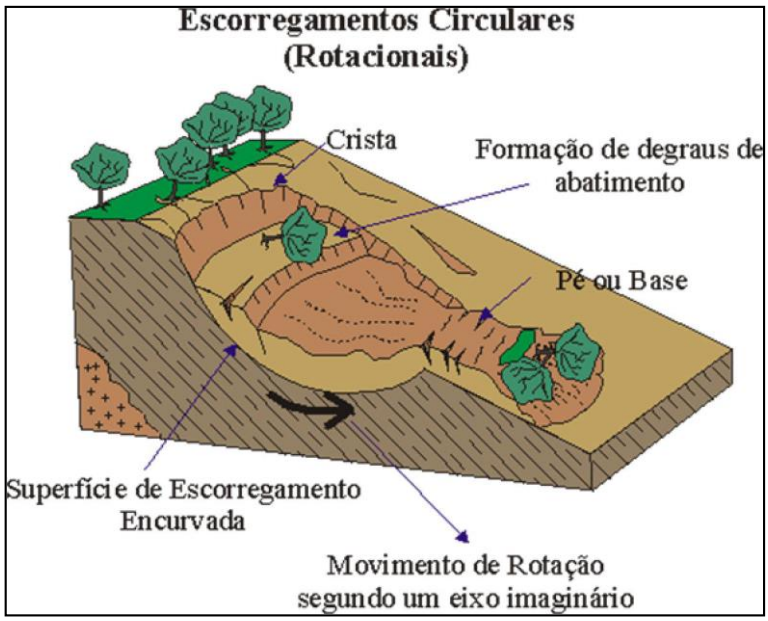


Figura 52: Escorregamento CIRCULAR ou ROTACIONAL, apresenta superfície de deslizamento encurvada, correspondendo a movimento rotacional, segundo um eixo. Ocorre geralmente em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas.

3 - Rastejo: Consiste em movimento descendente, lento e contínuo de massa de solo de um talude, caracterizando uma deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas. Ocorrem geralmente em horizontes superficiais de solo/rocha, como também em rochas alteradas e fraturadas.

A ocorrência de rastejo pode ser identificada através da observação de indícios indiretos, tais como: encurvamento de árvores, postes e cercas, fraturamento da superfície do solo e de

pavimentos, além do “embarriga mento” de muros de arrimo. Os rastejos são bons indicadores da ocorrência eminente de escorregamentos.

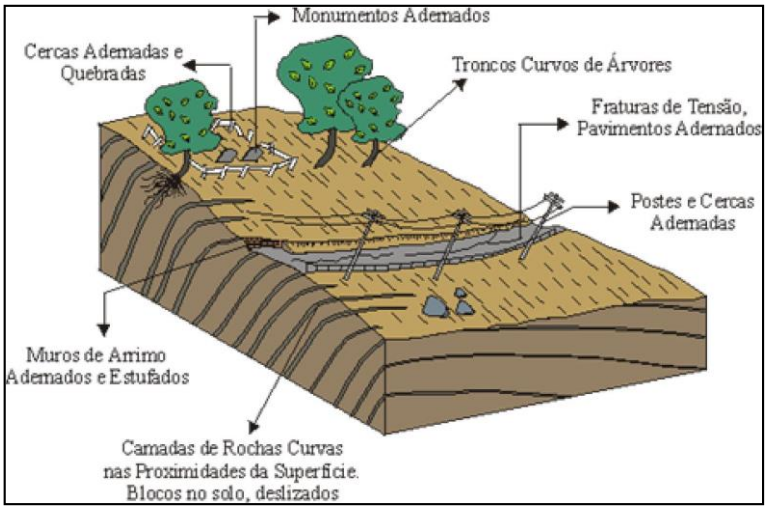


Figura 53: Exemplo de movimentação do tipo rastejo.

Suscetibilidade de erosão na ADA

Segundo o mapa hipsométrico do estado do Paraná a região do empreendimento não apresenta grandes declividades, ainda assim, deve-se considerar as peculiaridades de cada local, principalmente levando em consideração que para implantação do empreendimento serão efetuados cortes, escavações e detonações.

Conforme foi observado em vistoriais realizadas na área de implantação da CGH as áreas com maior risco de ocorrência de processos de dinâmica superficial é em metade do trecho do canal adutor, conduto forçado e casa de força, pois se tratam de áreas mais íngrimes, com a presença do solo em formação e cobertura vegetal, sendo que a remoção parcial desta última poderá desagregar o solo, deixando-o susceptível a fenômenos de movimentação de massas, especialmente escorregamento. Além do mais, devido a declivididade e movimentações de solo também deverá se ter atenção com os açudes localizados próximos das obras.

No local de construção do barramento e percurso inicial do canal adutor, apesar de também conter formação vegetal, o terreno é menos íngreme, portanto, se espera a redução de riscos de erosão nesse trecho. Recomenda-se o monitoramento durante as fases de implantação e operação ao longo de todo empreendimento, bem como aplicação de um projeto de recuperação de áreas degradadas compatível ao material encontrado.

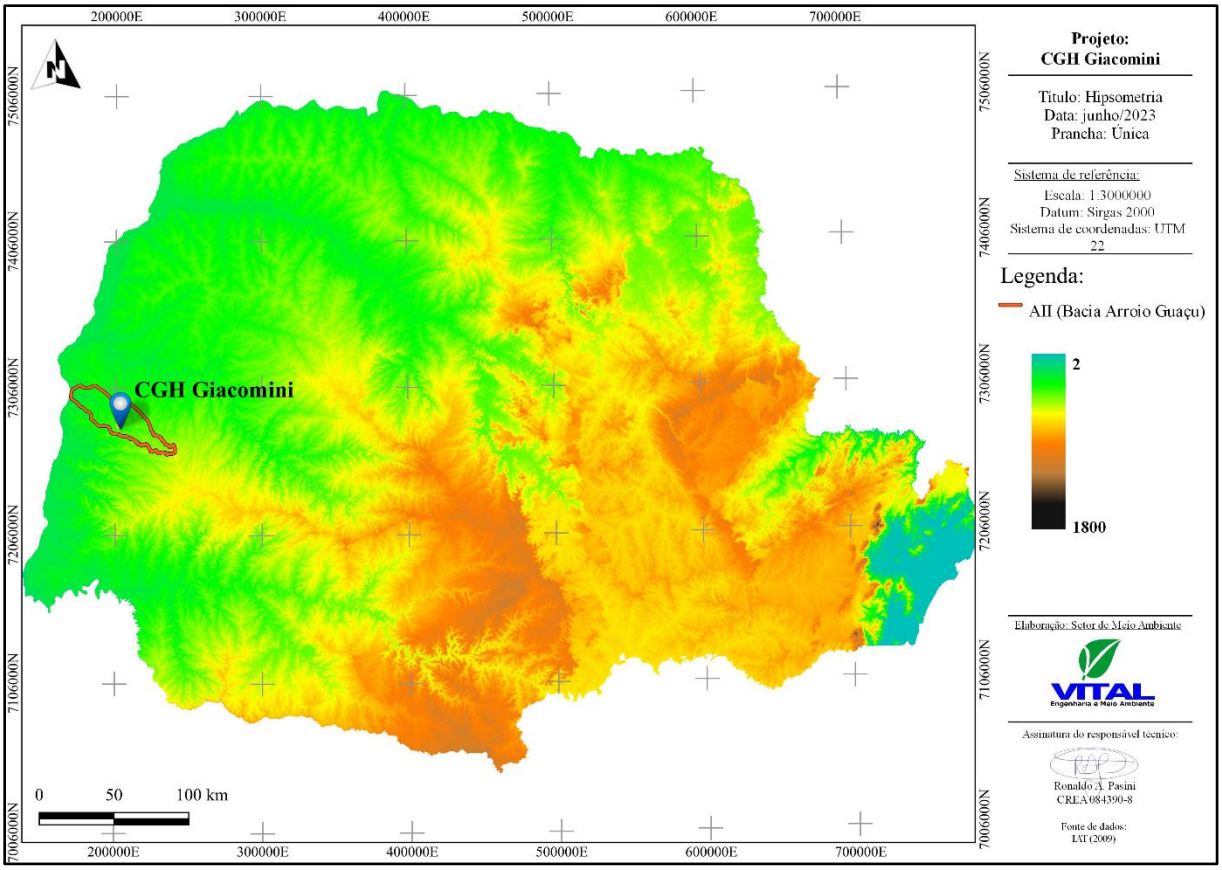


Figura 54: Mapa hipsométrico do Paraná com localização da CGH Giacomini.



Figura 55: Declividade nas proximidades da implantação da casa de força.

8.3.2.1.6 Recursos minerais existentes

Foi realizado levantamento de processos minerários existentes na área de influência do empreendimento, os dados foram obtidos na forma de arquivo *shapefile*, baixado pelo Sistema de Informações Geográficas de Mineração (SIGMINE) do site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Foram identificados três registros de processos minerários na ADA e AID da CGH Giacomini (

Tabela 23). O processo minerário para extração de basalto se trata de uma pedreira com lavra a céu aberto que já possui concessão de lavra a alguns anos, essa pedreira está localizada na margem oposta do empreendimento, portanto não devem ser visualizados impactos relacionados com a mesma, apenas deverá se manter contato com os responsáveis pela pedreira para informações relacionadas aos horários de detonação e necessidade de evacuação dos trabalhadores do local.

A área localizada na ADA se trata de um processo de autorização de pesquisa datado de 2019 para a extração de areia a ser utilizada na construção civil. Esse processo está sendo realizado por terceiros e não pelos proprietários das áreas, portanto depende automaticamente da anuência dos mesmos. Pela produção de energia elétrica tratar-se igualmente de um produto de utilidade pública o empreendimento que se concretizar primeiro seguindo todos os procedimentos legais, terá direito a utilização da área.

Tabela 23: Recursos minerais identificados.

PROCESSO	SUBSTÂNCIA	ÁREA (HA)	FASE	USO
826287/2019	Areia	23,39	Autorização de Pesquisa	Construção civil
826191/2010	Basalto	50,00	Concessão de lavra	Brita
826761/2010	Basalto	46,63	Concessão de lavra	Brita

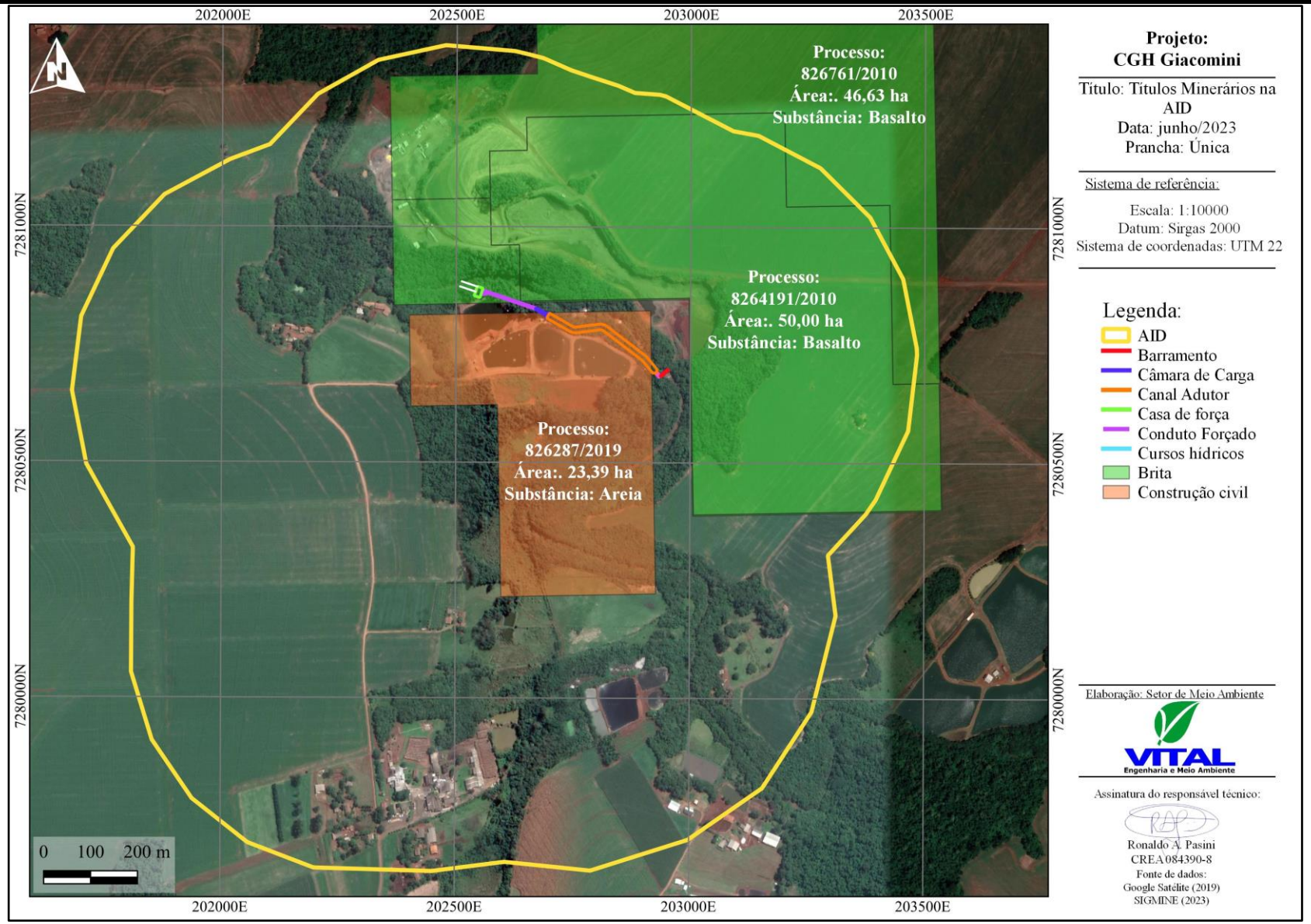


Figura 56: Mapa de recursos minerais na região do empreendimento.

8.3.2.2 Espeleologia

Dentre os três estados do sul do Brasil o Paraná se destaca com o maior número de cavernas, com um total de 421 cavidades registradas até o momento. Foi realizada busca de dados no sistema CANIE (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas), segundo os dados atualizados para o ano de 2021, não são encontradas cavernas cadastradas na região do empreendimento. A caverna mais próxima que está registrada situa-se no município de Palmital, cerca de 230 km do empreendimento, a maior parte das cavernas do estado do Paraná estão localizadas na porção leste do estado, nas proximidades de Curitiba e também na região da APA da Escarpa Devoniana. Conclui-se que o potencial espeleológico na ADA é nulo, pois não foram visualizadas rochas naturais capazes de formar galerias, salões ou cavidades.

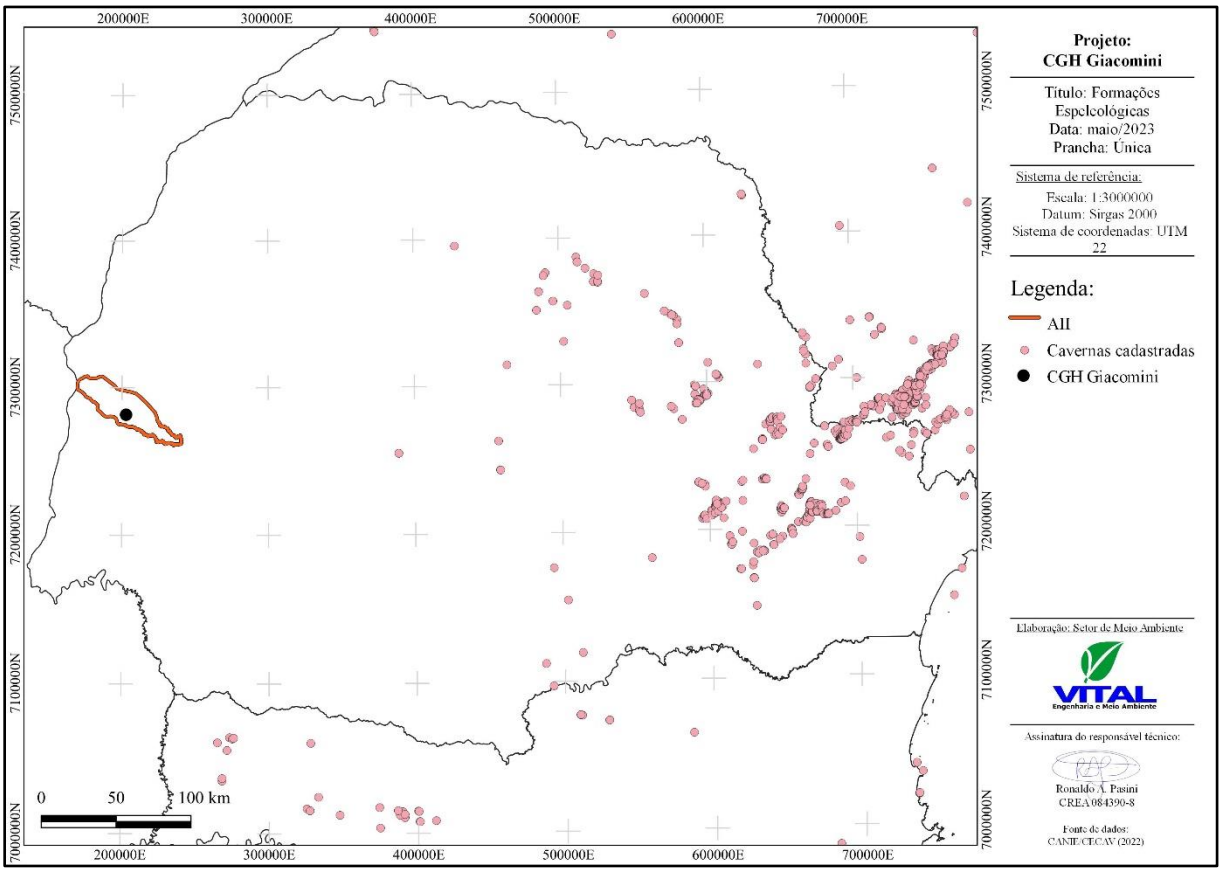


Figura 57: Mapa de cavernas registradas no estado do Paraná.
Fonte: CANIE, 2022.

8.3.2.3 Pedologia

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) é um sistema multicategórico, descendente e de abrangência nacional, aberto a atualizações e inserções e hierarquizado em seis diferentes níveis categóricos inseridos na Chave do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Compreende 13 classes de l° nível (Ordens) e cerca de 625 classes no 4º nível

(Subgrupos). No 1º nível apresentam as seguintes nomenclaturas: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

O desenvolvimento do sistema tem sido, desde a sua retomada em 1995 até sua publicação, o resultado do trabalho conjunto de estudiosos da classificação de solos que atuam em diversas instituições de pesquisa e universidades. A coordenação deste trabalho coube à Embrapa Solos, que teve, também, o papel de articulador das ações necessárias para viabilizar a consecução dos objetivos do projeto. A tipologia do solo incidente sobre uma determinada área está intimamente ligada a sua capacidade de uso, também denominada de aptidão agrícola, que exprime a potencialidade destes solos produzirem, em face de suas características de relevo, fertilidade natural, pedregosidade, entre outros.

Para o presente estudo foi realizada o enquadramento dos solos quanto a sua classificação natural e para a aptidão agrícola destes. Para a classificação natural considerou-se o Novo Mapa de Solos do Brasil, publicado em dezembro de 2011 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. A nomenclatura foi baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A classificação atingiu o 3º nível: Ordem – Subordem – Grande Grupo.

8.3.2.3.1 Classificação Pedológica

Os trabalhos relacionados à identificação e classificação dos solos quanto a pedologia tiveram como base o Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 2011), atingindo nível de associações de Grandes Grupos. Este mapa ainda traz as categorizações de associações de grandes grupos em uma mesma área, os quais foram mantidos apenas para demonstrar a possibilidade de ocorrência destes em algumas manchas não identificadas em campo.

Também foram realizadas expedições de campo visando a comparação do mapa ora consultado com a situação *in loco*, através da identificação dos horizontes diagnóstico, bem como a aplicabilidade da conversão das características pedogenéticas à aptidão agrícola. Segundo o Mapa de Solos do Paraná fornecido pela EMBRAPA/EMATER (2008) a área diretamente afetada do empreendimento é composta em sua totalidade por NITOSSOLO VERMELHO EUTROFÉRRICO. Enquanto isso, na AID e AII, são encontrados outros dois tipos de solo, o Latossolo Vermelho Eutroférrico e Distroférrico.

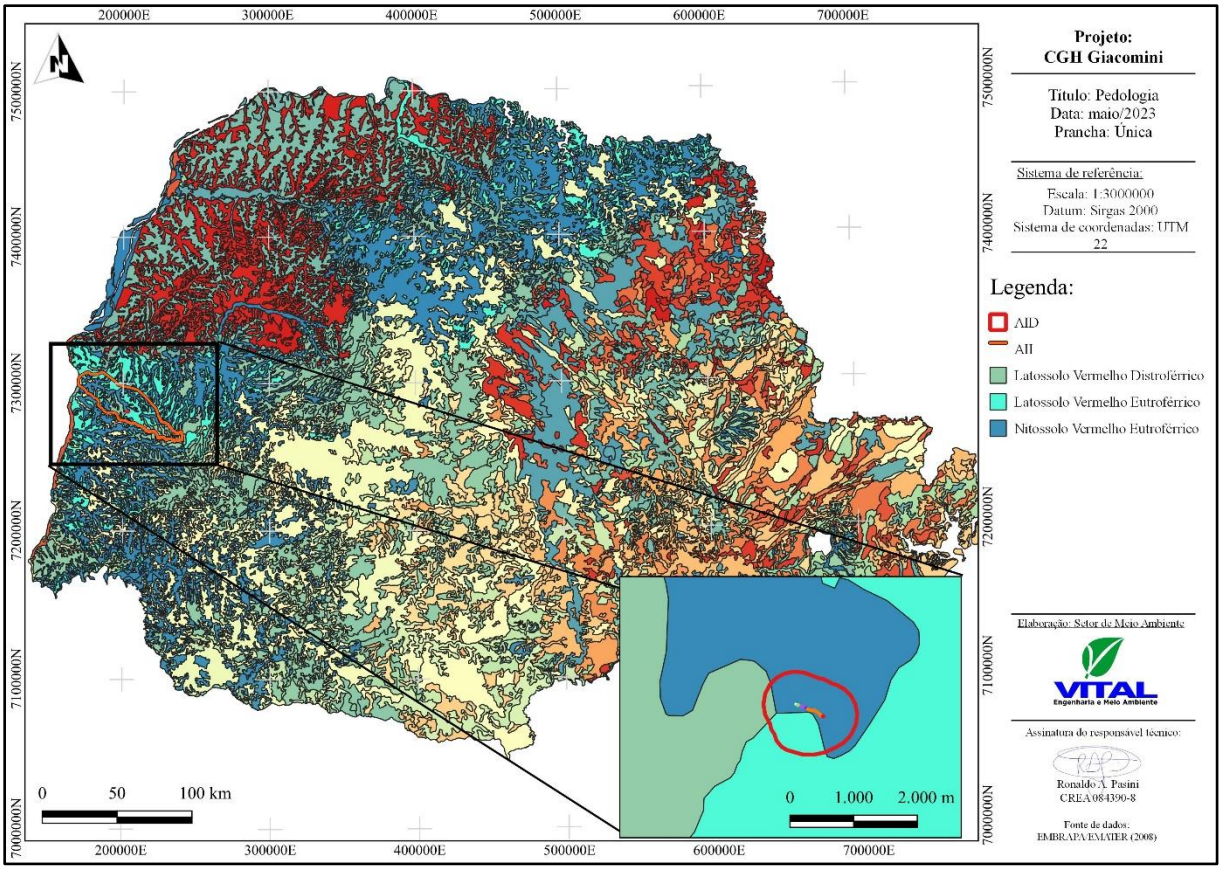


Figura 58: Mapa de pedologia.

8.3.2.3.2 Caracterização dos perfis de solos identificados

Os Nitossolos Vermelhos encontrados em toda a ADA e maior parte da AID são solos de cores vermelhas e vermelho-escuras, derivados de rochas basálticas e ultrabásicas, com diferenciação de horizonte pouco notável, apresentam grau de erosão elevado devido aos relevos acidentados a que estão associados, são aptos aos usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas (HUMBERTO et al., 2021). Os nitossolos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SIBCS como: Alíticos, Alumínicos, Distroférricos, Distróficos, Eutroférricos e Eutróficos. Para a região do empreendimento esse solo foi classificado como Eutroférrico, são solos de alta fertilidade e altos teores de ferro nos horizontes superficiais.



Figura 59: Nitossolos vermelhos visualizados na ADA.

Avaliando as duas regiões de maior impacto pela implantação da CGH Giacomini, nota-se que o solo se comporta de forma semelhante, com presença de solo sobre a rocha, com uma camada espessa de nitossolo vermelho e a presença de alguns afloramentos de rocha em meio a vegetação, nas proximidades do Arroio Guaçu.

Por tratarem-se de áreas planas a levemente onduladas, bem como as escavações transpassarem os perfis de solo, avançando sobre a rocha, não se espera que ocorram problemas de ordem geológica e pedológica para a implantação do empreendimento. A principal área com risco de deslizamento é o ponto do conduto forçado e casa de força, pois se tratam de áreas mais íngremes e com presença de vegetação nativa que deverá ser removida, as demais áreas também apresentam vegetação nativa mas são menos declivosas, portanto espera-se apenas processos erosivos naturais de solo exposto, os quais deverão ser objeto de forração tão logo sejam findados os cortes e aterros sobre os mesmos.

8.3.3 Recursos Hídricos

8.3.3.1 Águas Superficiais

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados dos estudos hidrológicos do Arroio Guaçu no ponto do empreendimento, os estudos são relacionados com a bacia hidrográfica, bacia de drenagem, análises fluviométricas, bem como análise qualitativa do rio atingido. Os estudos de vazões foram embasados no Projeto Básico (2022) elaborado pelo Engenheiro André Luiz Brunel Zaffari de acordo com as diretrizes da Eletrobrás (2000).

8.3.3.1.1 Caracterização da bacia e da microbacia hidrográfica

O Arroio Guaçu situa-se na região oeste do Paraná e pertence a bacia hidrográfica do Rio Paraná 3. A Bacia do Rio Paraná 3 possui uma área total de 8000 km² e abrange 28

municípios, a região da bacia do Paraná é intensamente explorada por agricultura intensiva mecanizada, mas com diferentes níveis de ocupação em função de condições de relevo e características locais (FEIDEN et al., 2014). O Arroio Guaçu nasce no município de Toledo/PR e tem sua foz localizada a cerca de 90 km do ponto do empreendimento, desaguando no Rio Paraná.

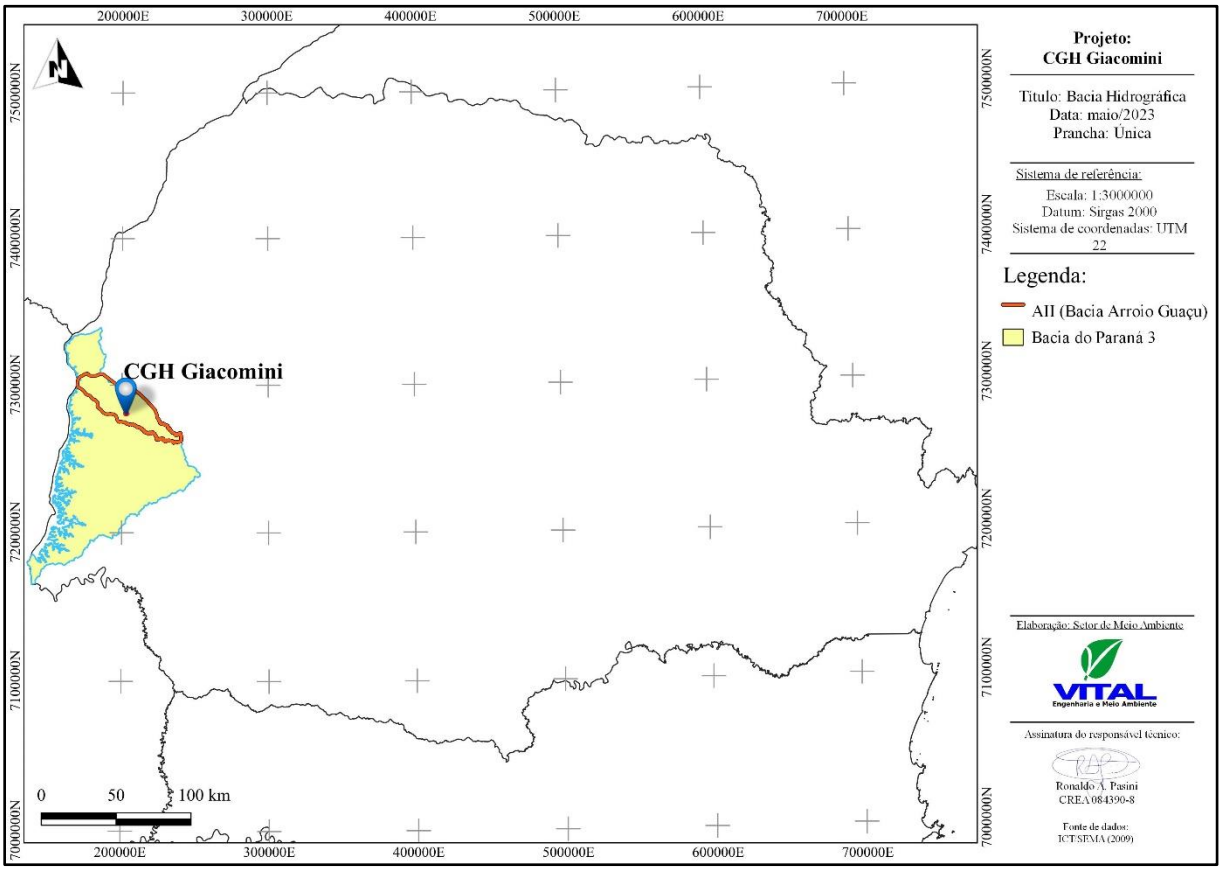


Figura 60: Mapa geral bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 e do Arroio Guaçu.

Área de drenagem e perímetro da CGH Giacomini

Vários aspectos fisiográficos da bacia, tais como área, perímetro, forma, densidade de drenagem, declividade do rio, tempo de concentração, cobertura vegetal, uso, ocupação e relevo, auxiliam na interpretação dos resultados dos estudos hidrológicos e permitem estabelecer relações e comparações com outras bacias conhecidas. Esses aspectos têm influência direta no comportamento hidrometeorológico da bacia em estudo e, consequentemente, no regime fluvial e sedimentológico do curso d'água principal.

A comparação dessas características e relações é um importante subsídio para a definição de "regiões hidrologicamente homogêneas", conceito de caráter um tanto subjetivo e que também depende da experiência do profissional em hidrologia. Foram elencadas como

principais características fisiográficas da bacia a área de drenagem, perímetro, forma da bacia, densidade de drenagem, declividade do rio e tempo de concentração.

A bacia hidrográfica do empreendimento foi obtida através de dados de elevação do *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM. A Missão de Topografia do Radar de Transporte (SRTM) é um projeto conjunto entre a Agência Nacional de Inteligência Geoespacial (NGA) e a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA). O objetivo deste projeto é produzir dados topográficos digitais para 80% da superfície terrestre (todas as áreas entre 60º norte e 56 ° latitude sul), com pontos de dados localizados a cada 1 arco-segundo (aproximadamente 30 metros) em uma grade de latitude / longitude. A precisão vertical absoluta dos dados de elevação será de 16 metros (com 90% de confiança).

Tabela 24: Parâmetros físicos da bacia do empreendimento.

Perímetro da bacia (km)	**176,00**
Área de drenagem (km²)	345,00
Comprimento do principal curso d'água (km)	49,00
Comprimento de todos os cursos d'água da bacia (km)	273,00
Cota NA do lago (m)	138,00

Tabela 25: Caracterização fisiográfica da bacia do empreendimento.

Coeficiente de compacidade	**2,65**
Fator de forma	0,14
Densidade de drenagem	0,79
Declividade do Rio (m/km)	2,81
Tempo de concentração (horas)	12,77

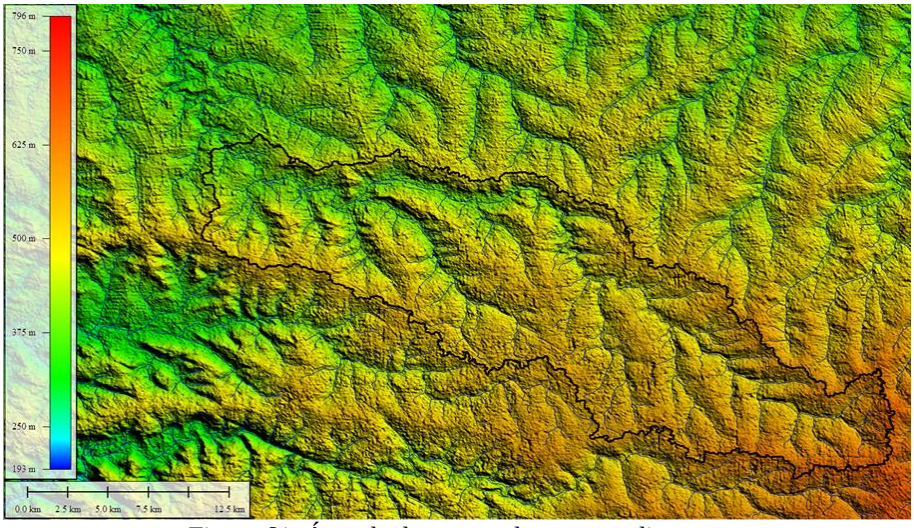


Figura 61: Área de drenagem do empreendimento.
Fonte: Projeto Básico (2022).

Fluviologia

A fluviologia é a ciência que estuda o comportamento dos rios. Neste caso, referem-se as alterações do nível da água e vazão do curso d'água em estudo. Estes estudos foram desenvolvidos com base em informações obtidas junto à Agência Nacional de Águas (ANA) ou nas páginas eletrônicas mantidas pela mesma (HIDROWEB e Portal SNIRH). Avaliaram-se os postos fluviométricos existentes na região do empreendimento, conforme figura abaixo.

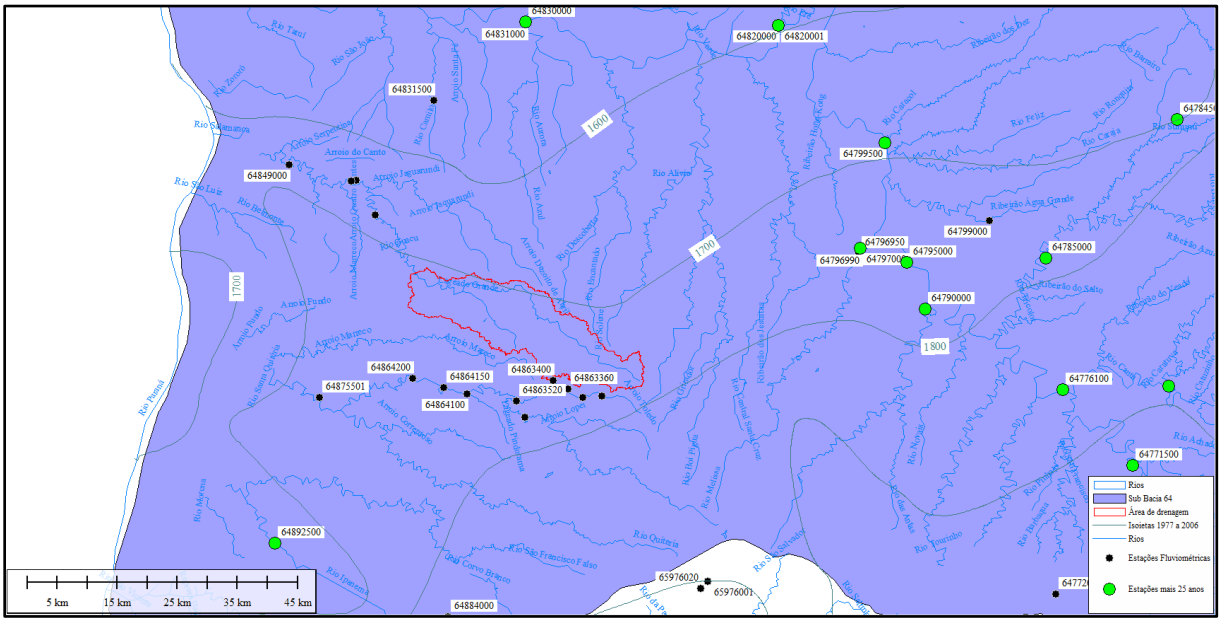


Figura 62: Estações fluviométricas na região do empreendimento.
Fonte: Projeto Básico, 2022.

Os requisitos básicos para a seleção das estações foram:

- Localização;
- Proximidade da bacia em estudo;
- Período de dados disponíveis;
- Área de drenagem compatível com a região observada;
- Características topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, térmicas e cobertura superficial;
- Qualidade dos dados;

O posto localizado no Rio São Francisco Verdadeiro possui apenas 15 anos de registros. O mesmo periodo e outros foram regstrados no posto do Rio São Francisco Falso, totalizando 25 anos. O posto UHE Itaipu São Francisco Falso, código 64892500, iniciou sua operação em abril de 1989 e segue ativo, sendo selecionado como base.

A seguir apresenta-se as características principais deste posto fluviométrico, bem como demais postos selecionados para complementar os registros faltantes.

Tabela 26: Informações da estação base.

Código	64875500	64892500	64790000
Nome Estação	SÃO FRANCISCO VERDADEIRO	UHE ITAIPU SÃO FRANCISCO FALSO	SALTO SAPUCAÍ
Bacia	6 - RIO PARANÁ	6 - RIO PARANÁ	6 - RIO PARANÁ
Sub-Bacia	64 - RIOS PARANÁ,PARANAPANEMA E OUTROS	64 - RIOS PARANÁ,PARANAPANEMA E OUTROS	64 - RIOS PARANÁ,PARANAPANEMA E OUTROS
Rio	RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO	RIO SÃO FRANCISCO FALSO	RIO SAPUCAIA
Estado	PARANÁ	PARANÁ	PARANÁ
Município	SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS	DIAMANTE D'OESTE	ANAHY
Responsável	ITAIPU	ITAIPU	ANA
Operadora	ITAIPU	ITAIPU	IAT-PR
Latitude	-24,75	-24,96	-246.278
Longitude	-54.095	-54.175	-53,1
Altitude (m)	235	230	730
Área de Drenagem (Km^2)	1406	568	692

Fonte: ANA, 2021.

Análise de Consistência

Em análise aos dados de vazões, verificou-se que a Estação São Francisco Falso possui registros brutos, porém com medições de descarga líquida durante seu período de operação. Sendo assim, estudou-se a curva chave deste posto e recalculou-se as vazões médias diárias, de acordo com os registros de cotas médias diárias. A metodologia utilizada para estabelecer a curva-chave foi baseada nas diretrizes da ANA, que destaca o método logarítimico. Analisou-se o comportamento dos rios através de sazonalidade de vazões médias mensais históricas admensionais e correlação de vazões médias mensais, onde confirmou-se a similaridade de escoamento.

O Rio Sapucaia possui escoamento muito similar ao do rio Sao francisco Verdadeiro, por este motivo, os dados do posto Salto Sapucaí foi utilizado para prencher falhas no posto base, através da equação de correlação.

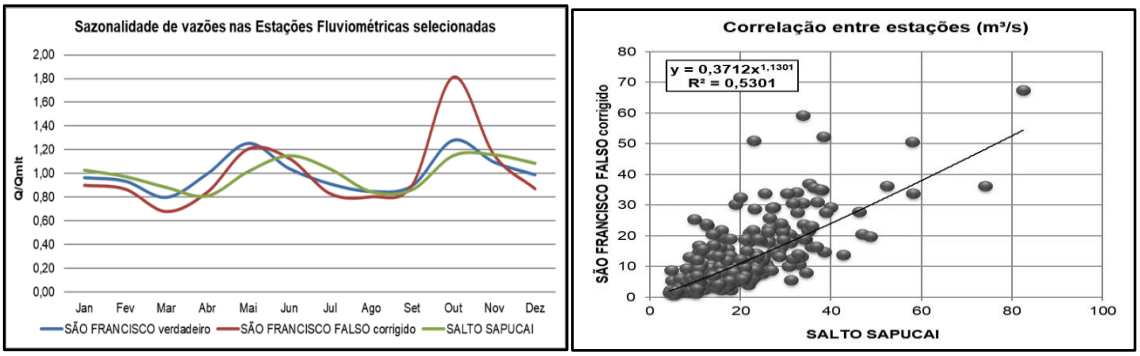


Figura 63: Sazonalidade de vazões adimensionais e correlação de vazões médias dos postos selecionados.
Fonte: Projeto básico, 2022.

Vazões médias mensais

De acordo com a ELETROBRAS (2000), deve ser estabelecida para o local do aproveitamento uma série de vazões médias mensais derivada de uma série histórica de um posto localizado no mesmo curso d'água ou na mesma bacia, por correlação direta entre áreas de drenagem, limitada à diferença entre áreas de 3 a 4 vezes. A equação de correlação é definida por:

$$Q1 = A1/A2.Q2$$

Onde:

A1 = área de drenagem do local do aproveitamento, em km²;

A2 = área de drenagem do posto existente, em km²;

Q1 = vazão do local do aproveitamento, em m³/s;

Q2 = vazão do posto existente, em m³/s.

As séries históricas deverão possuir pelo menos 25 anos de registro, compreendendo, se possível, o período crítico do Sistema Interligado Brasileiro. Caso a diferença entre áreas seja superior a 4 vezes, recomenda-se a elaboração de um estudo de regionalização, que consiste em, a partir de valores estimados de vazões para locais onde existam dados, determinar as curvas de regressão dessas variáveis, relacionadas com as respectivas áreas de drenagem. As curvas encontradas são definidas por expressão do tipo:

$$qt=a.(A)^{b}$$

Onde:

a e b = coeficientes;

qt = vazão específica, em l/s.km2;

A = área de drenagem de cada local/posto, em km².

A análise da qualidade do ajuste da correlação calculada se dará pela avaliação do coeficiente de determinação, r². Este coeficiente indica o grau de ajuste entre a variável

dependente, vazão, com a independente, área de drenagem. Quanto mais próximo for o valor de r^2 da unidade, melhor será o grau de ajustamento dos pontos à curva definida.

Como explanado anteriormente, nos limites da bacia hidrográfica do empreendimento não existe estação fluviométrica instalada e no rio principal existe apenas um posto com apenas 15 anos de registros, por este motivo selecionou-se a estação São Francisco Falso, que se encontra instalada no Rio São Francisco Falso com 25 anos de registros, e utilizou-se a metodologia de transposição direta. A seguir apresenta-se a série de vazões médias mensais da estação base e do empreendimento.

Tabela 27: Vazões médias mensais da estação base.

Estação	**SÃO FRANCISCO FALSO corrigido**		**Área (km²)**		**568**	**Código**		**64892500**		**Vazão Específica (l/s/km²)**		**21,92**	
SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1989	4,64	12,51	9,62	4,13	5,37	5,95	7,81	22,63	37,00	20,57	7,49	4,27	11,83
1990	19,17	5,51	3,43	14,35	23,28	20,83	13,22	29,39	29,23	30,55	16,42	7,58	17,75
1991	13,57	8,02	2,84	3,85	4,57	19,72	6,62	3,76	2,84	11,71	4,04	25,80	8,95
1992	5,76	4,03	9,53	19,22	59,17	27,61	23,67	21,54	13,81	14,75	10,64	10,01	18,31
1993	6,01	4,36	2,47	2,41	20,45	21,18	15,74	7,79	9,17	27,76	8,74	7,13	11,10
1994	4,75	16,42	5,82	7,21	12,81	27,59	16,43	5,65	4,70	10,89	19,94	10,35	11,88
1995	36,16	12,57	9,84	10,66	4,60	3,11	9,66	2,63	4,29	18,67	6,40	4,40	10,25
1996	7,95	11,01	9,60	7,78	4,00	5,18	5,37	2,11	5,29	51,06	16,13	34,97	13,37
1997	13,31	12,54	4,06	2,01	9,64	23,11	9,36	21,86	18,90	35,59	36,30	14,36	16,75
1998	6,91	30,25	35,04	67,50	33,74	11,57	7,10	33,70	20,57	50,53	11,80	7,71	26,37
1999	9,28	16,96	4,92	14,22	9,92	28,66	18,02	5,51	7,14	2,43	1,43	3,37	10,16
2000	2,11	8,56	4,67	3,55	8,60	16,72	19,38	9,40	24,03	18,89	22,38	8,74	12,25
2001	14,79	19,71	7,91	18,84	7,37	10,14	6,00	3,04	3,54	8,79	8,03	11,75	9,99
2002	23,84	10,54	4,86	2,19	34,18	8,90	4,41	3,30	11,85	21,80	17,94	18,94	13,56
2003	9,67	12,36	13,29	6,26	5,44	10,05	7,18	2,80	5,24	25,29	18,95	30,61	12,26
2004	9,20	3,48	1,77	2,18	18,94	13,66	18,40	5,27	3,18	19,07	30,93	6,95	11,09
2005	7,96	2,31	1,26	1,51	14,73	17,72	6,44	3,60	20,50	52,25	13,95	5,90	12,34
2006	7,24	3,07	8,72	9,34	3,36	2,47	1,55	1,28	6,18	13,13	7,19	7,98	5,96
2007	13,15	6,16	5,43	15,05	29,04	8,09	4,82	2,36	1,05	1,29	11,86	4,18	8,54
2008	8,02	4,89	9,38	5,09	7,04	13,43	12,03	21,18	6,34	32,48	33,84	5,96	13,31
2009	5,50	6,39	2,76	2,06	7,14	15,67	18,69	12,25	21,37	25,27	21,86	15,72	12,89
2010	19,29	9,69	10,82	12,88	9,19	4,70	7,66	5,44	2,26	6,52	6,64	9,17	8,69
2011	8,28	16,77	7,52	6,95	4,90	2,93	9,27	13,97	7,70	12,88	15,16	11,27	9,80
2012	4,75	4,78	4,23	9,92	8,31	30,40	19,31	7,64	2,76	7,66	6,47	5,84	9,34

Estação	SÃO FRANCISCO FALSO corrigido			Área (km²)		568	Código		64892500	Vazão Específica (l/s/km²)			21,92
SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)													
2013	11,06	13,67	32,96	11,14	8,79	39,42	36,36	12,79	5,49	11,06	8,90	7,72	16,61
2014	9,46	5,17	10,68	15,36	13,44	36,75	20,11	11,21	14,92	17,86	12,66	11,43	14,92
2015	3,30	6,43	12,47	7,23	7,72	6,87	36,83	16,01	6,73	5,58	16,80	31,56	13,13
2016	19,29	29,71	18,11	4,83	11,43	9,47	8,57	14,80	14,31	26,79	13,03	6,90	14,77
2017	3,75	8,25	11,18	19,60	15,70	16,80	7,35	6,51	3,12	13,98	32,47	12,18	12,57
2018	18,81	19,65	19,27	13,43	5,67	4,36	2,81	1,91	11,03	24,76	12,29	4,52	11,54
2019	3,28	2,88	6,78	5,21	20,06	12,09	4,76	2,55	1,61	1,18	1,41	7,10	5,74
Máxima	36,16	30,25	35,04	67,50	59,17	39,42	36,83	33,70	37,00	52,25	36,30	34,97	67,50
Mínima	2,11	2,31	1,26	1,51	3,36	2,47	1,55	1,28	1,05	1,18	1,41	3,37	1,05
Média	10,65	10,60	9,40	10,52	13,83	15,33	12,42	10,13	10,52	20,03	14,58	11,43	12,45
	Salto Sapucaí						Média Histórica do Mês						

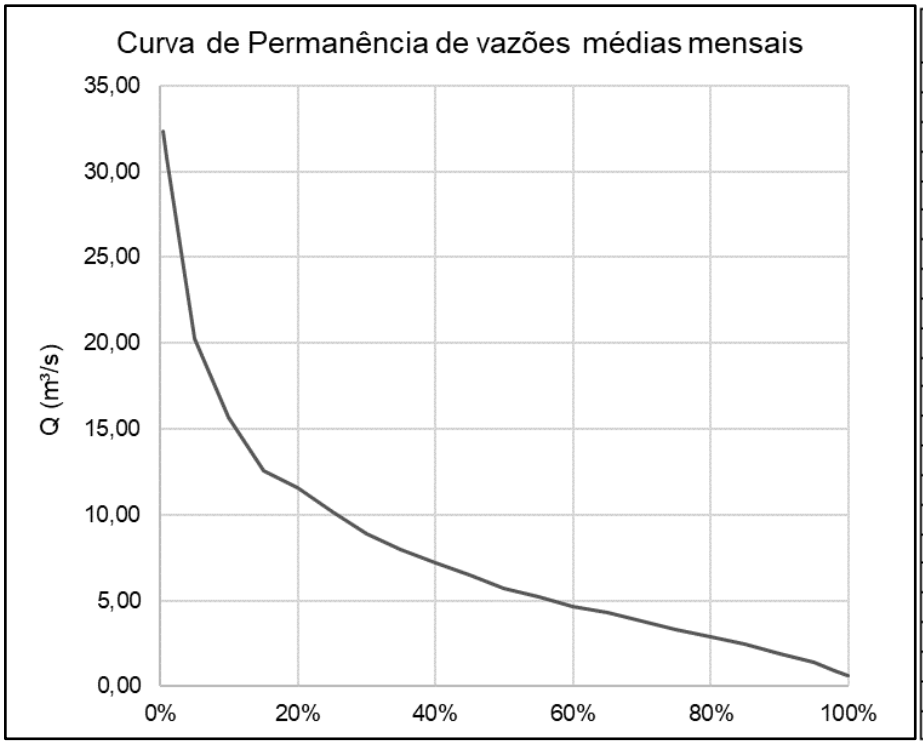
Tabela 28: Vazões médias mensais do empreendimento.

CGH	Giacomini			Área (km²)		345	Vazão Específica (l/s/km²)						21,92
SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1989	2,82	7,60	5,84	2,51	3,26	3,61	4,74	13,75	22,47	12,49	4,55	2,59	7,19
1990	11,64	3,35	2,08	8,72	14,14	12,65	8,03	17,85	17,75	18,56	9,97	4,60	10,78
1991	8,24	4,87	1,73	2,34	2,78	11,98	4,02	2,29	1,73	7,11	2,45	15,67	5,43
1992	3,50	2,44	5,79	11,67	35,94	16,77	14,38	13,08	8,39	8,96	6,46	6,08	11,12
1993	3,65	2,65	1,50	1,46	12,42	12,87	9,56	4,73	5,57	16,86	5,31	4,33	6,74
1994	2,88	9,97	3,53	4,38	7,78	16,76	9,98	3,43	2,85	6,62	12,11	6,29	7,22
1995	21,96	7,64	5,98	6,48	2,80	1,89	5,86	1,60	2,61	11,34	3,89	2,67	6,23
1996	4,83	6,69	5,83	4,73	2,43	3,15	3,26	1,28	3,22	31,01	9,80	21,24	8,12
1997	8,09	7,62	2,47	1,22	5,85	14,04	5,68	13,28	11,48	21,62	22,05	8,72	10,18
1998	4,20	18,38	21,28	41,00	20,50	7,03	4,31	20,47	12,50	30,69	7,17	4,69	16,02
1999	5,63	10,30	2,99	8,63	6,02	17,41	10,95	3,35	4,34	1,48	0,87	2,05	6,17
2000	1,28	5,20	2,84	2,16	5,23	10,15	11,77	5,71	14,60	11,47	13,59	5,31	7,44
2001	8,98	11,97	4,81	11,44	4,48	6,16	3,64	1,85	2,15	5,34	4,88	7,13	6,07
2002	14,48	6,40	2,95	1,33	20,76	5,40	2,68	2,01	7,20	13,24	10,90	11,51	8,24
2003	5,87	7,51	8,07	3,80	3,30	6,11	4,36	1,70	3,19	15,36	11,51	18,59	7,45
2004	5,59	2,11	1,07	1,33	11,50	8,29	11,18	3,20	1,93	11,58	18,78	4,22	6,73
2005	4,83	1,40	0,77	0,92	8,94	10,77	3,91	2,18	12,45	31,74	8,47	3,58	7,50
2006	4,40	1,86	5,30	5,67	2,04	1,50	0,94	0,77	3,75	7,97	4,37	4,85	3,62
2007	7,99	3,74	3,30	9,14	17,64	4,92	2,93	1,44	0,64	0,78	7,20	2,54	5,19
2008	4,87	2,97	5,70	3,09	4,28	8,16	7,31	12,87	3,85	19,73	20,55	3,62	8,08

CGH	Giacomini			Área (km²)		345	Vazão Específica (l/s/km²)						21,92
SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)													
2009	3,34	3,88	1,68	1,25	4,34	9,52	11,35	7,44	12,98	15,35	13,28	9,55	7,83
2010	11,71	5,89	6,57	7,82	5,58	2,86	4,65	3,30	1,37	3,96	4,04	5,57	5,28
2011	5,03	10,18	4,57	4,22	2,98	1,78	5,63	8,49	4,68	7,82	9,21	6,85	5,95
2012	2,89	2,90	2,57	6,03	5,05	18,47	11,73	4,64	1,68	4,65	3,93	3,55	5,67
2013	6,72	8,31	20,02	6,76	5,34	23,94	22,09	7,77	3,33	6,71	5,41	4,69	10,09
2014	5,74	3,14	6,49	9,33	8,16	22,32	12,22	6,81	9,06	10,85	7,69	6,94	9,06
2015	2,00	3,90	7,58	4,39	4,69	4,17	22,37	9,73	4,09	3,39	10,20	19,17	7,97
2016	11,72	18,05	11,00	2,93	6,94	5,75	5,20	8,99	8,69	16,27	7,91	4,19	8,97
2017	2,28	5,01	6,79	11,90	9,54	10,20	4,46	3,96	1,89	8,49	19,72	7,40	7,64
2018	11,43	11,94	11,71	8,16	3,44	2,65	1,71	1,16	6,70	15,04	7,47	2,75	7,01
2019	1,99	1,75	4,12	3,17	12,18	7,34	2,89	1,55	0,98	0,72	0,85	4,31	3,49
Máxima	**21,96**	**18,38**	**21,28**	**41,00**	**35,94**	**23,94**	**22,37**	**20,47**	**22,47**	**31,74**	**22,05**	**21,24**	**41,00**
Mínima	**1,28**	**1,40**	**0,77**	**0,92**	**2,04**	**1,50**	**0,94**	**0,77**	**0,64**	**0,72**	**0,85**	**2,05**	**0,64**
Média	**6,47**	**6,44**	**5,71**	**6,39**	**8,40**	**9,31**	**7,54**	**6,15**	**6,39**	**12,17**	**8,86**	**6,94**	**7,56**

Curva de permanência

A curva de permanência relaciona a vazão ou nível d'água de um rio com a sua probabilidade de ocorrerem valores iguais ou superiores. Ela pode ser estabelecida com base em valores diários, semanais ou mensais para todo o período da série histórica disponível, ou ainda, se necessário, para cada mês do ano. Essas curvas permitirão a identificação de valores característicos de níveis ou vazões associadas a diferentes probabilidades de permanência no tempo, importantes para estudos de enchimento de reservatórios, operação da usina e, em alguns casos, para o estudo do desvio do rio e estudos energéticos, dentre outros. Do resultado deste procedimento é elaborada uma curva relacionando a vazão, em m³/s, com o tempo, em %. Desta curva podem ser obtidos os valores de permanência de vazões no tempo. Foram elaboradas as curvas de permanência para a série de vazões mensais da estação base, e transpostos por relação de área de drenagem para o local do aproveitamento.



Frequência (%)	Q (m³/s)
0,5%	32,35
1%	30,78
5%	20,22
10%	15,64
15%	12,55
20%	11,57
25%	10,19
30%	8,88
35%	7,98
40%	7,19
45%	6,46
50%	5,70
55%	5,19
60%	4,66
65%	4,27
70%	3,77
75%	3,30
80%	2,89
85%	2,46
90%	1,89
95%	1,39
98%	0,93
100%	0,64

Figura 64: Curva de permanência das vazões médias mensais.
Fonte: Projeto básico, 2022.

Vazões máximas

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: correlação direta por relação entre área de drenagem ou regionalização. Na eventualidade do aproveitamento se situar no segundo caso, os eventos extremos poderão ser gerados a partir de: regionalização através de valores extremos calculados para bacias circunvizinhas ou utilização de hidrograma sintético do *Soil Conservation Service*.

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 {y1, y2, ..., yn}, que pode ser interpretado como sendo uma amostra de variável aleatória Y, máxima vazão anual.

Assim, o problema será o de determinar o valor de xT tal que P [Y > xT] = , onde xT é a vazão correspondente a um período de retorno em anos (T). Para tanto, é necessário ajustar uma distribuição de probabilidades à amostra {y1, y2, ..., yn}, o que permitirá a definição de xT, para qualquer T.

- Regionalização dos Valores Extremos

Em virtude da escassez de dados no local/bacia de interesse, por vezes, opta-se por adotar uma curva regional que abranja os valores extremos, calculados em bacias circunvizinhas ou em postos situados na mesma bacia, e transferir, a partir dessa curva, os valores de vazões extremas ou de interesse para o local em estudo.

A partir de valores estimados de vazões para locais onde existam dados, determinam-se as curvas de regressão dessas variáveis, relacionadas com as respectivas áreas de drenagem. As curvas encontradas são definidas por expressão do tipo:

$$q_t=a.(A)^b$$

Onde:

a e b = coeficientes;

qt = vazão específica, em l/s.km2;

t = vazão para o tempo de recorrência (T) ou de interesse;

A = área de drenagem de cada local/posto, em km².

A análise da qualidade do ajuste da correlação calculada se dará pela avaliação do coeficiente de determinação, r². Este coeficiente indica o grau de ajuste entre a variável dependente, vazão, com a independente, área de drenagem. Quanto mais próximo for o valor de r² da unidade, melhor será o grau de ajustamento dos pontos à curva definida.

Deve atentar que para as estruturas a serem construídas é importante ter conhecimento de vazões máximas instantâneas, que normalmente ocorrem em horários diferentes dos instantes de leitura da régua. Sendo assim, é importante que as vazões médias diárias sejam majoradas de modo que seja possível estimar os valores de vazão máxima instantânea. Esse cuidado é especialmente importante em bacias pequenas em que os picos de cheia ocorrem em períodos curtos de tempo, muitas vezes inferiores ao intervalo de tempo entre as duas medições diárias.

Diversas equações da literatura fornecem coeficientes de majoração em função da área de drenagem das bacias. Usualmente, utiliza-se a equação desenvolvida por Füller (1914), desenvolvida para bacias do leste americano.

$$Q_{máx}/Q_{md} =1+2,66\times〖AD〗^{(-0,3)}$$

Onde:

Qmáx = vazão de pico em m³/s;

Qmd = vazão média diária, do dia do pico, em m³/s;

AD = área de drenagem em km².

A metodologia utilizada para o local do aproveitamento foi por transposição direta através de relação entre área de drenagem. As vazões para cada Tempo de Retorno da estação base foi obtida pela distribuição Gumbel e é apresentada a seguir.

Tabela 29: Vazões máximas da estação base.

TR (anos)	ESTAÇÃO	SÃO FRANCISCO FALSO CORRIGIDO		
	AD (Km²)	568		
	Q diária (m³/s)	Q diária (l/s/Km²)	Q Instantânea (m³/s)	Q Instantânea (l/s/Km²)
2	152,24	268,03	212,65	374,38
5	196,33	345,65	274,23	482,81
10	225,52	397,04	315,01	554,59
25	262,41	461,98	366,53	645,30
50	289,77	510,15	404,75	712,59
100	316,93	557,97	442,69	779,38
500	379,69	668,47	530,36	933,73
1000	406,68	715,98	568,05	1000,08
5000	469,30	826,23	655,52	1154,08
10000	496,26	873,71	693,18	1220,40

Tabela 30: Vazões máximas do empreendimento.

TR (anos)	EMPREENDIMENTO		Giacomini	
	AD (Km²)		345	
	Q diária (m³/s)	Q diária (l/s/Km²)	Q Instantânea (m³/s)	Q Instantânea (l/s/Km²)
2	92,47	268,03	135,08	391,54
5	119,25	345,65	174,20	504,93
10	136,98	397,04	200,10	580,01
25	159,38	461,98	232,83	674,87
50	176,00	510,15	257,11	745,25
100	192,50	557,97	281,21	815,10
500	230,62	668,47	336,90	976,52
1000	247,01	715,98	360,84	1045,92
5000	285,05	826,23	416,41	1206,98
10000	301,43	873,71	440,33	1276,33

Vazões mínimas

A avaliação das vazões mínimas é necessária, tendo em vista a utilização desses valores nos estudos relacionados ao enchimento, a operação dos reservatórios e a definição de descargas a jusante, com a finalidade de atender os usos múltiplos da água e as necessidades ambientais (ELETROBRÁS, 2007).

Dentro de uma série histórica de vazões, os menores valores da série, ou as vazões que não atendem às necessidades das demandas são ditas vazões mínimas. A vazão mínima pode ser caracterizada por dois fatores: quantidade de água e a duração.

O importante na análise de vazões mínimas é entender que quem comanda o escoamento durante a estiagem é o aquífero no qual a bacia está assentada. Em bacias em que a geologia promove a regularização das vazões quando há estiagem, observa-se uma menor variação das vazões mínimas, sendo verificado um patamar inferior nos dados. No caso da área de estudo, há uma regularização natural promovida pela condição geológica da região.

Para a determinação das vazões mínimas para os empreendimentos, foi utilizado o mesmo método utilizado para gerar os dados de vazões médias e máximas. Foram obtidos os seguintes valores de referência de vazões mínimas: $Q_{7,10}$, 10% Qmlt, 80% M.M.M., Q90%, Q95%.

A vazão $Q_{7,10}$ representa a menor média em sete dias consecutivos com tempo de recorrência de 10 anos. O método para o cálculo da $Q_{7,10}$ é realizado de acordo com as seguintes etapas:

1) Calculam-se as médias móveis de 7 dias para toda a série de vazões diárias;

2) Ordenam-se as médias móveis de cada ano;

3) Calcula-se a Q7 para todos os anos de registro do histórico considerado, selecionando-se a média mínima de cada ano;

4) Aplica-se uma distribuição estatística de vazões mínimas tais como as distribuições de Gumbel e Weibull que são as mais comuns, e determina-se o valor da Q_7 com tempo de retorno de 10 anos (Q7,10).

Primeiramente foi realizada a determinação da vazão $Q_{7,10}$ da estação e em seguida os dados foram transpostos para o local do aproveitamento através de correlação direta.

Tabela 31: Distribuição de Weibull para vazões mínimas.

m	Q7 (Ordem crescente) (m^3/s)	p (probabilidade (%))	TR (anos)	X_T
1	0,61	3,8%	26,00	0,37
2	0,63	7,7%	13,00	0,53
3	0,73	11,5%	8,67	0,66

m	Q7 (Ordem crescente) (m³/s)	p (probabilidade (%))	TR (anos)	X_T
4	0,73	15,4%	6,50	0,77
5	0,84	19,2%	5,20	0,87
6	1,00	23,1%	4,33	0,96
7	1,05	26,9%	3,71	1,05
8	1,16	30,8%	3,25	1,14
9	1,18	34,6%	2,89	1,23
10	1,28	38,5%	2,60	1,31
11	1,44	42,3%	2,36	1,40
12	1,51	46,2%	2,17	1,48
13	1,51	50,0%	2,00	1,57
14	1,63	53,8%	1,86	1,66
15	1,64	57,7%	1,73	1,75
16	1,66	61,5%	1,63	1,85
17	1,78	65,4%	1,53	1,95
18	1,91	69,2%	1,44	2,05
19	2,17	73,1%	1,37	2,17
20	2,23	76,9%	1,30	2,29
21	2,28	80,8%	1,24	2,43
22	2,28	84,6%	1,18	2,59
23	3,00	88,5%	1,13	2,79
24	3,00	92,3%	1,08	3,04
25	4,61	96,2%	1,04	3,43

Tabela 32: Vazões mínimas do empreendimento.

Critério	Vazão (m³/s)
Q7,10	0,37
50% Q7,10	0,19
10% Qmlt	0,75
Q98	0,93
50%Q98	0,46
Q95 (Vazões diárias)	1,01
50%Q95 (Vazões diárias)	0,50

Vazões remanescentes

O Manual de Outorgas do Instituto de Água e Terra (antiga SUDERHSA), determina o critério de 50% da Q7,10, para descarga a jusante do barramento. Porém apartir do ano de 2022, após longa crise hídrica, está considerando-se o critério de 50% Q95 obtido da permanência das

vazões diáras. **O que corresponde à vazão de 0,50 m³/s no local do empreendimento**. Para garantir a passagem da vazão sanitária a jusante do barramento, foram projetadas tubulações em meio ao vertedouro. O dimensionamento é baseado em um orifício, através da equação a seguir.

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2gh}$$

Tabela 33: Dimensionamento do dispositivo de vazão sanitária.

DADOS DE PROJETO		
NAM	0,80	m
Coluna de água no centro da tubulação	364,50	m
Cota centro da tubulação	0,20	m
Diâmetro da tubulação (r1)	5	**m**
Quantidade de Tubulações	0,80	un
Coeficiente de descarga (Cd)	0,80	
Vazão efetiva	**0,50**	**m³/s**

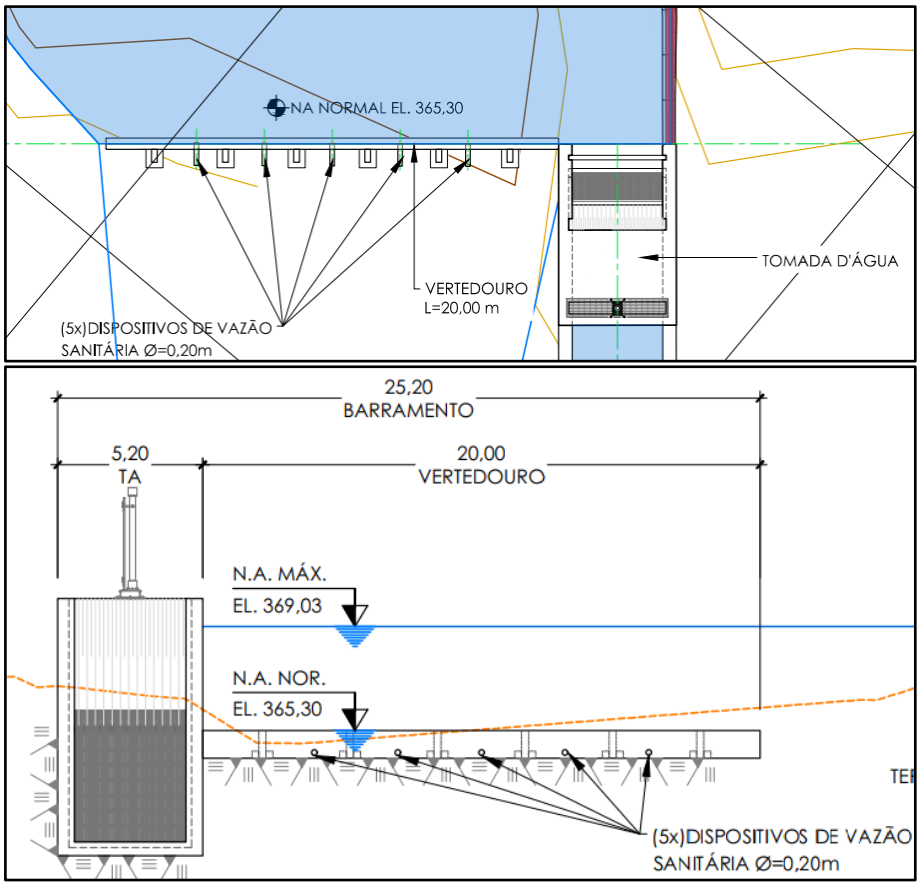


Figura 65: Localização e perfil dos dispositivos de vazão remanescente.

Identificação de estruturas hidráulicas

Dentre as onze usinas citadas no despacho da Aneel para o Arroio Guaçu foram identificados dois empreendimentos implantado na jusante da CGH Giacomini, a

aproximadamente 18 km em linha reta, trata-se da Usina Hidrelétrica Cercar, chamada de CGH Moinho e a CGH Henke. Além desses empreendimentos, não foram identificados outros implantados ou em vias de implantação nas proximidades, segundo a Consulta Prévia no raio de 20 km da CGH Giacomini também existem duas Consultas Prévias deferidas. Destaca-se que um percurso de pelo menos 12 km do Arroio Guaçu é área alagada da UHE Itaipu. Dessa forma, conclui-se que a CGH Giacomini não possui capacidade de interferir em outros empreendimentos hidrelétricos. Ainda, é preciso salientar que a CGH Giacomini não interferirá sobre nenhuma estrutura hidráulica no Arroio Guaçu, bem como não impactará vias, hidrovias ou balsas.

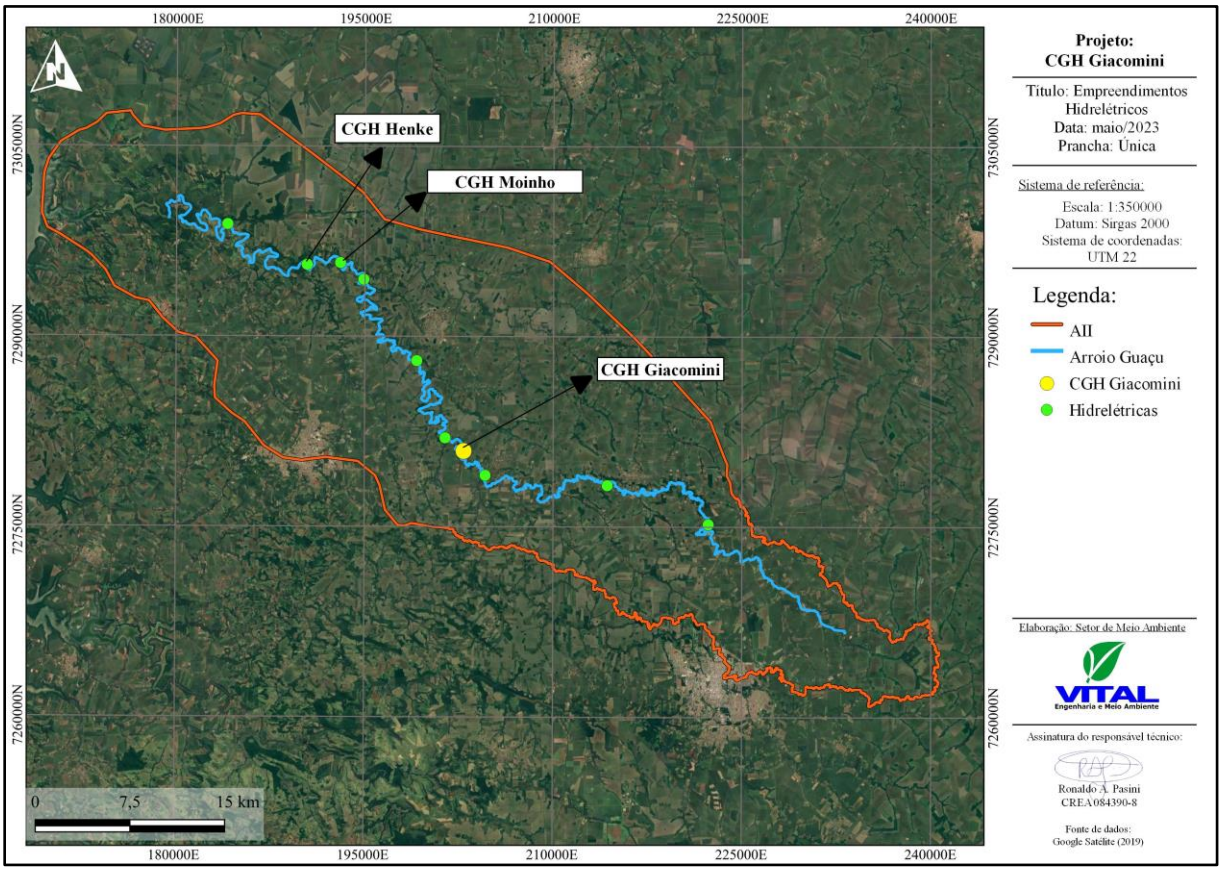


Figura 66: Empreendimentos hidrelétricos citados no despacho da Aneel para o Arroio Guaçu.

Grau de antropização

Segundo dados fornecidos pelo IBGE e IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico Social), na região da CGH Giacomini, a maioria dos municípios apresenta um grau de urbanização maior que 50% (IPARDES, 2010). Dos 28 municípios que fazem parte da Bacia do Paraná 3, quatro apresentam características de alta urbanização, com densidade populacional maior que 100 hab km² (Foz do Iguaçu, Toledo, Cascavel e Medianeira). Além da urbanização, outra informação importante para inferir o grau de

antropização de uma área é o uso do solo, a alteração ambiental relacionada com a perda de cobertura original sinaliza maiores, ou menores pressões conforme a bacia. A região oeste do Paraná é conhecida por possuir solos de alta qualidade e produtividade, a agricultura intensiva ocupa a maior parte da bacia, com área estimada de 72,23% da bacia (FEIDEN et al, 2014). Nota-se nos mapas abaixo que a bacia do Rio Paraná 3, além de estar altamente fragmentada, é majoritariamente composta por áreas agropecuárias.

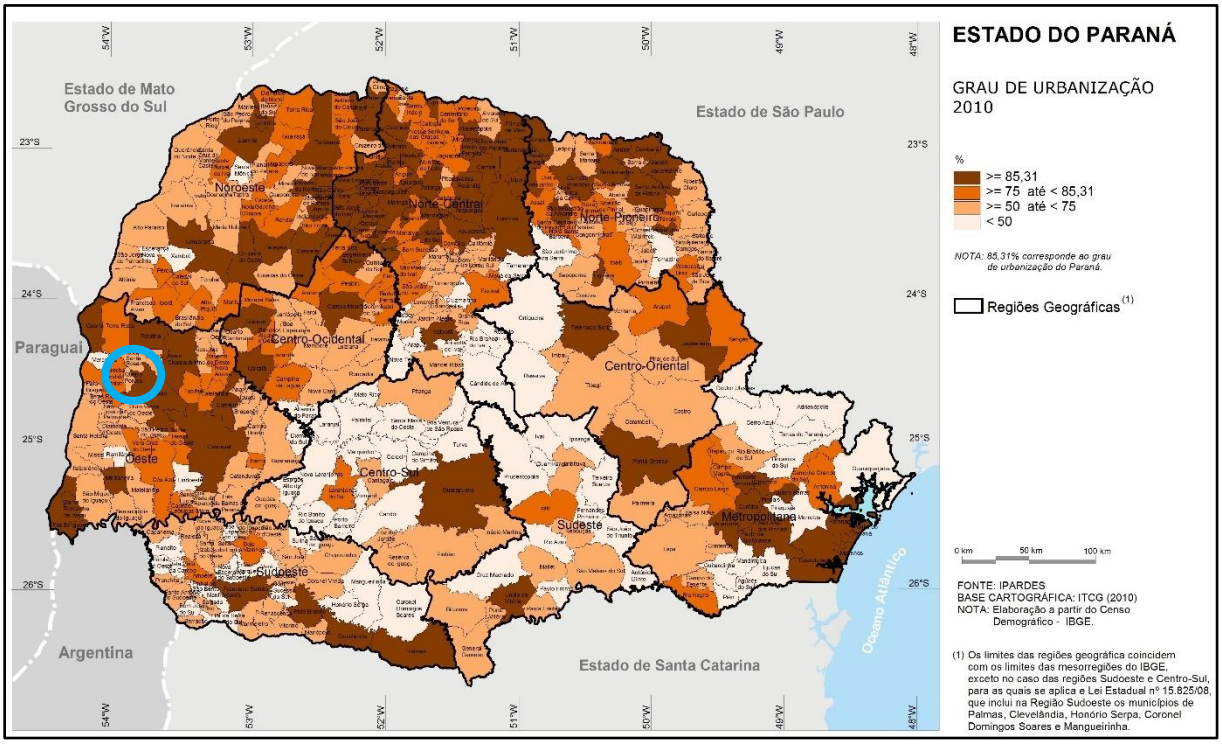


Figura 67: Grau de urbanização dos municípios do estado do Paraná. Circulo azul indica o município de Quatro Pontes. Fonte: IPARDES, 2010.

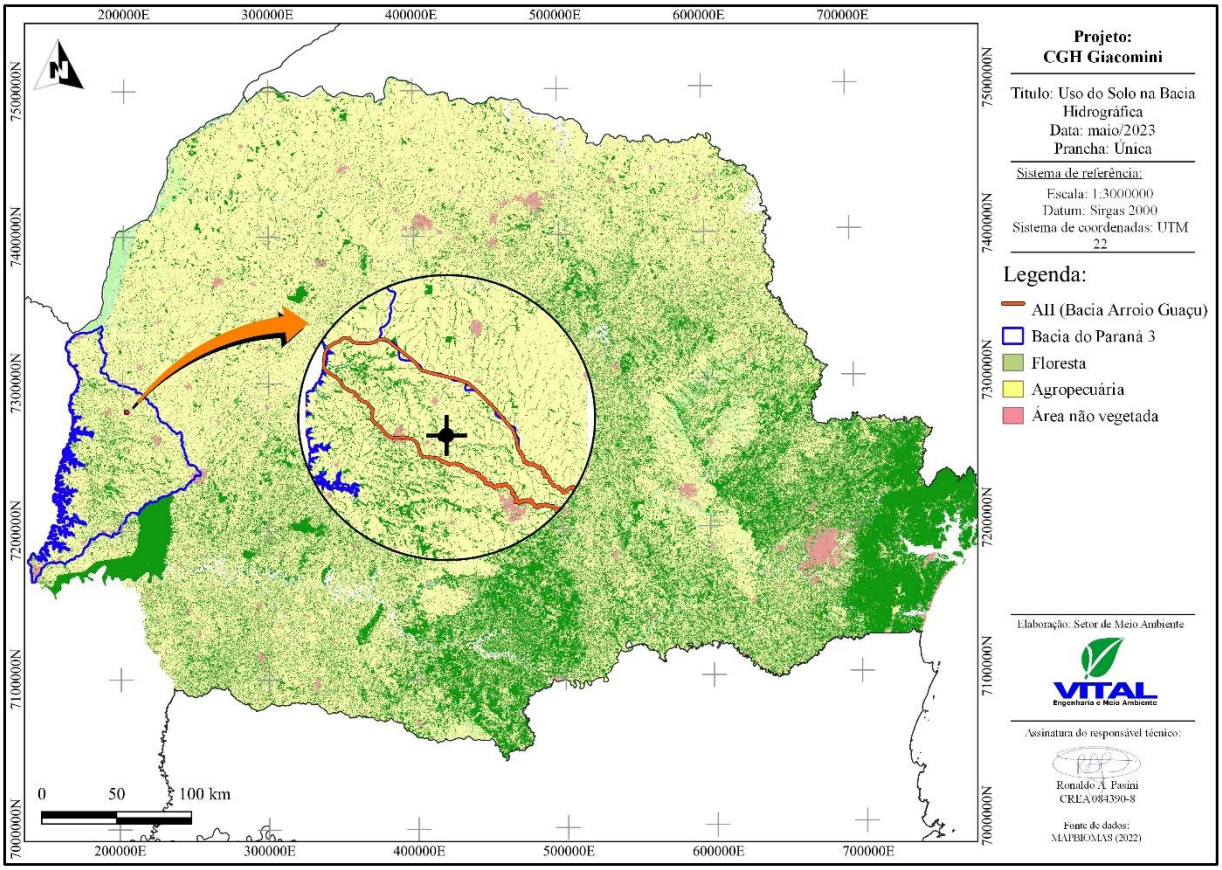


Figura 68: Uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 em 2021.
Fonte: PROJETO MAPBIOMAS, 2021.

8.3.3.1.2 Caracterização dos cursos hídricos

Para identificação e classificação dos corpos hídricos presentes na AID do empreendimento foi utilizada a base de dados das Ottobacias fornecidas pela COPEL e AGUASPARANA (2011). As Ottobacias são a hierarquização das áreas de contribuição hídrica, definidas a partir da metodologia de Otto Pfafstetter (ANA, 2008). Conforme O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PLERH/PR, nos eventos de cheias ocorridos de 2000 a 2008, a população afetada estava localizada principalmente no Alto Iguaçu, na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí e na Bacia Hidrográfica do Pirapó (SEMA, 2010).

No mapa abaixo é apresentado o mapa de cheias para o território do Paraná entre os anos de 2003 e 2015, demonstrando que na região do empreendimento poucos municípios apresentaram eventos de inundações nesse período. Os dados apresentados são fornecidos pela Secretaria Nacional de Defesa Civil e foram compilados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

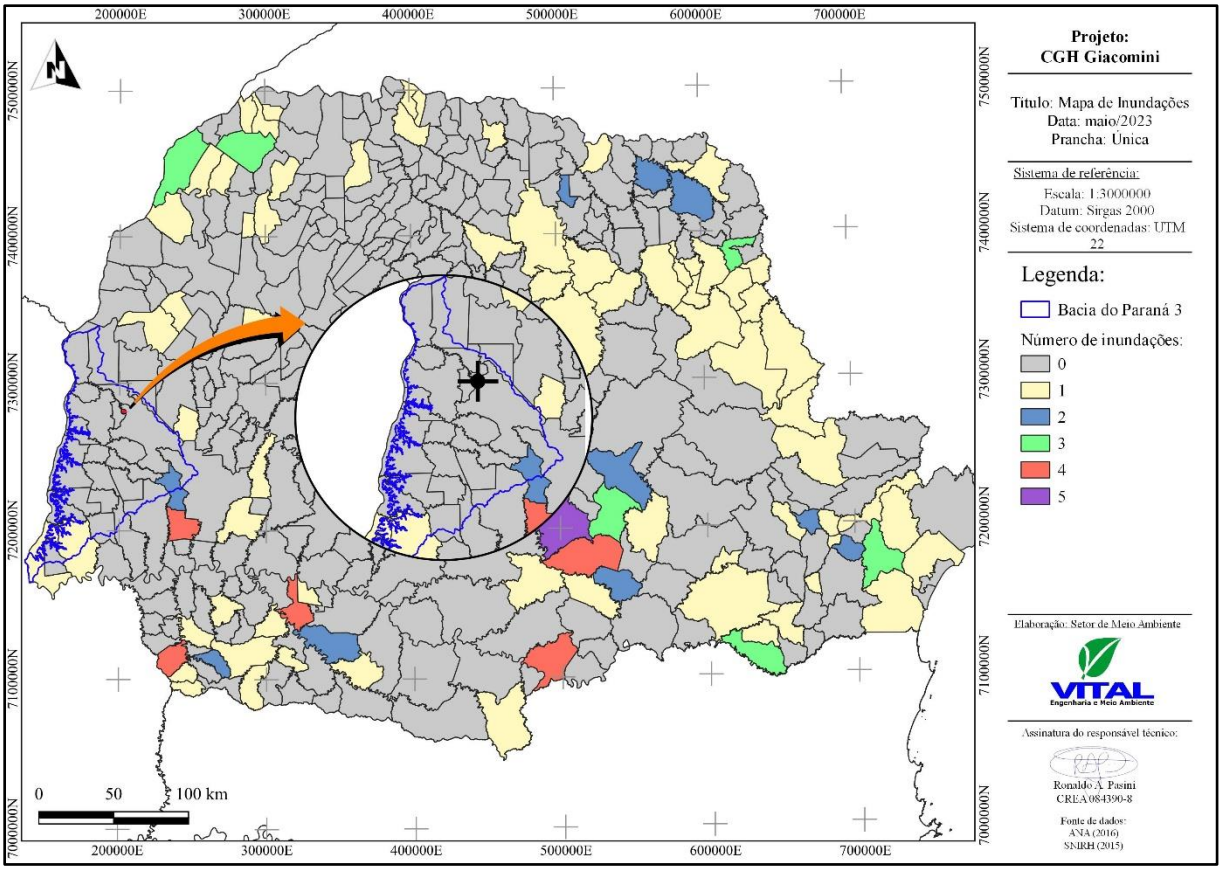


Figura 69: Número de eventos de cheias nos municípios do Paraná entre os ano de 2003 a 2015.

A Resolução nº 13 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/PR, de 28 de maio de 2002 aprovou a instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná III. Ainda, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-PR), através da Resolução CERH N° 09/2020 estabeleceu diretrizes e critério gerais para a definição de áreas críticas quanto ao uso de águas superficiais e subterrâneas do domínio do Estado do Paraná. Com base nessa resolução, foram verificados no site do IAT as atuais áreas críticas do Paraná, para o ponto do empreendimento e o Arroio Guaçu não há enquadramentos de áreas críticas quanto ao uso d'água, porém foram identificadas três áreas critícas em uma distância entre 15 e 20km da área outorgada.

A área crítica mais próxima situa-se no Córrego do Gavião a cerca de 4 km da CGH, está localizado na mesma bacia e desaguá no Arroio Guaçu, na jusante do empreendimento, portanto esse não será impactado. A declaração de área crítica na porção em questão justifica-se pela necessidade de tomada de ações para melhoria da qualidade da água dos recursos hídricos. Outra área crítica situada na bacia é referente ao Arroio Jaguarandi, localizado a pelo menos 16 km na jusante da CGH, nesse caso a área crítica foi delimitada também para tomada de ações de melhoria da qualidade da água. Por fim, a Bacia do Rio Azul também enquadra-se como área crítica, mas essa está localizada na Bacia do Piquiri, a mais de 20 km do

empreendimento e não será impactada. Essas mesmas bacias constam na Consulta Prévia de viabilidade do empreendimento.

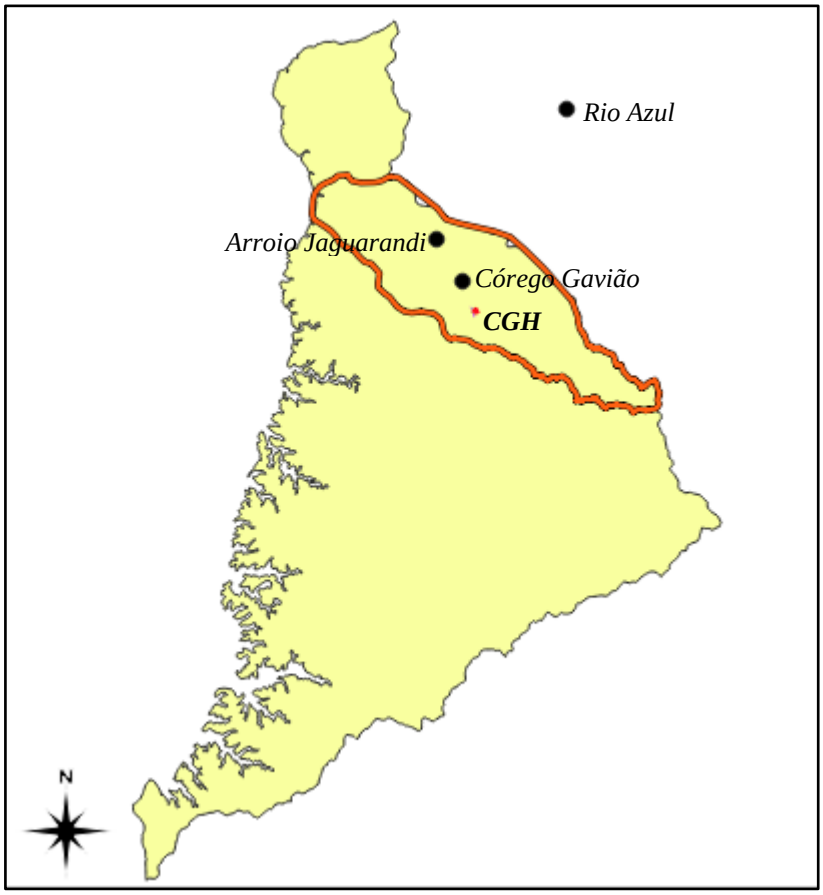


Figura 70: Circulos vermelhos indicam a localização das áreas críticas citadas em relação a AII do empreendimento.

Segundo informações do aplicativo de Monitoramento da Qualidade das Águas do IAT, existem 06 pontos de monitoramento na bacia hidrográfica do Paraná 3, incluindo uma no Arroio Guaçu, localizada na jusante da CGH Giacomini. Segundo o Índice de Qualidade da Água calculado nesses pontos, a bacia Hidrográfica do Paraná 3 apresenta três pontos de monitoramento classificados como “BOA”, dois pontos como “POUCO POLUÍDA” e um ponto classificado como “POLUÍDA”. A CGH Giacomini localiza-se no rio enquadrado com boa qualidade da água.

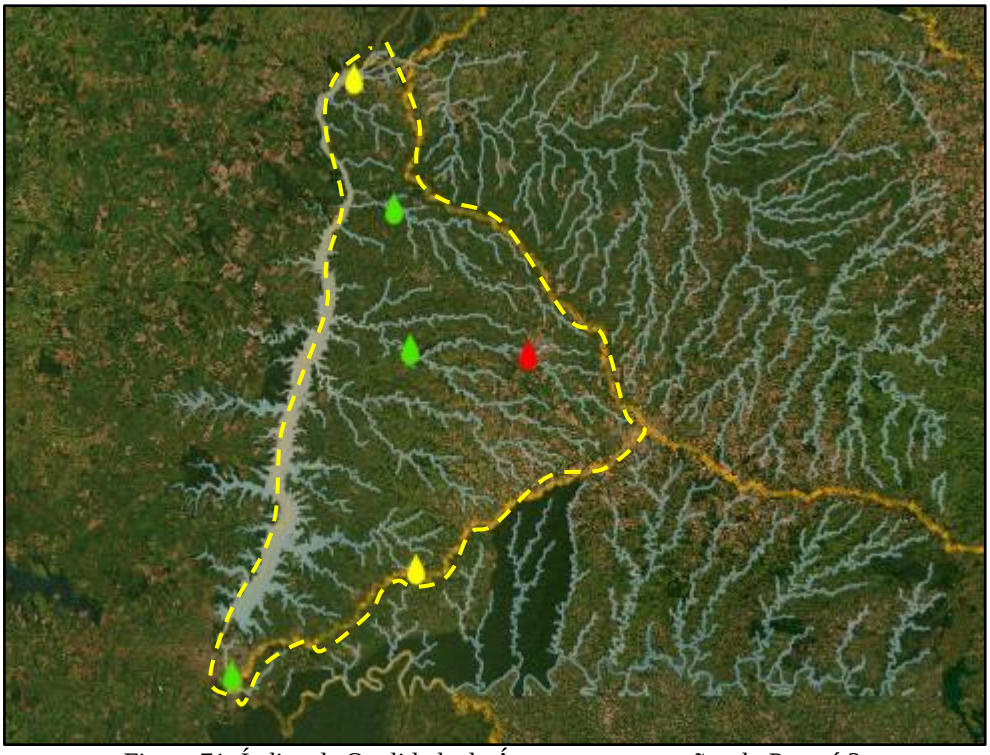


Figura 71: Índice de Qualidade da Água para as estações do Paraná 3.
Fonte: geo.iat.pr.gov.br/qualidadedaagua.

Cursos hídricos e Nascentes na AID

Através de imagens de satélite, base de dados da ANA e visitas em campo foi verificada a existência de dois cursos hídricos na AID do empreendimento (além do Arroio Guaçu), o mapa abaixo apresenta a localização dos corpos d'água identificados na AID (rios, córregos, açudes, nascentes).

O Córrego 01 foi identificado durante vistorias *in loco,* trata-se de uma pequena sanga com uma baixa vazão, podendo ser caracterizado como um córrego intermitente, o mesmo não se encontra cadastrado na base de dados da ANA. Esse córrego está localizado a montante da CGH Giacomini, na margem direita e não deverá ser atingido pelas obras da CGH, já que está a pelo menos 20 m do ponto de construção da regula. O Córrego 02 não sofrerá interferência pela implantação do empreendimento, o mesmo deságua a montante da CGH Giacomini.

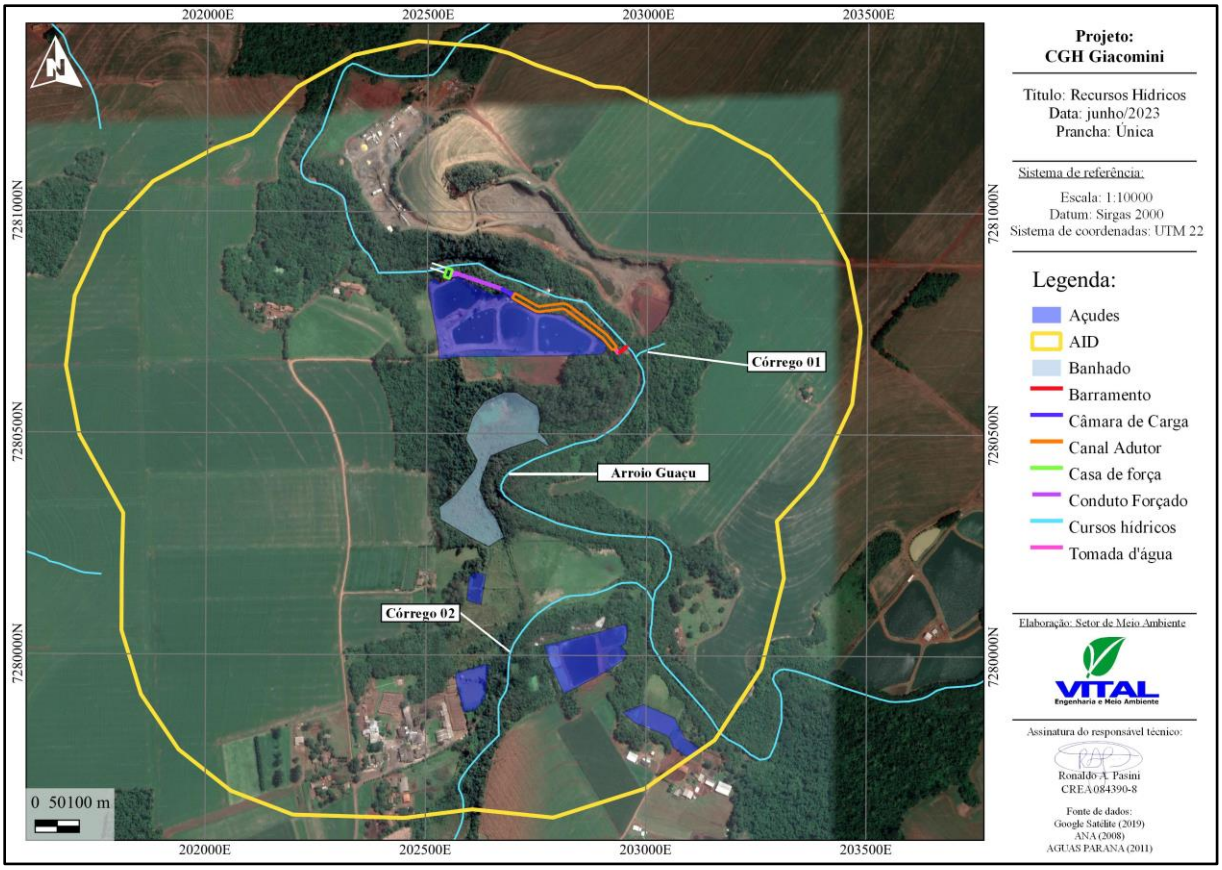


Figura 72: Mapa de recursos hídricos na AID da CGH Giacomini.

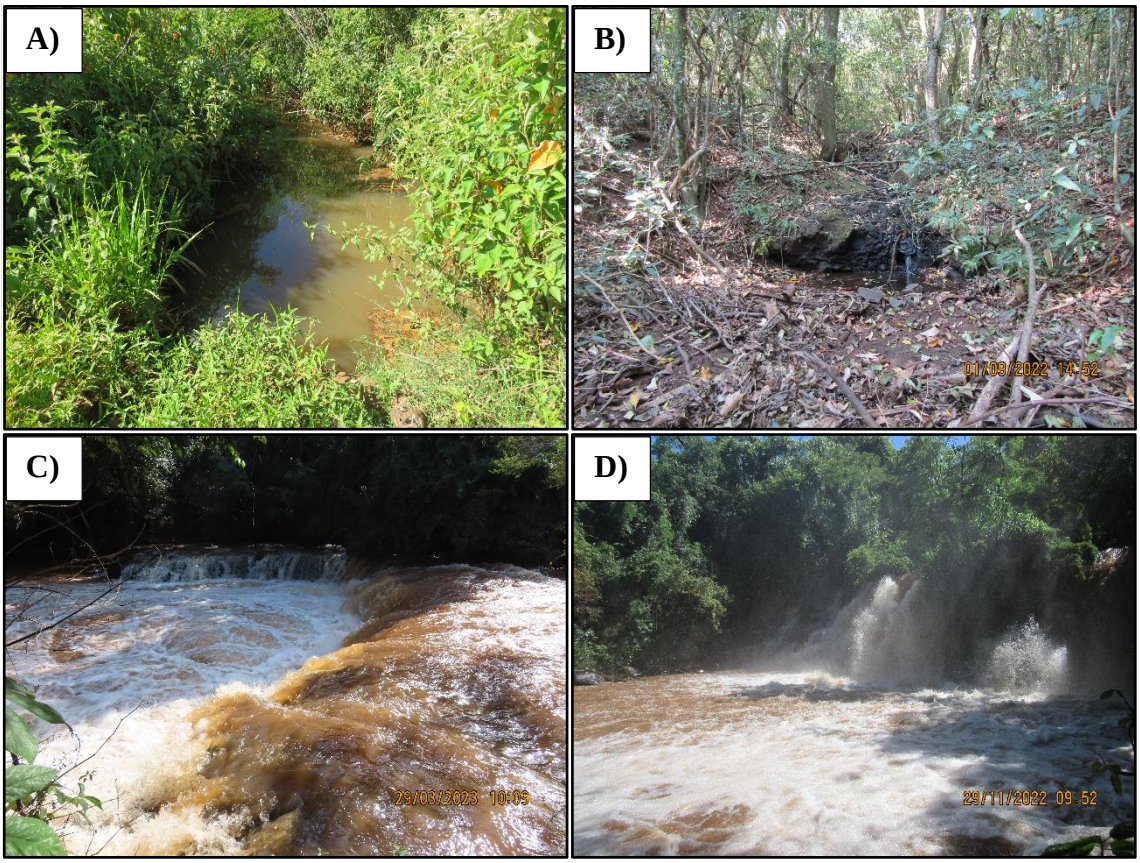


Figura 73: A) Córrego 02; B) Córrego 01; C) e D) Arroio Guaçu.

Qualidade das Águas Superficiais

Introdução

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos vem assumindo importância crescente nos últimos anos em face da relevância e gravidade dos problemas relacionados com as ações antrópicas (MELLO et al., 2020). As variações na qualidade da água e limnologia são uns dos principais impactos ambientais ocorridos na formação de um reservatório (MAAVARA et al., 2020). Assim, se faz necessário um estudo de caracterização da bacia contribuinte para que se possa gerenciar de forma sustentável a atual qualidade do rio a ser impactado. Desta forma, o presente relatório apresenta os resultados dos parâmetros relacionados à coleta da água em dois pontos de amostragem na CGH Giacomini, no Arroio Guaçu, município de Quatro Pontes- PR.

A análise da qualidade da água de um corpo hídrico está diretamente relacionada com a forma de uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica. O processo de desenvolvimento humanístico, executado principalmente após a revolução industrial no início do século XX, acarretou em várias consequências que ocorreram através de intensivos desmatamentos sem planejamento, com retirada das matas ciliares, as quais servem como um "filtro" para os rios, vegetação de zonas de alta declividade, e ainda despejos industriais, atividades agrícolas com mau uso de agrotóxicos, a suinocultura, despejos domésticos, assoreamento, o processo de urbanização, entre outros.

Corroborando com os mais recentes estudos na área de engenharia ambiental e com as Leis Federais implantadas no final do último século e início do século XXI, principalmente a Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997), o planejamento estratégico sustentável se faz a melhor alternativa para estabelecer os meios que satisfaçam o adequado uso das águas. Contudo, para execução deste planejamento, de forma a promover a saúde ambiental, a caracterização da qualidade da água é peça fundamental.

A avaliação limnológica de um curso d'água ou de sua respectiva bacia hidrográfica depende diretamente da avaliação de variáveis físicas, químicas e biológicas. Proporciona um entendimento das relações entre esses elementos, o equilíbrio do sistema e suas interações, bem como sua capacidade de absorver impactos em função de ações externas. Apesar, de ser uma fonte alternativa com um impacto reduzido no processo de geração de energia, o represamento do fluxo de água, resulta em um impacto profundo no meio ambiente natural englobando a fauna silvestre, flora e o homem, destacando aqui, aqueles relacionados com os aspectos da qualidade da água.

A coleta de água foi realizada junto às margens do Arroio Guaçu, na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, onde foram determinadas variáveis físicas, químicas e biológicas, avaliando a qualidade da água e a verificação de sua compatibilização com os usos existentes e previstos, tais como geração de energia, a dessedentação de animais, a irrigação de cultivos, a manutenção da vida aquática, e a verificação de eficácia das medidas de controle propostas e gerar informações com vistas ao gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

Objetivo

O monitoramento da qualidade das águas superficiais assume um caráter preventivo, tendo em vista as possíveis modificações físicas, químicas, bacteriológicas e ecológicas que podem ocorrer na qualidade da água devido à implantação de um empreendimento hidrelétrico. Desta forma, esta avaliação tem como objetivo fornecer dados para orientar as ações mitigadoras dos efeitos negativos do empreendimento sobre a qualidade da água.

Materiais e Métodos

A coleta d'água, para elaboração do estudo, foi realizada com condições climáticas de tempo bom, junto às margens do Arroio Guaçu. Foram selecionados dois pontos de coleta de água na área de influência da futura CGH. As amostras de água foram coletadas em duas campanhas, nos dias 02 de janeiro de 2023 e 18 de abril de 2023. Todas as amostras coletadas ficaram acondicionadas em caixa de isopor, com gelo em local protegido do sol e calor até que fossem enviadas para o laboratório.

Em todos os pontos foram medidos o Oxigênio Dissolvido (OD), a temperatura da amostra, pH e condutividade. As amostras coletadas foram encaminhadas para o laboratório Genética, localizado no município de Chapecó/SC e analisado pelo responsável técnico. Neste laboratório foram analisados todos os parâmetros citados no TR2-PCA. Para a análise dos parâmetros seguiu-se a metodologia estabelecida pela "Standard Methods for Examinations of Water and Waste Water" (SMEWW, 2017). Ainda, para determinar a qualidade da água seguiu-se a metodologia desenvolvida pela CETESB, através do Índice da Qualidade da Água. Os resultados obtidos a partir da análise laboratorial serão comparadas aos limites estabelecidos no CONAMA 357/05. Os laudos das análises podem ser consultados no Anexo 01.

Pontos de Coleta

As amostras foram coletadas as margens do Arroio Guaçu no município de Quatro Pontes, em dois pontos amostrais. O Ponto 1 está localizado a montante do empreendimento,

na latitude 24°33'34.39"S e longitude 53°55'56.24"O. O Ponto 2 se localiza na jusante do empreendimento na latitude 24°33'27.40"S e longitude 53°56'16.50"O, conforme pode ser visualizado na figura abaixo. De modo geral, no que concerne as áreas de APPs, ambas as margens possuem uma faixa de mata ciliar, com pelos menos 40 metros de mata conservada.

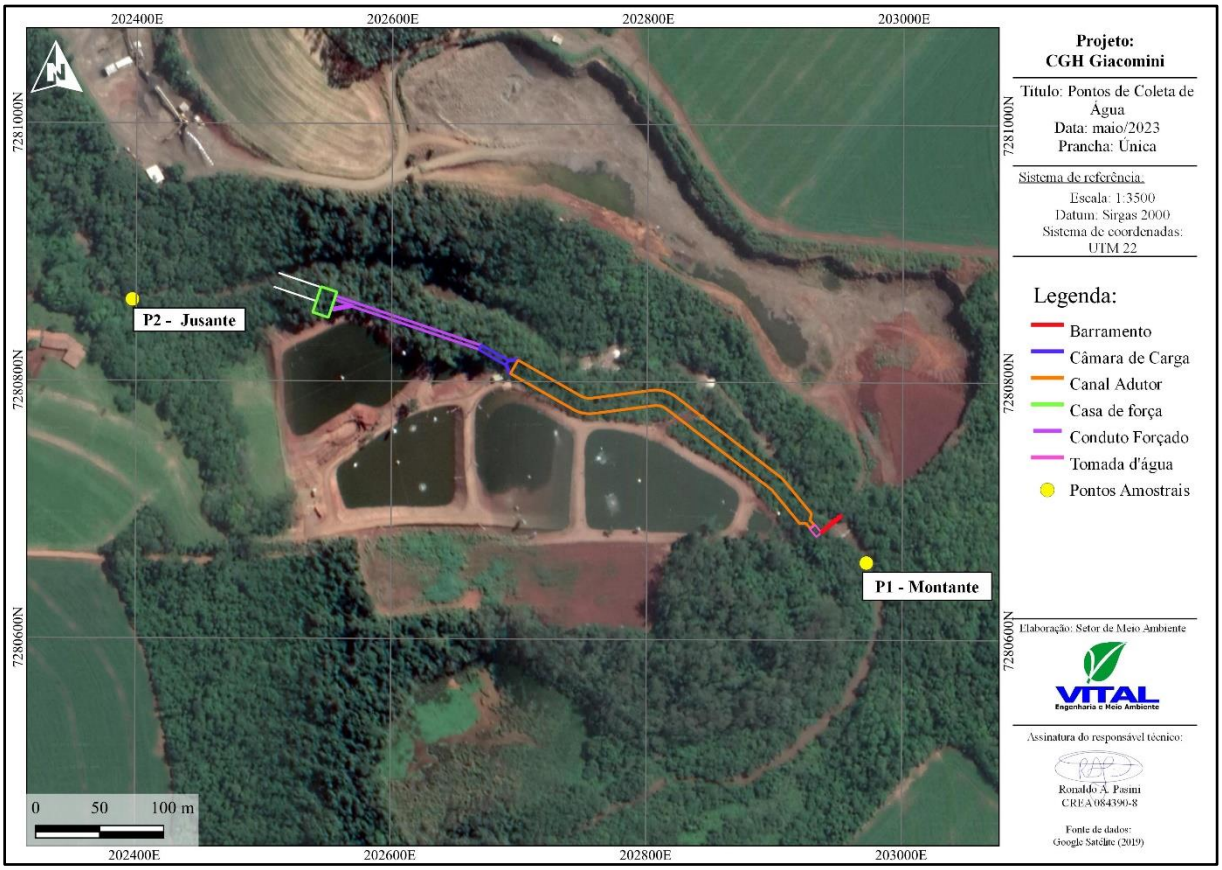


Figura 74: Pontos de coleta de água superficial.



Figura 75: Coleta de água no Ponto 01.



Figura 76: Coleta de água no Ponto 02.

Índice de Qualidade da Água – IQA

O Índice de Qualidade das Águas – IQA, desenvolvido pela National Sanitation Foundation, modificado no Brasil pela CETESB, é utilizado por agências de água em diversos países (BOYACIOGLU, 2009). Este índice define parâmetros de qualidade que refletem principalmente a contaminação dos corpos hídricos, ocasionado pelo lançamento de esgotos domésticos. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental ligada à Secretaria de Meio Ambiente do governo paulista, utiliza desde 1975 uma versão adaptada da versão original. Cabendo destacar que na versão brasileira o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total e o parâmetro fosfato, por fósforo total, mantendo-se, entretanto, os mesmos pesos e as respectivas curvas de qualidade.

O IQA é determinado pelos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura (da amostra), nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais. Destaca-se que para os nove parâmetros supracitados, existem valores fixos (wi), em relação a sua importância na conformação global. Conforme figura abaixo, cada parâmetro possui um valor de qualidade (q) obtido através da leitura do gráfico em função da concentração ou medida de análise laboratorial.

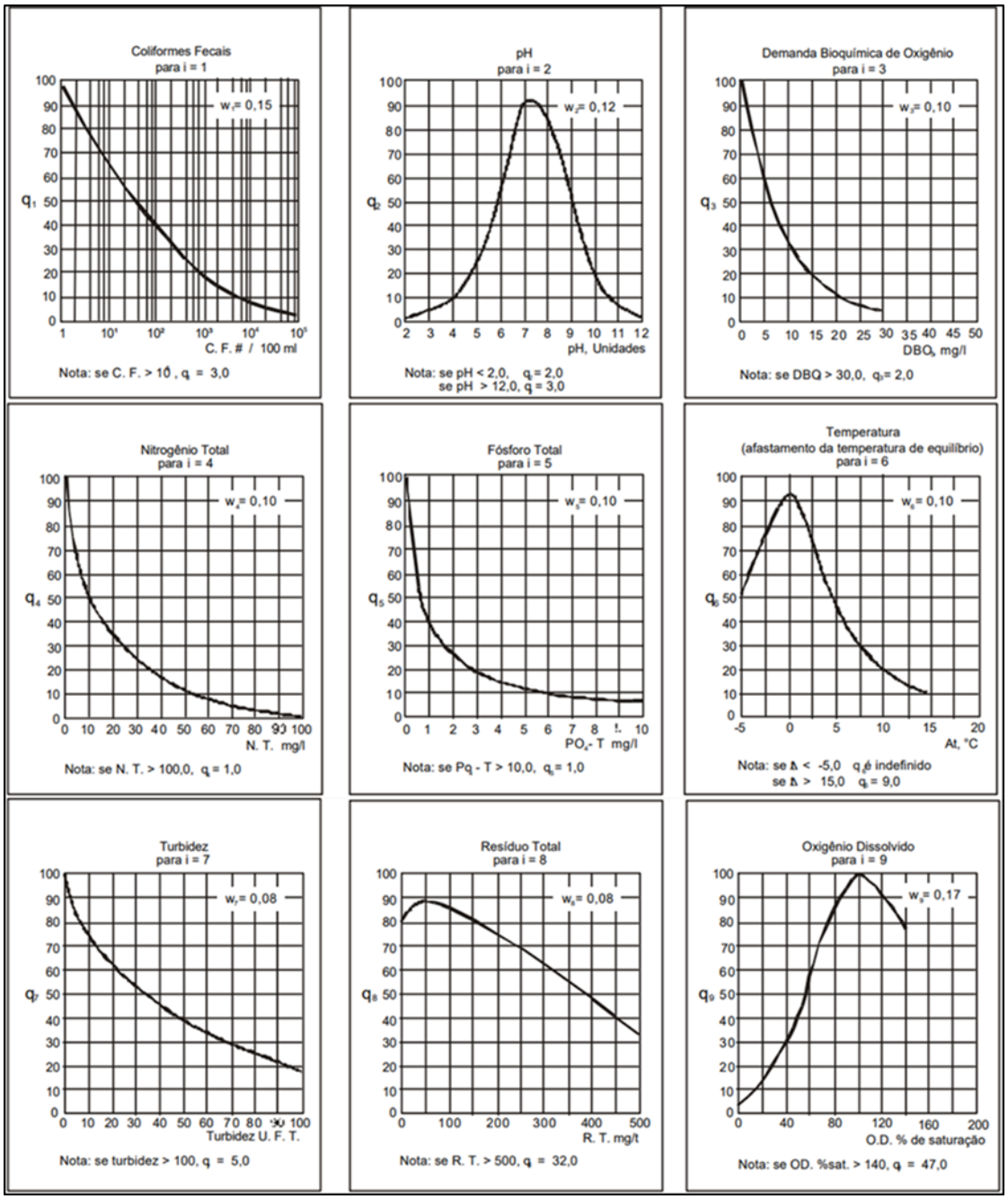


Figura 77: Curvas médias de variação da qualidade das águas. Fonte: CETESB, 2020.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Neste estudo foi utilizado o programa QualiGraf (MÖBUS, 2017). Assim foram calculados os índices de qualidade da água para cada amostra que representa um ponto no rio. O Índice de Qualidade da Água – IQA foi utilizado devido à facilidade de aplicação e o uso bastante difundido como indicador de qualidade da água. O valor do IQA varia de 0 a 100 conforme os valores apresentados na figura abaixo.

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

Figura 78: Faixa de valores e nível de qualidade da água. Fonte: Möbus, 2017.

Índice de Estado Trófico – IET

O elevado crescimento populacional e junto deste, o aumento das atividades antrópicas que geram impactos ao meio ambiente tem se intensificado nas últimas décadas. Neste contexto, a preocupação com a qualidade dos recursos hídricos superficiais destaca-se, visto a grande importância deste quesito. De forma geral, observa-se que a degradação da qualidade dos cursos hídricos é em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica e das fontes pontuais e difusas de poluição (MELLO et al., 2020). Em áreas com elevada densidade populacional observa-se que a degradação ocorre principalmente devido ao lançamento de matéria orgânica, nutrientes, substâncias inorgânicas e tóxicas a partir de efluentes domésticos e industriais (WEN, Y. et al., 2017).

Uma das formas de estimar o grau de degradação de corpos aquáticos é partir da utilização de índices de qualidade. Um dos índices utilizados é o Índice do Estado Trófico – IET, desenvolvido por Carlson (1977). Entretanto, como as equações desenvolvidas neste

índice, inicialmente, foram desenvolvidas para ambientes de clima temperado, no Brasil, este mesmo índice foi adequado por Toledo Jr. et al. (1990). Desde a deste estudo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem aplicado esta metodologia para a determinação do estado de eutrofização de ambientes lênticos no estado de São Paulo. Porém em função das características dos corpos aquáticos variarem no tempo e espaço, em função do uso e ocupação do solo, houve a necessidade de alterações de alguns métodos de avaliação, em função disto, Toledo Jr. et al. (1990), alteram o IET e inserem outras categorias.

Por fim, como corpos aquáticos são sistemas complexos, não estáticos, algumas considerações passam a não corresponder à realidade do ambiente. Assim, a última alteração do IET para ambientes subtropicais foi realizada por Lampárelli (2004). O resultado é composto pelo Índice do Estado Trófico para a concentração do fósforo total na coluna d'água e concentração de clorofila-a. Desta forma, seguem-se as seguintes equações:

- Rios:
- IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln PT))/ln 2))-20
- IET (CL-A) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln CL))/ln 2))-20

- Reservatórios:
- IET (PT) = 10x(6-(1,77-0,42x(ln PT)/ln 2))
- IET (CL) = 10x(6-((0,92-0,34x(ln CL))/ln 2))

Onde:

- CL: Concentração de clorofila a, em µg/L.

- PT: Concentração de fósforo total, em µg/L.

Assim:

- IET = (IET (P) + IET (CL) / 2

Após encontrado o valor médio do IET, este é enquadrado nas categorias de estado trófico, conforme apresentado abaixo.

Tabela 34: Critérios de classificação do estado trófico segundo o índice de Carlson, modificado por LAMPARELLI (2004).

Estado Trófico	Critério	Secchi (m)	P - Total (µg/L)	Clorofila-A (µg/L)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47		P ≤ 13	CL-A ≤ 0,74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52		13 < P ≤ 35	0,74 < CL-A ≤ 1,31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59		35 < P ≤ 137	1,31 < CL-A ≤ 2,96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63		137 < P ≤ 296	2,96 < CL-A ≤ 4,70

Estado Trófico	Critério	Secchi (m)	P - Total (µg/L)	Clorofila-A (µg/L)
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67		296 < P ≤ 640	4,70 < CL-A ≤ 7,46
Hipereutrófico	IET > 67		P > 640	CL-A > 7,46

Cada nível de estado trófico distingue-se em capacidade de produção de macrófitas e algas, haja vista a eutrofização já presente no corpo hídrico. Estes níveis diferenciam-se pelas seguintes características:

- 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 de 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.

Índice da Comunidade Zooplanctônica – ICZ

O Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios- ICZRES leva em consideração a presença ou ausência dos principais grupos zooplanctônicos e relaciona a razão entre o número total de calanóides - indicador de melhor qualidade da água (Rietzler et al., 2002) - e o número total de ciclopóides - indicador de ambientes altamente eutróficos (Sampaio et al., 2002) - com o respectivo Índice de Estado Trófico (IET), calculado com os dados de

Clorofila-a. Estes dois resultados (razão NCal/NCyc e IET) encontram-se associados com categorias Boa, Regular, Ruim e Péssima, obtidas a partir do apresentado na figura abaixo. Cabe destacar, que assim como o ICF, esta metodologia também foi implementada de acordo com a CETESB (CETESB, 2020).

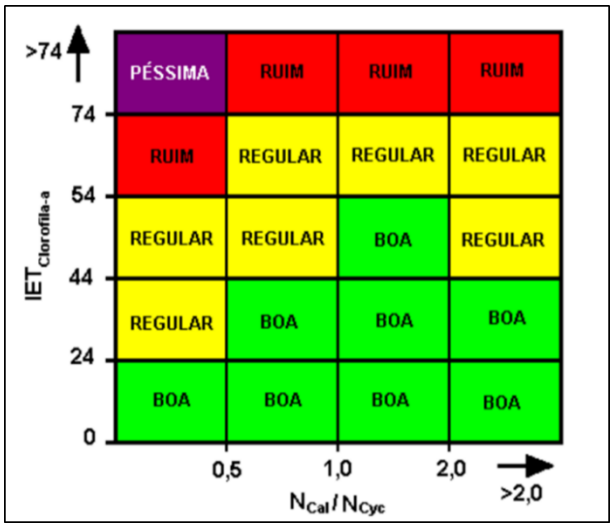


Figura 79: Metodologia implementada pela CETESB, 2020.

Para a utilização desta matriz há necessidade da presença dos 3 principais grupos zooplanctônicos (Rotíferos, Copépodes e Cladóceros). Na ausência de Calanóides, deverá ser atribuído NCal/NCyc<0,5. Na presença de calanóides e ausência de ciclopóides, emprega-se NCal/NCyc > 2,0. Na ausência de Rotíferos ou Cladóceros, atribuir RUIM. Na ausência de Ciclopóides, atribuir PÉSSIMA.

Para a avaliação da comunidade zooplanctônica presente no Arroio Guaçu foram coletadas amostras através de 10 lançamentos, com profundidade com cerca de 30 cm da superfície e filtragem da água em rede de zooplâncton com 60 µm de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixados em solução de formaldeído a 4% ou outro preservante definido pelo laboratório analítico, tamponada com carbonato de cálcio.

A composição zooplanctônica foi avaliada utilizando-se lâminas e lamínulas comuns e microscópio óptico. A abundância da comunidade foi estimada através da contagem, em câmaras de Sedgwick-Rafter, de cinco sub-amostras, de 1,5 ml (total de 7,5 ml), obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempell, sendo os resultados de densidade final apresentados em indivíduos por m³. A identificação taxonômica dos organismos foi realizada com auxílio de chaves e comparação de pranchas ilustrativas (PÉREZ, 1988; NIESER e MELO, 1997; COSTA et al., 2006; MUGNAI et al., 2010), ao nível taxonômico de família e espécie quando possível.

A biomassa zooplanctônica, de todos os grupos (amebas testáceas, rotíferos, cladóceros e copépodes), foi estimada através do cálculo do biovolume, a partir da forma geométrica básica de cada espécie. Para tal, diferentes dimensões dos espécimes de cada espécie (pelo menos 10 indivíduos das espécies mais abundantes) foram tomadas com a utilização de retículos micrometrados, e os cálculos do biovolume baseados nos trabalhos de Rutner-Kolisco (1977) para os rotíferos, Sun e Liu (2003) para as amebas testáceas e Lawrence et al. (1987) para cladóceros e copépodes. Segundo estes autores as fórmulas de cálculo propostas permitem estimativas fidedignas, com resultados muito semelhantes aos obtidos pelo método de pesagem.

Resultados e Discussão

Considerando o Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Paraná (PLERH/PR), instituído pela Lei Estadual nº 12.726/99, fica estabelecido os parâmetros a serem analisados na Bacia Hidrográfica. Entretanto, os limites dos parâmetros analisados ficam a critério da legislação do CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Nesta legislação também ficam estabelecidos os enquadramentos dos rios. Sendo assim, à critério de comparação, os resultados encontrados nas análises dos pontos amostrados, são equiparados aos critérios estabelecidos pelo CONAMA. Portanto, o Arroio Guaçu é de Classe II. Os resultados das análises também estão apresentados abaixo.

Tabela 35: Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas no Arroio Guaçu para o ponto do empreendimento.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05	jan/23		abr/23		Atende os Parâmetros do CONAMA 357/05
			P1	P2	P1	P2	
Alumínio Dissolvido	mg/L	Até 0,1 mg/AL	**0,617**	**2,06**	**0,283**	**0,134**	Não
Amônia	mg/L	-	0,290	0,252	0,120	0,113	-
Cádmio Total	mg/L	Até 0,001 mg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Chumbo Total	mg/L	Até 0,010 mg/L	N/D	**0,011**	N/D	N/D	Parcialmente
Clorofila *a*	30µg/L	Até 30µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Cobre	mg/L	-	0,062	0,035	N/D	N/D	-
Coliforme termotolerante	NMP/100mL	Até 1.000 NMP/100mL	**2.600**	**5.700**	**1.700**	330	Parcialmente
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	58,7	65,9	58,2	59,7	-
Cromo Total	mg/L	Até 0,05 mg/L	0,008	N/D	N/D	N/D	Sim
DBO	mg/L O_2	Até 5,0 mg/L O_2	2,5	2,8	1,00	1,00	Sim
DQO	mg/L O_2	-	20,9	21,3	N/D	N/D	-
Fósforo Total	mg/L P	Ambiente Lêntico até 0,030 mg/L	-	-	-	-	-
		Ambiente Lóticos até 0,050 mg/L	**0,280**	**0,238**	**0,117**	0,043	Parcialmente

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05	jan/23		abr/23		Atende os Parâmetros do CONAMA 357/05
			P1	P2	P1	P2	
Mercúrio Total	mg/L	Até 0,0002 mg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Níquel Total	mg Ni/L	Até 0,025 mg Ni/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Nitrogênio Total	mg/L	-	2,92	3,25	4,22	5,37	-
Nitrato	mg/L	Até 10,00	8,10	8,43	9,51	9,69	Sim
Nitrito	mg/L	Até 1,00	0,127	0,163	0,168	0,188	Sim
Óleos e Graxas Totais	mg/L	Virtualmente Ausentes	2,46	1,2	0,62	0,62	Sim
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O2	Maior que 5 mg/L O2	6,57	7,64	7,25	7,94	Sim
pH	-	Entre 6,0 e 9,0	7,43	7,32	6,76	7,39	Sim
Salinidade	ppt	-	0,03	0,04	0,03	0,03	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Até 500 mg/L	79,00	77,00	44,50	45,50	Sim
Sólidos Totais Fixos	mg/L	-	92,5	105	82,08	58,33	-
Sólidos Totais por secagem	mg/L	-	186	196	110,42	105,83	-
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	-	93,5	91	28,33	47,5	-
Temp. ambiente	ºC	-	27,90	26,40	27,30	27,30	-
Temp. da amostra	ºC	-	24,60	24,60	22,70	23,10	-
Turbidez	UNT	Até 100 UNT	90,8	90,4	42	43,2	Sim
Zinco Total	mg/L	Até 0,18 mg/L	0,13	0,12	N/D	N/D	Sim

Significado ambiental e resultados dos parâmetros das análises

A seguir serão descritos os parâmetros e seus significados ambientais, com ênfase aos parâmetros que não se enquadraram nos limites da legislação, bem como demais pertinentes ao ponto do estudo.

- **Análises físico-químicas**

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Normalmente é considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20ºC é frequentemente usado e referido como $DBO_{5,20}$.

Os maiores acréscimos, em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria

orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Valores elevados da DBO podem indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Pelo fato de a DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, ela não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana. Os resultados obtidos para DBO na amostragem atenderam ao limite do CONAMA 357/05 para Classe II durante as duas campanhas amostrais.

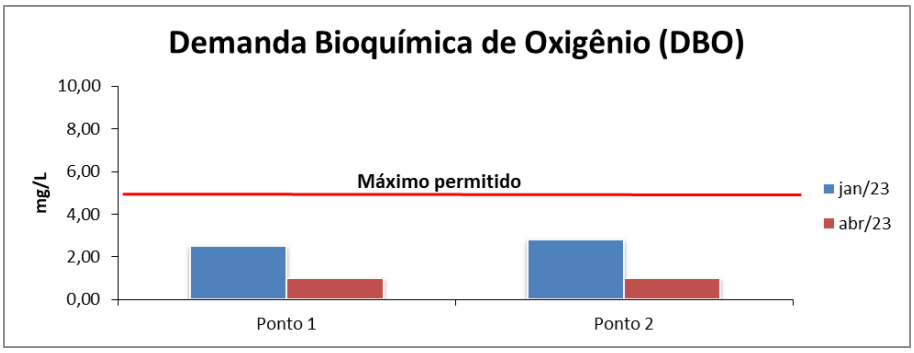


Figura 80: Resultados do parâmetro DBO para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade da água, uma vez que apresenta papel determinante na capacidade de um recurso hídrico manter e preservar a vida aquática. O oxigênio dissolvido provém do ar e, principalmente, da fotossíntese realizada pelas plantas verdes submersas, e tem importância vital para a respiração dos organismos aeróbios, tais como os peixes, crustáceos e uma grande variedade de outros animais e vegetais aquáticos.

O processo de difusão do oxigênio na massa hídrica é muito lento, mas pode ser acelerado pela agitação e turbulência da água, fazendo com que os cursos d'água com maior velocidade ou com cachoeiras sejam mais oxigenados. O lançamento excessivo de compostos orgânicos nos cursos d'água como resíduos de indústrias e esgoto doméstico pode provocar a proliferação de organismos, cuja respiração causa a redução ou o consumo total do oxigênio dissolvido na água.

Os resultados obtidos para o OD atendem aos padrões do CONAMA 357/05 sendo que o valor considerado para rios da Classe II é superior a 5,0 mg/L O2 e todas as amostras analisadas apresentaram resultados acima desse valor, como se pode observar no gráfico abaixo.

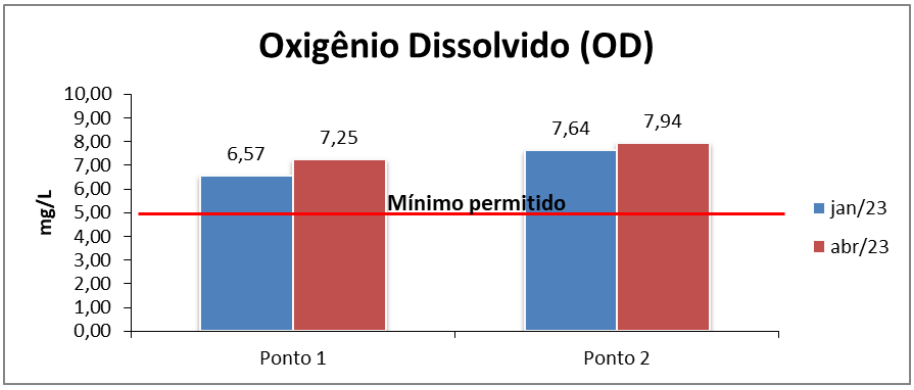


Figura 81: Resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Este parâmetro pode definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução e deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade. Alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas. Os resultados obtidos para o pH atendem o padrão do CONAMA 357/05, sendo que o valor considerado para a Classe II é de 6,0 a 9,0 e as amostras analisadas apresentaram resultados de acordo com esses valores como pode-se observar no gráfico abaixo.

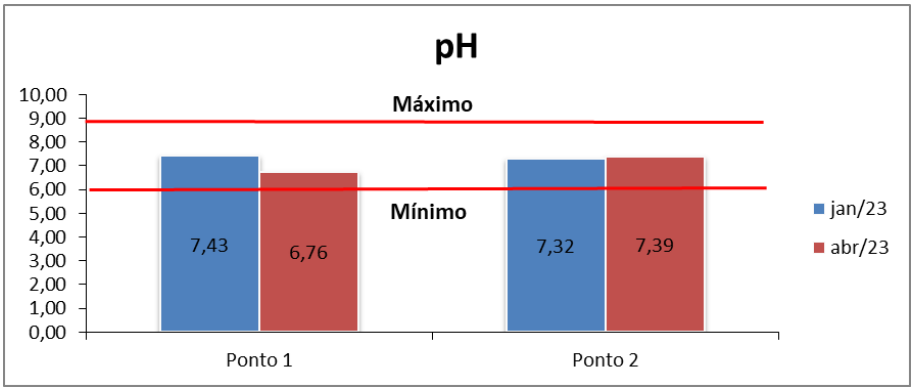


Figura 82: Resultados do parâmetro pH para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

Nitrogênio total

O Nitrogênio é junto com o Fósforo o elemento que ajuda a causar o processo de eutrofização. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes. O

nitrogênio pode estar presente na água na forma de nitrogênio amoniacal, orgânico, nitrato e nitrito. O nitrogênio amoniacal e orgânico são chamados reduzidos, e o nitrato e nitrito oxidados, podendo ser associados à idade da poluição. Sendo assim, se na amostra de água superficial, for encontrada predominância de formas reduzidas (amônia e nitrogênio orgânico) significa que a fonte da poluição se encontra próxima e recente. Se prevalecer nitrato e nitrito, as fontes de contaminação encontram-se distantes.

O nitrato é a principal forma de nitrogênio configurado encontrado nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a sua principal fonte são os dejetos humanos e de animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes, por isso quando em grandes concentrações pode ocorrer a eutrofização do corpo hídrico.

O nitrito é uma forma química de nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, sendo mais comum em água subterrânea, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

O Nitrogênio não possui padrão estipulado na resolução CONAMA 357/05, possuindo limites apenas para outros parâmetros relacionados: Nitrogênio Amoniacal total, Nitrito e Nitrato que são as diferentes formas que se encontra o nitrogênio em águas naturais. Os valores deste parâmetro em todas as suas formas se mantiveram dentro dos limites estabelecidos na CONAMA 357/05.

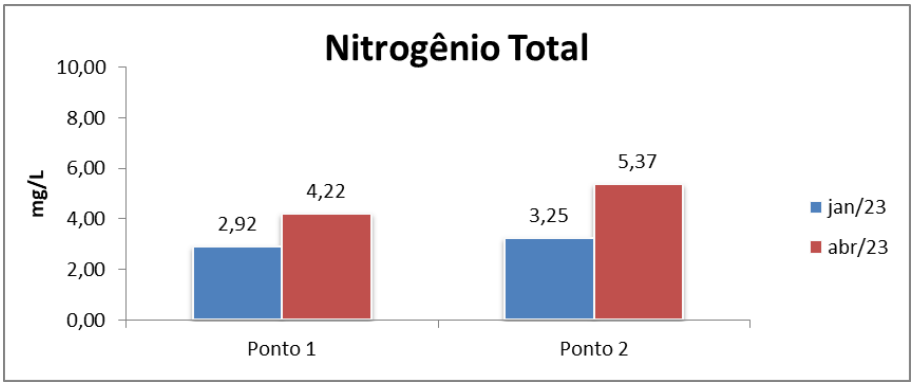


Figura 83: Resultados do parâmetro Nitrogênio total para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

Fósforo total

O fósforo é um dos principais nutrientes presentes na hidrosfera, pois participa de importantes processos metabólicos em seres vivos. A importância do fósforo nesses ambientes

é verificada através da atuação do fósforo como o principal nutriente limitante para produtividade primária em ambientes aquáticos continentais (ESTEVES, 2011). No ambiente aquático, o fósforo se apresenta sob a forma de fosfato que pode ser classificado como: fosfato insolúvel, fosfato orgânico dissolvido, fosfato reativo, fosfato total dissolvido e fosfato total. Do ponto de vista da importância biológica do fósforo, em ambientes aquáticos, a fração fosfato reativo se destaca porque é a fração mais bio-disponível para os seres vivos, como por exemplo, os micro-organismos plâncton, especialmente algas (ESTEVES, 2011). O lançamento de despejos, tratados ou não, ou o carreamento de fertilizantes para as águas superficiais pode estimular o desenvolvimento excessivo de organismos.

Atividades antrópicas como os esgotos domésticos, são naturalmente ricos em fósforo e a sua concentração ultimamente vem aumentando, devido ao uso sempre crescente de detergentes sintéticos que os contém. Ainda, os fosfatos são largamente empregados como fertilizantes comuns e são levados pelas chuvas até os cursos d'água. Altas concentrações de fósforo na água estão associadas com a eutrofização artificial, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas em reservatórios e rios.

Os resultados obtidos do parâmetro Fósforo Total apresentaram valores fora do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para ambientes lóticos nos dois pontos amostrais. Apenas o Ponto 02 durante a campanha realizada no outono apresentou valores dentro dos limites estabelecidos.

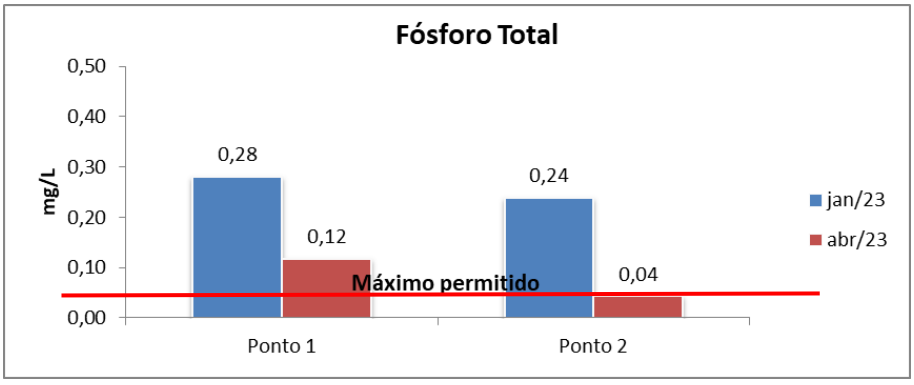


Figura 84: Resultados do parâmetro Fósforo total para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

O revolvimento do solo para o plantio de monoculturas, principalmente soja e milho, podem contribuir para o aporte de sedimentos ao longo da bacia hidrográfica onde está localizado o empreendimento (MELLO et al., 2020). Associado à isso, a aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas, que podem conter em sua composição altas cargas de fósforo que por ventura, acabam sendo carreadas para o corpo hídrico, também podem estar contribuindo para os valores encontrados (MENDES et al., 2020). Ainda, destaca-se a utilização

de fertilizantes, cada vez mais frequentes e em maiores quantidades, para o aumento do rendimento das monoculturas cultivadas (GIRARDI et al., 2016). Sendo assim, o programa ambiental de monitoramento da qualidade das águas superficiais, se torna essencial no que diz respeito também na avaliação da bacia hidrográfica onde está localizada a CGH Giacomini.

Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila), de detritos orgânicos, algas, bactérias e plâncton em geral, etc. Desta forma, a turbidez da água é a medida de sua capacidade de dispersão da radiação, sendo que os principais fatores responsáveis pela turbidez da água são as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e os compostos dissolvidos. Estes são responsáveis pela cor verdadeira da água e o material em suspensão pela cor aparente.

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares nas estações de tratamento de águas. Pode ainda decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição. Alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreativo da água.

A turbidez pode ainda ser influenciada pela topografia, composição do solo da bacia de drenagem, tipo de vegetação e atividades antrópicas desenvolvidas na região. Neste sentido, áreas de agricultura, onde tradicionalmente se utiliza da aragem do solo para a implementação de monoculturas, bem como o desmatamento de áreas para o estabelecimento de áreas de pastagens, expõe o solo, fazendo com que em épocas de chuva este solo pare dentro dos cursos de água. Os resultados obtidos para Turbidez atendem ao limite estipulado pelo CONAMA 357/05, de até 100 UNT para todos os pontos amostrados, conforme pode ser visualizado no gráfico abaixo.

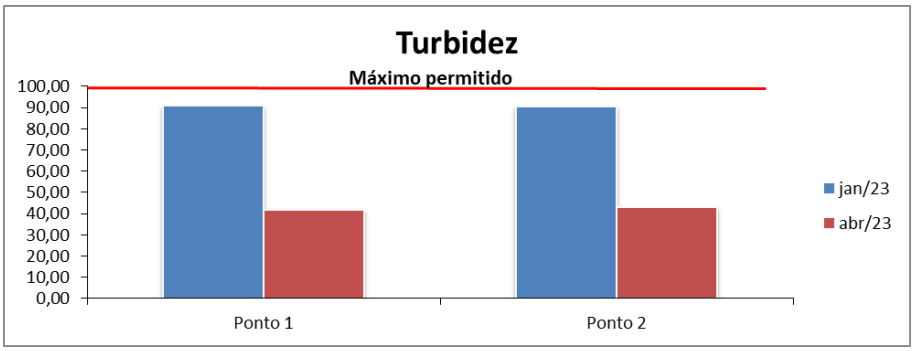


Figura 85: Resultados do parâmetro Turbidez para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

- **Metais pesados**

Alguns processos naturais como o intemperismo e a lixiviação do solo são exemplos de processos naturais que geram o aparecimento de metais pesados na água e no solo. As principais atividades antrópicas que geram o aumento da concentração de metais pesados no ambiente é a utilização de fertilizantes e a atividade mineradora (MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2006).

O mercúrio, por exemplo, é um contaminante tóxico bioacumulativo, ele pode se acumular em organismos e causar efeitos adversos, incluindo mortandade de peixes, aves, mamíferos, redução no sucesso reprodutivo, além de crescimento e desenvolvimento prejudicados (KEATING et al., 1997). Atualmente existem 14 formas químicas inorgânicas listadas no padrão de potabilidade do Brasil, as quais possuem valores máximos permitidos estabelecidos com base no risco à saúde associado à exposição via consumo da água, dentre essas substâncias destacam-se o chumbo, cromo e mercúrio, pois podem apresentar elevada toxicidade (NHMRC, 2018). O pescado é um dos maiores contribuintes para a transferência de mercúrio para o homem, sendo que este se mostra mais tóxico na forma de compostos organometálicos.

Segundo Alloway e Ayres (1997) a agricultura destaca-se como uma fonte difusa de poluição por metais, sendo de difícil controle. Os metais podem ser originados de impurezas em fertilizantes (cádmio, cromo, molibdênio, chumbo, urânio e zinco), moléculas em formulações de agrotóxicos (cobre, arsênio, mercúrio, chumbo, manganês e zinco), substâncias utilizadas como conservante de madeira (arsênio, cobre e cromo), além de estarem presentes em despejos de dejetos animais, particularmente de suínos e aves (cobre e zinco). Dos sete parâmetros de metais analisados para o Arroio Guaçu, dois apresentaram valores fora dos padrões estipulados pela CONAMA 357/05, que foram chumbo e alumínio.

Alumínio Dissolvido

O alumínio é liberado ao ambiente principalmente por processos naturais, porém vários fatores influenciam sua mobilidade e subsequente transporte no ambiente. O metal entra na atmosfera como material particulado oriundo de erosão natural do solo, mineração ou atividade

agrícola, gases vulcânicos e combustão de carvão (RAHMAN et al., 2018; IMURA et al., 2019; YANG et al., 2022; IVANOVA et al., 2020). O alumínio pode ocorrer na água em diferentes formas e sua concentração depende de fatores físicos, químicos e geológicos. As concentrações do alumínio dissolvido em águas com pH próximo a neutro geralmente estão entre 0,001 e 0,05 mg/L, mas aumentam para 0,5–1 mg/L em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica, podendo chegar a valores acima de 90 mg/L em águas extremamente acidificadas afetadas por drenagem ácida de mineração.

Os resultados do Alumínio Dissolvido para as amostras coletadas nos pontos amostrais são apresentados no gráfico abaixo. Dos metais pesados analisados nas amostras coletadas nas duas campanhas realizadas, este excedeu aos valores máximos estabelecidos na resolução CONAMA 375/05 nos dois pontos de coleta em ambas campanhas amostrais.

As concentrações de alumínio nas águas de superfície podem ser aumentadas, direta ou indiretamente, pela actividade humana com descargas industriais e municipais, com o arrastamento de terra contendo alumínio e com a presença de complexos de alumínio que a matéria orgânica pode formar (CLETO, 2008). Esse resultado pode estar relacionado com um lançamento de efluentes localizado a montante dos pontos amostrais, de qualquer forma, a qualidade da água deverá ser monitorada para compreender melhor essa relação.

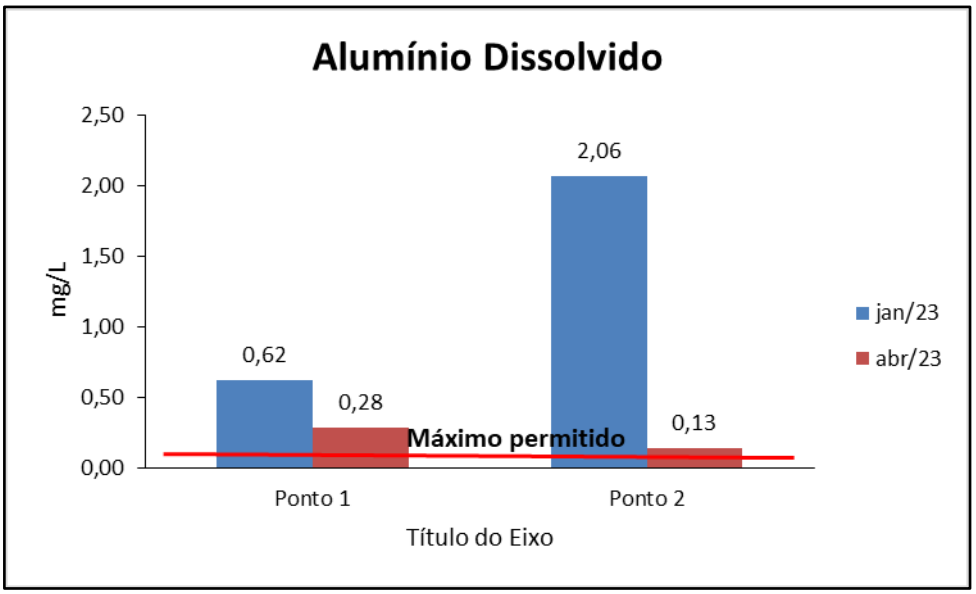


Figura 86: Resultados do parâmetro alumínio para os dois pontos amostrados no Arroio Guaçu.

- **Agrotóxicos**

Após a aplicação muitos resíduos de agrotóxicos permanecem no ambiente, um dos agravantes da pulverização de agrotóxicos é que não atinge apenas as lavouras, impactando diferentes ambientes, sendo carregado pelo vento, pela chuva, entre outros transportes. A

atrazina é um dos compostos analisados para esse relatório, esse agrotóxico é banido em diversos países, entretanto ainda é muito utilizado no Brasil, no Paraná, em 2015, ela representou 2% do consumo total de agrotóxicos para o estado (SIAGRO, 2015). No estado do Paraná alguns trabalhos já registraram carbendazim e atrazina no rio Piquiri, na região centro-oeste foram encontradas em águas naturais glifosato e pendimetalina (GALLI, MACHADO, 2011).

A partir dos dados disponibilizados pelo SIAGRO, observa-se que o consumo de agrotóxicos no município de Quatro Pontes bem como, nos municípios próximos, manteve-se oscilando entre os anos, em Cascavel e Marechal Cândido Rondon houve uma redução significativa a partir de 2015, para o município de Quatro Pontes nota-se que o consumo se manteve constante, com uma média de 185,5 toneladas/ano, conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

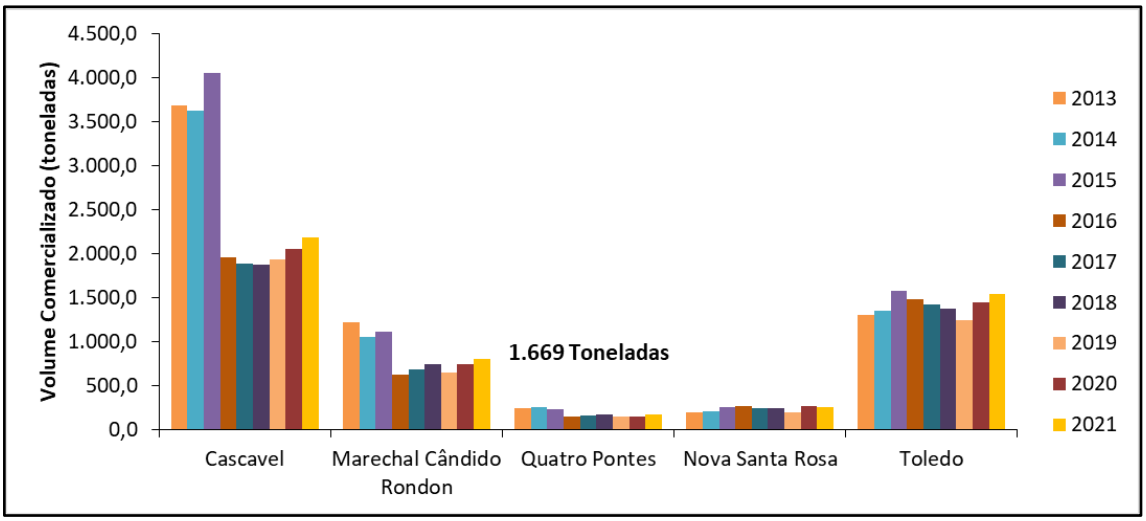


Figura 87: Consumo de agrotóxicos no município de Quatro Pontes e municípios próximos entre os anos de 2013 e 2021. Fonte: SIAGRO, 2022.

Foram avaliados dezesseis parâmetros de agrotóxicos nos pontos amostrados do Arroio Guaçu. Todos se enquadraram dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe II. Como o consumo de agrotóxicos tem se tornado cada vez mais frequente no Brasil, principalmente com a liberação de produtos mais nocivos à saúde e ao meio ambiente se faz importante o monitoramento de alguns desses parâmetros nas demais fases do empreendimento.

Tabela 36: Agrotóxicos avaliados no Arroio Guaçu para o ponto do empreendimento. N/D = Não detectado.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05	Jan/23		Abr/23		Atende os Parâmetros do CONAMA 357/05
			P1	P2	P1	P2	
2,4-D	µg/L	Até 4,0 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05	Jan/23		Abr/23		Atende os Parâmetros do CONAMA 357/05
			P1	P2	P1	P2	
Aldrin+Dieldrin	µg/L	Até 0,005 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Atrazina	µg/L	Até 2 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	Até 0,002 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	Até 0,1 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Dodecacloro Pentaciclodecano	µg/L	Até 0,001 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Endossulfan (α + β + sulfato)	µg/L	Até 0,06 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Endrin	µg/L	Até 0,004 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Glifosato + AMPA	µg/L	Até 65 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Malation	µg/L	Até 0,1 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Metoxicloro	µg/L	Até 0,03 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Metolacloro	µg/L	Até 10 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Paration	µg/L	Até 0,04 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Toxafeno	µg/L	Até 0,01 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim
Ortofosfato	µg/L	-	N/D	N/D	N/D	0,09	Sim
Trifluralina	µg/L	Até 0,2 µg/L	N/D	N/D	N/D	N/D	Sim

Índice da Qualidade da Água – IQA

No que concerne aos resultados obtidos pela metodologia do IQA, os dois pontos amostrados ficaram classificados como qualidade da água "boa" em ambas as campanhas amostrais, conforme apresentado no gráfico abaixo.

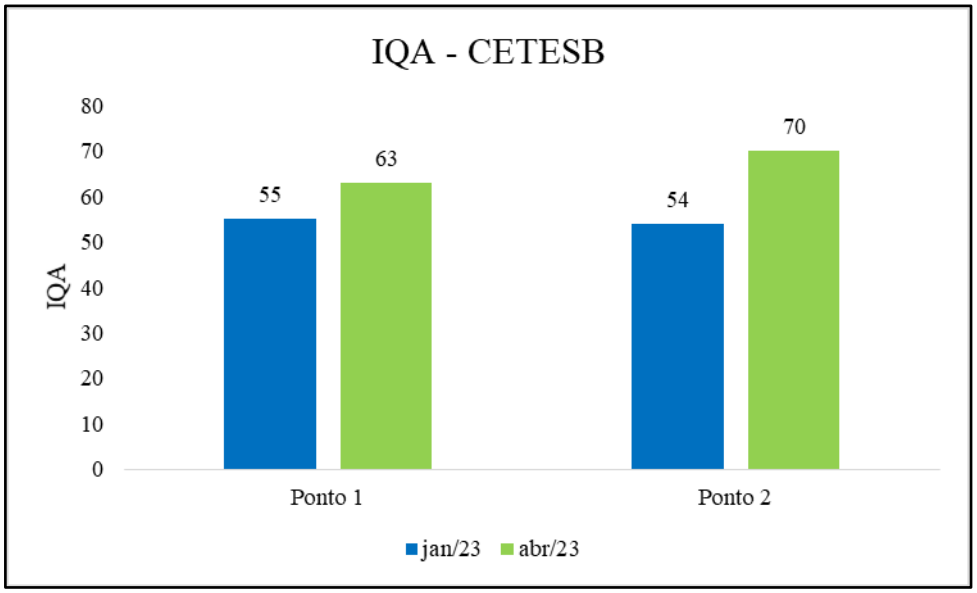


Figura 88: Resultados do IQA para os pontos amostrais.

Conforme apresentado ao longo deste capítulo, dos parâmetros envolvidos na análise global do IQA, apenas o fósforo e coliformes excederam os valores estabelecidos na legislação pertinente em amostras pontuais. Este resultado refletiu nos valores médios observados, levando em consideração os resultados obtidos para os dois pontos amostrados, obteve-se qualidade da água "boa", conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

Em suma, nas duas campanhas de amostragens realizadas no Arroio Guaçu, na área de influência da CGH Giacomini, o Oxigênio Dissolvido e os Coliformes Termotolerantes foram os parâmetros que receberam as maiores ponderação globais, conforme pode ser visualizado nas tabelas abaixo.

Tabela 37: Resultados das ponderações dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 1.

Ponto 1 - Montante			
Parâmetros	**Peso (w)**	**jan/23**	**abr/23**
		Valores de qi	
Oxigênio Dissolvido (% OD)	0,17	15,04	15,66
Coliformes Termotolerantes (NPM)	0,15	14,10	14,10
pH	0,12	1,80	2,10
Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$(mg/L)	0,10	9,25	8,77
Nitrogênio Total (mg/L)	0,10	7,34	8,84
Fósforo Total (mg/L)	0,10	7,88	7,10
Temperatura (°C)	0,10	4,51	7,27
Turbidez (NTU)	0,08	1,56	3,43
Sólidos Totais (mg/L)	0,08	6,89	6,80

Tabela 38: Resultados das ponderações dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 2.

Ponto 2 - Jusante			
Parâmetros	**Peso (w)**	**jan/23**	**abr/23**
		Valores de qi	
Oxigênio Dissolvido (% OD)	0,17	16,63	16,75
Coliformes Termotolerantes (NPM)	0,15	14,10	14,10
pH	0,12	1,34	3,50
Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$(mg/L)	0,10	9,25	9,25
Nitrogênio Total (mg/L)	0,10	7,08	8,84
Fósforo Total (mg/L)	0,10	7,67	6,50
Temperatura (°C)	0,10	5,19	8,85
Turbidez (NTU)	0,08	1,57	3,37
Sólidos Totais (mg/L)	0,08	6,89	6,80

No que concerne as ponderações que recebem o mesmo peso (0,10), para o ponto a montante e jusante, destaca-se a importância dos parâmetros DBO e Fósforo Total. Por sua vez, na escala 0,08, salienta-se a importância do parâmetro Sólidos Totais em ambas as campanhas.

Esses resultados demonstram a influência da variação individual dos parâmetros analisados quando estes são ponderados em uma análise global, como é o caso do IQA.

Demostram também a influência de diversos fatores na variação destes parâmetros, isso porque muitas vezes as fontes que auxiliam na variação excedente de determinados parâmetros ambientais, são consideradas como difusas, impossibilitando o estabelecimento exato das mesmas. Além disto, pode-se destacar a influência da variação pluviométrica bem como, as condições de conservação da bacia hidrográfica onde o curso hídrico se localiza.

A presença das matas ciliares auxilia nos aspectos da qualidade da água de um corpo hídrico, visto que este tipo de vegetação cumprem o papel de uma zona de tampão para sedimentos e contaminantes transportados pelo escoamento superficial (BROETTO et al., 2017). Apesar de no ponto do empreendimento a mata ciliar encontrar-se preservada em alguns pontos, a entrada do gado e degradação do sub-bosque também podem influenciar nos resultados.

As chuvas, em escala regional ou local, podem variar em função do relevo e da formação da área de instabilidade, fazendo com que em uma face da bacia hidrográfica chova muito e pouco em outras. Para que haja precipitações mais abundante há a necessidade do deslocamento de massas polares de grande intensidade, formando frentes frias com quantidade de água precipitável. A precipitação é a variável meteorológica que influencia diretamente no balanço hídrico de uma região, podendo-se por meio dela determinar o excesso ou escassez de chuva de uma determinada região. Desta forma, a precipitação é fator determinante no que diz respeito ao monitoramento da qualidade da água, visto que tanto nutrientes quanto poluentes, bem como matéria orgânica e partículas suspensas, são carreadas para cursos d'água (ROSTAMI et al., 2018).

Os dois pontos amostrados apresentaram qualidade da água "Boa". Neste sentido, um dos principais instrumentos que sustentam a gestão dos recursos hídricos é o monitoramento da qualidade das águas (GUEDES et al., 2012). Buscando uma melhor gestão dos recursos hídricos, muitos estudos vêm sendo realizados no intuito de determinar a qualidade das águas de rios, lagos e represas através do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água (ROCHA et al., 2014). Segundo Viana et al. (2013), o monitoramento da qualidade da água é um fator essencial para a tomada de decisões dos gestores. Ainda, monitorar a qualidade da água na fase que o empreendimento se encontra, servirá como um histórico deste trecho, permitindo futuras comparações, caso o projeto seja levado adiante e as fases de implantação e operação sejam alcançadas. Desta forma, os resultados referentes aos aspectos

da qualidade da água, serão uteis para a comparação de possíveis impactos da implantação do empreendimento.

Índice de Estado Trófico – 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.

O crescimento desordenado de macrófitas e algas comprometem, principalmente, a ictiofauna do corpo hídrico. Quando em um ambiente lótico, estas situações raramente ocorrem salvo trechos do curso hídrico com característica lêntica. Porém, tratando-se de um ambiente lêntico ou reservatório, onde o deslocamento da água é reduzido, há maior tendência do acúmulo de nutrientes e matéria orgânica, que pode favorecer o desenvolvimento excessivo de macrófitas e algas.

Das três variáveis citadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foi aplicada apenas uma: 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, comum em rios de elevada correnteza, e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, bem como ser pouco aplicada para rios com baixa profundidade. A clorofila também é um parâmetro determinante para entender o estado de trofia de um curso hídrico, entretanto, não foi detectada clorofila em nenhuma das amostras de água coletadas. No caso de não haver resultados para a clorofila, o índice será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET (CETESB, 2006; LAMPARELLI, 2004). Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), foram entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

Deve-se levar em conta que em um 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.

Levando em consideração a média das análises dos pontos coletados em novembro de 2021 temos:

Janeiro/2023 – Ponto 1

* PT: 0,28 mg/L = 280 µg/L

* CL-A: N/D

- IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln 280))/ln))-20

  IET (PT) = 63,20

- IET (CL-A) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln 0,28))/ln 2))-20

  IET (CL-A) = 39,07

- IET = (63,20 + 39,07)/2

  IET = 51,14 - OLIGOTRÓFICO

Janeiro/2023 – Ponto 2

* PT: 0,23 mg/L = 230 µg/L

* CL-A: N/D

- IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln 230))/ln 2))-20

  IET (PT) = 62,18

- IET (CL-A) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln 0,23))/ln 2))-20

  IET (CL-A) = 37,37

- IET = (62,18 + 37,37)/2

  IET = 49,78 - OLIGOTRÓFICO

Abril/2023 – Ponto 1

* PT: 0,11 mg/L = 110 µg/L

* CL-A: N/D

- IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln 110))/ln))-20

  IET (PT) = 58,35

- IET (CL-A) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln 0,11))/ln 2))-20

  IET (CL-A) = 30,99

- IET = (58,35 + 30,99)/2

  IET = 44,67 - ULTRAOLIGOTRÓFICO

Abril/2023 – Ponto 2

* PT: 0,04 mg/L = 40 µg/L

* CL-A: N/D

- IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln 40))/ln 2))-20

IET (PT) = 53,09

- IET (CL-A) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln 0,04))/ln 2))-20

IET (CL-A) = 22,23

- IET = (53,09 + 22,23)/2

IET = 37,66 - ULTRAOLIGOTRÓFICO

Tabela 39: Resultados do IET para os pontos amostrados no Arroio Guaçu.

PONTOS	Campanhas	
	Jan/23	Abr/23
P1	51,14	44,67
P2	49,78	37,66

Avaliando os valores de IET por ponto de coleta ao longo do período de amostragem, o Ponto 2 (jusante do empreendimento) ficou classificado como ULTRAOLIGOTRÓFICO e o Ponto 1 (montante do empreendimento) ficou classificado como OLIGOTRÓFICOS, para ambas campanhas realizadas. O resultado se mostrou positivo em relação ao Índice de Estado Trófico. De acordo com CETESB (2008), rios que apresentam valores de IET menores ou iguais a 47, devem ser classificados como ULTRAOLIGOTRÓFICO, sendo corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água. Entretanto, o monitoramento da qualidade da água deve ser mantido a fim de analisar as mudanças ocorridas no regime do Arroio Guaçu durante as demais fases do empreendimento.

Análises Biológicas

- **ICZ**

A comunidade zooplanctônica pode ser considerada um indicador de impacto ambiental, uma vez que, com a introdução de poluentes na água, ocorrem modificações ambientais e o zooplâncton reage a estas (LIANG et al., 2020; SILVA et al., 2019). No que se refere a geração do índice ICZ, como não foram registrados os grupos necessários em nenhum dos pontos amostrais, não a possibilidade de gerar o índice de comunidade zooplanctônica.

- **Coliformes termotolerantes**

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, sendo uma das maiores preocupações em relações aos padrões da qualidade da água (RIBEIRO et al., 2022; MUNIZ et al., 2020). O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e Enterobactéria. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas, que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5ºC e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

O parâmetro analisado Coliformes Termotolerantes possui limite de 1000 NMP/100mL estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe II. Dentre as amostras analisadas, apenas o Ponto 02 durante a segunda campanha amostral que se manteve em conformidade com a legislação, as demais amostras apresentaram valores excedentes de coliformes.

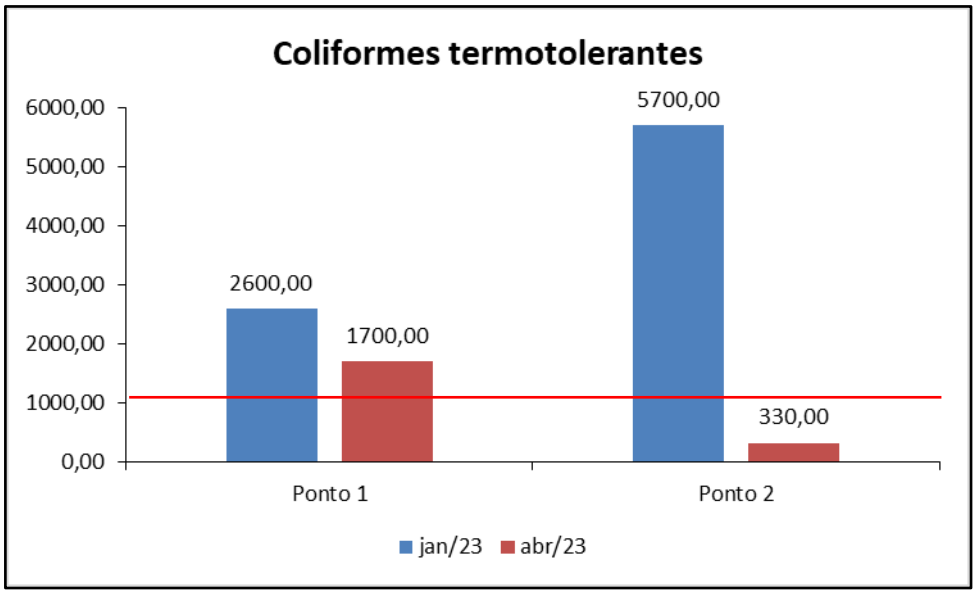


Figura 89: Valor do parâmetro Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrados para o Arroio Guaçu.

- **Clorofila-a**

Costuma-se utilizar a concentração de clorofila (em ug/l) para expressar a biomassa fitoplanctônica. Assim, o estudo do fitoplâncton e da biomassa (Clorofila-a), associado aos parâmetros físicos e químicos, pode detectar possíveis alterações na qualidade das águas, bem como avaliar tendências ao longo do tempo, que se reflitam em modificações no habitat ou no comportamento dos organismos aquáticos. Além disso, a análise dos níveis de clorofila pode

estabelecer uma correlação entre a ocorrência das espécies e a biomassa e, desta forma, buscar indicadores biológicos da qualidade de água.

A concentração de clorofila-a na água está diretamente relacionada com a quantidade de algas presentes no manancial. A concentração excessiva de algas confere aos lagos a aparência indesejável de "sopa de ervilha". As características da qualidade da água determinam que espécies de algas estão presentes. Lagos com elevados níveis de nutrientes, tendem a suportar um maior número de algas do que aquelas com baixo nível desses elementos (INGOLE e AN, 2016; HARA, 2020), este padrão também pode ser observado em rios (ROCHE et al., 2022). Outros fatores, como: temperatura, profundidade, pH e alcalinidade, também influem nas espécies e no número de algas encontradas nos lagos. Os limites para este parâmetro estão estipulados na legislação do CONAMA 357/05 para no máximo ≤ 30 µg/L. Em todos os pontos amostrados a Clorofila não foi detectada, atendendo aos limites da legislação.

- **Flora aquática**

Não foram visualizados focos de macrófitas aquáticas no Arroio Guaçu no trecho do empreendimento. Segundo as características observadas *in loco* e os resultados das análises da qualidade da água, não se espera a proliferação de macrófitas em grande escala para a CGH Giacomini. Podem ocorrer proliferações pontuais nas proximidades da tomada da água, por ser um ponto em que normalmente existe um acúmulo maior de matéria orgânica.

Identificação de fontes de contaminação

As principais fontes de contaminação dos corpos hídricos na região do empreendimento são provenientes do uso indiscriminado de agrotóxicos em monoculturas e do lançamento de efluentes em áreas urbanas. Foram identificados três pontos de lançamento de efluentes a montante da CGH Giacomini no Arroio Guaçu. O ponto de lançamento de efluentes mais próximo fica localizado no município de Toledo no Distrito Novo Sarandi, a aproximadamente 2 km da CGH Giacomini e possui uma vazão de 9,00 m³/h com Portaria de Outorga n° 1479/2018-DPCA em nome da Companhia de Saneamento do Paraná. Segundo informações do IBGE, no ano de 2010 o município de Toledo contava com 57,8% de esgotamento sanitário adequado. Outra fonte possível de contaminação é o despejo inadequado de resíduos sólidos, esses têm suas fontes diversificadas, podendo ser proveniente de moradias próximas ou de resíduos descartados incorretamente nos municípios próximos e que são carregados até os rios.

Considerações finais da qualidade da água

Baseado nos laudos e gráficos apresentados pode-se observar que a qualidade da água atende a maioria dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para corpos hídricos de Classe II, com exceção dos parâmetros: Fósforo total, Coliformes termotolerantes, Alumínio e Chumbo total. Dentre os parâmetros que execeram os limites da resolução, destacam-se os coliformes e o alumínio, as concentrações de alumínio nas águas de superfície podem ser aumentadas, direta ou indiretamente, pela atividade humana com descargas industriais e municipais.

O índice calculado (IQA) caracterizou a água do Arroio Guaçu como boa. Pelas características do empreendimento espera-se que não ocorram alterações significativas na qualidade da água do Arroio Guaçu. A capacidade de autodepuração das águas de um rio depende principalmente das condições de oxigenação, normalmente grandes reservatórios d'água podem comprometer a capacidade de autodepuração através da redução da velocidade das águas, prejudicando a transferência de oxigênio atmosférico para a água. Levando em consideração que a CGH Giacomini não irá formar área alagada e contará apenas com um pequeno barramento de regularização, não devem ser ocasionados impactos negativos quanto à capacidade de autodepuração e eutrofização do Arroio Guaçu.

Apesar da qualidade da água também ser alterada por fenômenos naturais, as atividades de origem antrópica são atualmente as principais responsáveis pela alteração nos indicadores de qualidade da água. Desta forma torna-se fundamental levar em consideração também as dinâmicas de vazão, principalmente em relação às épocas de chuvas e de seca. No que diz respeito às pressões antrópicas, destacam-se aqui as possíveis relações com o uso de fertilizantes, práticas mal elaboradas do manejo do solo em áreas de agricultura e a influência de áreas de pecuária. Ressaltamos a importância da continuidade da amostragem do Arroio Guaçu na área de influência da CGH Giacomini, tanto para criar um histórico de dados para a região bem como, para monitorar qualquer alteração que possa estar ocorrendo na qualidade da água deste rio. Assim, qualquer impacto ambiental relacionado a qualidade da água será passível de diagnóstico e mitigação rápida e eficiente.

Usos da água

Usos consuntivos

Para descrição dos usos consuntivos nas áreas de influência da CGH Giacomini foram utilizados dados das outorgas emitidas no estado do Paraná e que são disponibilizadas pelo Instituto Água e Terra (2023). De acordo com a Portaria 130/2020 do IAT, ficam dispensados

de outorga, considerando-se como uso insignificante, as seguintes acumulações, derivações, captações e lançamentos:

- Acumulações e barragens em cursos d'água com volume de até 15.000 m³, e com área de espelho d'água inferior ou igual a 10.000 m², e com altura de barramento inferior a 1,5 m;
- Derivações e captações individuais de até 5,4 m³/h ou 129,6 m³/dia em atividades de aquicultura;
- Derivações e captações individuais até 1,8 m³/h para as demais atividades (exceto aquicultura);
- Lançamentos de efluentes em corpos d'água com vazão até 1,8 m³/h.
- Captações destinadas ao consumo familiar de proprietários e de núcleos populacionais inferiores ou iguais a 400 (quatrocentos) habitantes dispersos no meio rural.

Ainda segundo a portaria, quando a soma das derivações e captações consideradas insignificantes atingir 20% da vazão outorgável em um dado manancial, não mais devem ser dispensadas ou permitidas novas captações, ficando sujeitas aos procedimentos legais de outorga. A seguir é apresentada a tabela com as captações de água superficial registradas para AID do empreendimento, as buscas foram realizadas no sistema SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas) e no SIGARH (Sistema de Informações para Gestão Ambienta e de Recursos Hídricos).

Foram identificados na AID duas captações de água superficial, uma localizada na jusante da casa de força que é referente a captação d'água do Arroio Guaçu para irrigação. A outra captação d'água está no trecho de vazão reduzida, e pertence ao proprietário das terras atingidas pela CGH Giacomini, essa captação possui a finalidade de criação de peixes em água doce (aquicultura). Também foram identificadas duas captações subterrâneas na AID, ambas realizam a captação d'água para processo industrial e não serão impactadas pelo empreendimento.

Tabela 40. Usos consuntivos na AID do empreendimento.

USO	DOCUMENTO	VAZÃO	TIPO DE CORPO HÍDRICO
Irrigação	Portaria de Outorga 369/2010	100,00 m³/h	Arroio Guaçu
Aquicultura	Portaria de Outorga 335/2020	450 m³/h	Arroio Guaçu
Processo industrial	Portaria de Outorga 544/2004	5,00 m³/h	Poço

USO	DOCUMENTO	VAZÃO	TIPO DE CORPO HÍDRICO
Processo industrial	Portaria de Outorga 543/2004	5,00 m³/h	Poço

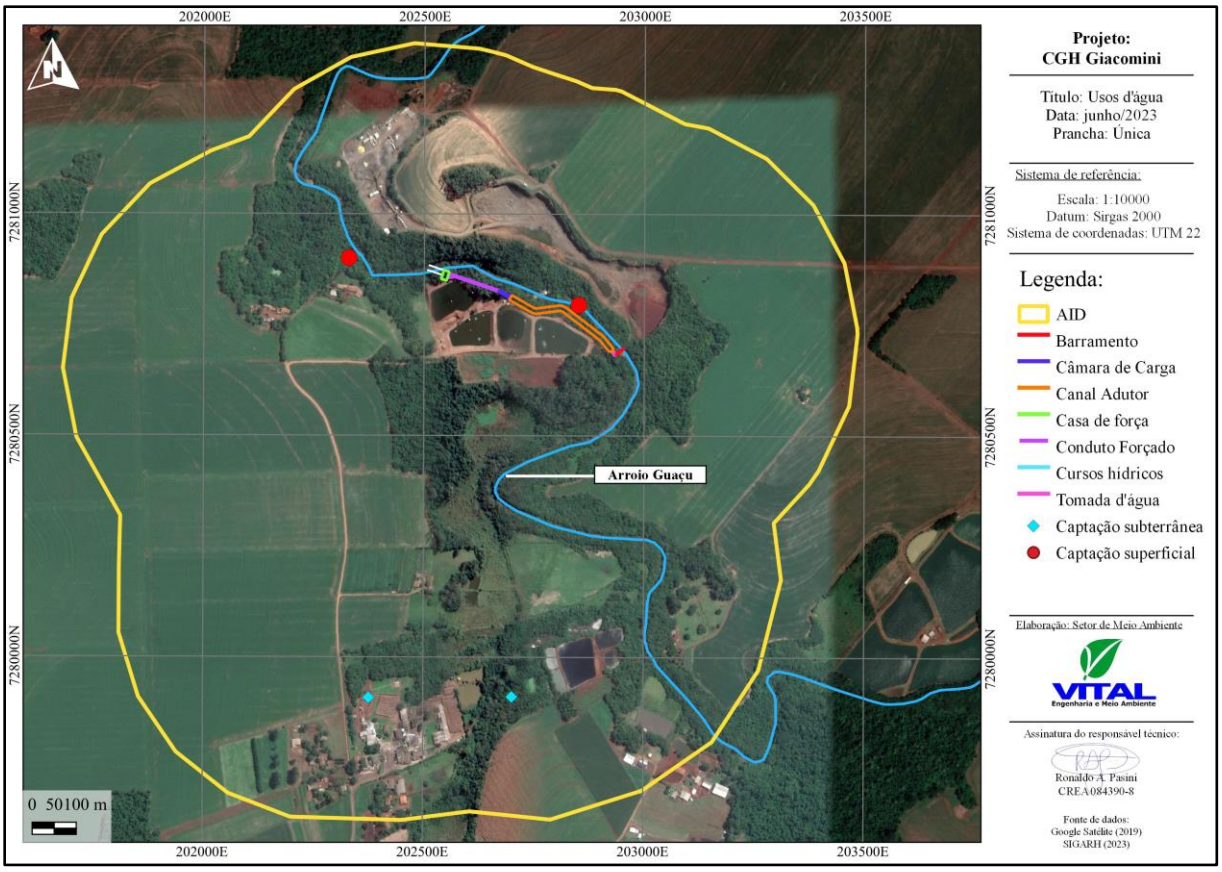


Figura 90: Usos consuntivos d'água na AID do empreendimento.

Poços cadastrados

Para a AII foram identificados cerca de 1000 poços cadastrados através dos registros do SIAGAS (2023), já para a AID só foram identificados dois poços cadastrados em ambos os sistemas consultados, os poços mais próximos estão a aproximadamente de 800 m do empreendimento. Para a ADA não foram identificados poços cadastrados. Portanto a CGH Giacomini não ocasionará impactos relacionados com águas subterrâneas, de qualquer forma, antes da implantação deve ser verificada a existência de novos poços na ADA e AID.

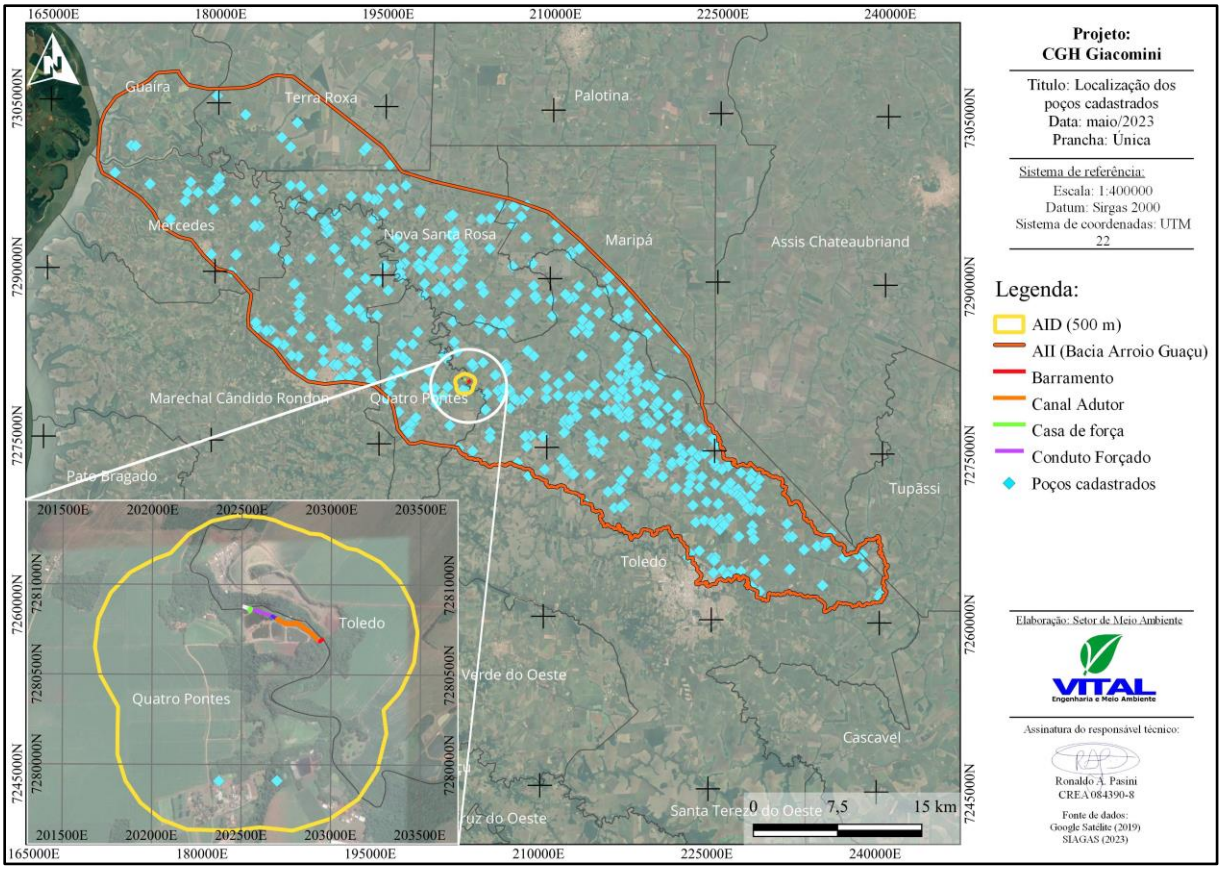


Figura 91: Poços registrados na área de drenagem do empreendimento.

Usos não consuntivos

Os usos não consuntivos são aqueles que não envolvem o consumo direto da água, como exemplo a pesca, navegação e o lazer. No trecho de implantação foi visualizado que o rio não é utilizado para lazer. De modo geral o Arroio Guaçu não possibilita a navegação, já que foram observados corredeiras e saltos que impossibilitariam o uso do rio como rota de tráfego hidroviário, tampouco existe demanda local.

Usos futuros

No que concerne aos usos da água a CGH Giacomini tem baixa possibilidade de ocasionar impactos negativos. Futuramente não se espera muitas alterações referentes aos usos d'água na AID do empreendimento, isso porque se trata de um empreendimento de pequeno porte, com um trecho de TVR de apenas 500 m, os empreendimentos que captam água tanto a montante quanto na jusante da CGH Giacomini continuarão com suas atividades normalmente conforme vazões outorgadas junto ao órgão responsável. Com relação a captação para aquicultura que está localizada no TVR da usina, a mesma será alterada e alocada no próprio canal adutor da CGH (conforme contrato firmado entre as partes), dessa forma os proprietários

conseguirão manter suas atividades já que o empreendedor se compromete em manter a disponibilidade da vazão outorgada para captação destinada a aquicultura.

O trecho impactado pela CGH Giacomini possui dois proprietários na margem esquerda onde se desenvolverá todo o empreendimento, essa área pertence aos proprietários sócios, enquanto da outra margem que não será nada impactada, é em partes ocupada por uma pedreira e outras partes por vegetação nativa. Portanto, o que se espera como uso futuro para o Arroio Guaçu, no trecho em estudo, é a própria geração de energia ora buscada, bem como a manutenção dos usos para aquicultura já utilizados e manutenção da vida silvestre e aquática.

Áreas de manancial

A consulta de áreas de manancial para abastecimento público foi realizada no site do IAT (2023), através do mapa interativo do ICMS Ecológico. Não foram identificadas tais feições nas áreas de influência da CGH Giacomini, o manancial de abastecimento mais próximo é o Rio Alívio, com uma área total de 208,60 km² e tem seu ponto de captação no município de Assis Chateubriand e comtempla ainda os municípios de Toledo e Tupãssi.

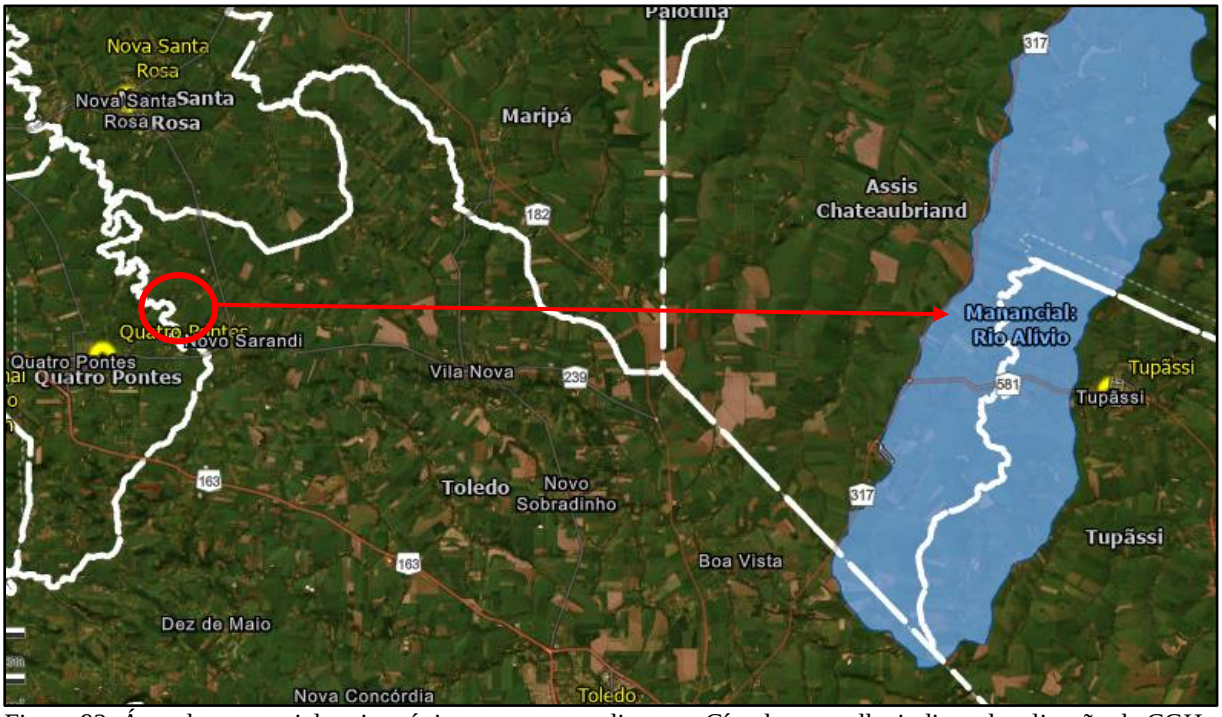


Figura 92: Área de manancial mais próxima ao empreendimento. Círculo vermelha indica a localização da CGH.

Áreas úmidas ou alagáveis

A CGH Giacomini não possuirá reservatório, portanto não formará áreas alagáveis. Na AID foi identificada uma área brejosa com cerca de 3,00 hectares e que está localizada a montante do empreendimento. Essa área úmida pode ser caracterizada como um brejo natural,

já que através de imagens antigas fornecidas pelo Google Satélite pode-se notar que a mesma não seca, além disso, em épocas de cheia o Arroio Guaçu também se torna um contribuiente dessa área, já que o mesmo transborda e alaga em partes essa área. Esse brejo não será atingido com a implantação do empreendimento, já que está localizado fora da ADA.



Figura 93: Áreas úmidas visualizadas na AID.

8.3.3.2 Águas Subterrâneas

Abaixo da superfície do solo a água pode ocorrer basicamente em duas zonas principais: zona não saturada (de aeração) e zona saturada. A primeira é ocupada parcialmente pela água e pelo ar, na qual ocorrem as principais interações entre os contaminantes e o solo, como uma zona de transição entre a poluição da superfície e das águas subterrâneas. Na segunda, os poros do solo estão completamente preenchidos pela água formando os aquíferos, podendo, inclusive, ocorrer pressões superiores à atmosférica.

Denomina-se aquífero a camada de solo que contém água com suficiente permeabilidade para que possa ocorrer a retirada para diversos usos. Aquífero freático consiste no lençol de água situado acima de uma camada impermeável de solo submetido à pressão atmosférica, normalmente de menor profundidade e menor custo de escavação. Sobretudo, uma vez que a zona de recarga abrange praticamente toda extensão do lençol, ocorre um aumento da possibilidade de contaminação por fossas, lixões e fontes de poluição difusa.

A perspectiva de contaminação dos aquíferos relaciona-se com diversos fatores, principalmente tipo de solo e a profundidade, tornando evidente que os aquíferos freáticos são significativamente mais susceptíveis aos efeitos das ações antrópicas do que os artesianos. Apesar desta menor susceptibilidade em relação à poluição que possuem as águas subterrâneas em contraponto as águas superficiais, as subterrâneas possuem um agravante. Por não ocorrer a autodepuração e haver uma lenta renovação das águas nos aquíferos, os efeitos da deterioração

da qualidade da água podem continuar se manifestando mesmo anos após cessar a fonte de contaminação.

8.3.3.2.1 Caracterização do aquífero

Na região sul do Brasil o Sistema Aquífero Serra Geral e Guarani são importantes reservatórios de água subterrânea, os mesmos encontram o Oceano Atlântico na região nordeste do Rio Grande do Sul, descrita como a principal área de descarga dessas formações (ARAÚJO *et al*., 1999). O Aquífero Guarani é um sistema aquífero sedimentar que se estende por 950.000 km², na Bacia do Paraná. Já o Aquífero da Serra Geral é um espesso pacote basáltico, com até 1500 m de espessura, que recobre parcialmente o Aquífero Guarani e possui água reservada em suas falhas e fraturas (BONOTTO, 2006). Na região onde se insere a CGH Giacomini ocorre o Aquífero Serra Geral Norte, conforme imagem abaixo.

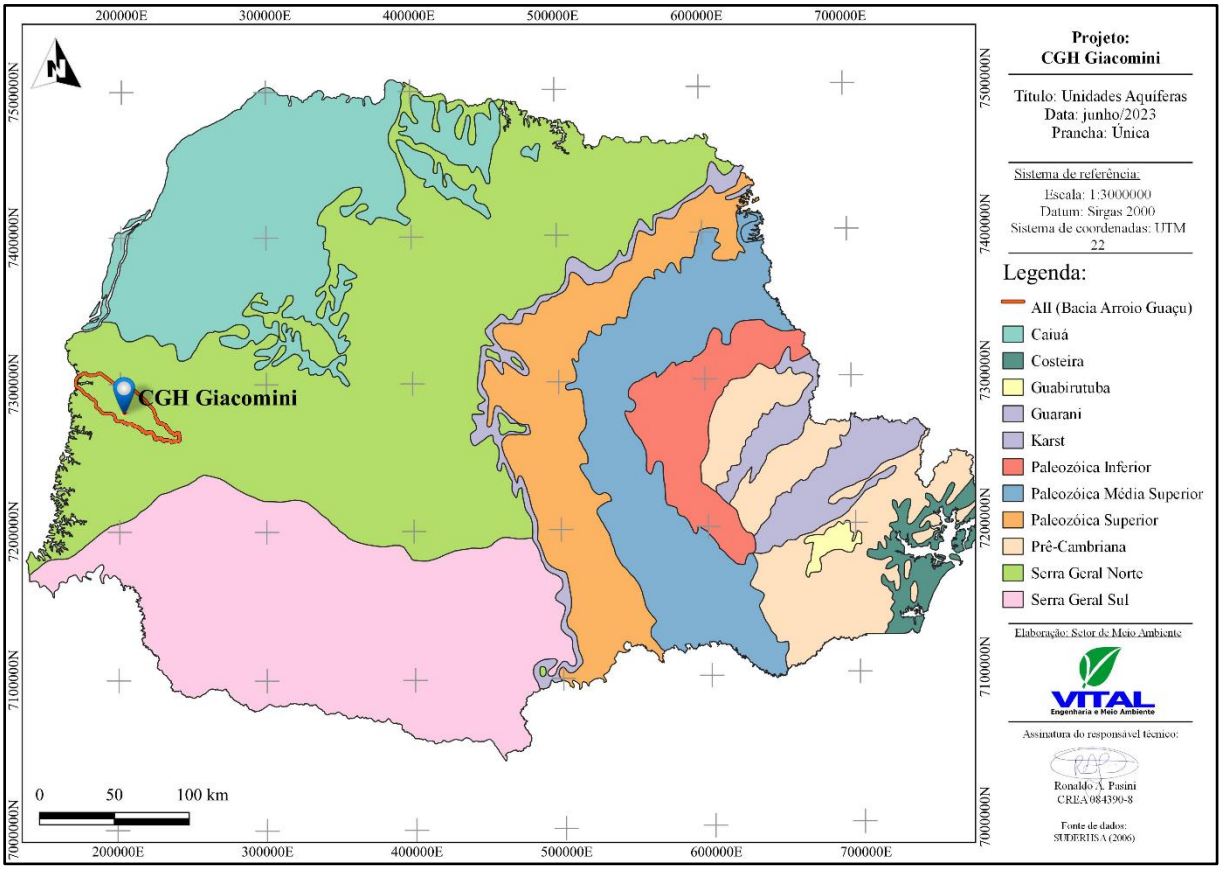


Figura 94: Unidade aquíferas do Paraná.
Fonte: SUDERHSA, 2006.

O Sistema Aquífero Serra Geral pode ser divido em dois grandes compartimentos: Norte e Sul. A unidade aquífera Serra Geral Norte possui uma área de 61.095,33 km² e ocorre nas bacias dos rios Ivaí, Piquiri, Paraná 1, 2 e 3, Pirapó, Tibagi, Cinzas e Parapanema 2, 3 e 4. A

recarga dos aquíferos do grupo Serra Geral ocorre de maneira direta, quando da exposição de afloramentos rochosos às precipitações ou de maneira indireta pelo contato com outros aquíferos. A descarga, por sua vez, se dá sob a forma de fontes freáticas que alimentam os rios da região. As zonas de descargas do Aquífero Serra Geral são aquelas nas quais as águas emergem, através de poços tubulares profundos ou artesianos.

No que concerne a implantação da CGH Giacomini, na ADA não foram observados poços artesianos, conforme anteriormente apresentado. Além disso, devido ao pequeno porte do empreendimento e não formação de reservatório, este empreendimento tende a não impactar as águas subterrâneas, uma vez que suas estruturas são mínimas e superficiais.

8.3.4 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Físico

8.3.4.1 Alteração na qualidade da água superficial (A)

Os sedimentos e efluentes naturais e antrópicos são carregados aos cursos hídricos sempre que ocorrem precipitações pluviométricas, principalmente em maior escala, podendo ocasionar alterações na qualidade da água destes. Inicialmente, este impacto está relacionado ao deslocamento de mão de obra ao local do canteiro, com aumento da concentração populacional, ocorrerá incremento de descarga de efluentes domésticos, ocasionando aumento nos níveis bacteriológicos no local. Para evitar a ocorrência deste impacto, é necessário que a empresa responsável pela mão de obra trate e destine de forma responsável todos os efluentes produzidos, além de fornecer instalações sanitárias adequadas.

Durante a fase de construção, poderão ocorrer alterações na qualidade da água do corpo hídrico do rio ocasionadas pelo desmatamento de algumas áreas, movimentos de terraplanagem, assoreamento, efluentes líquidos, pequenos vazamentos decorrentes da operação de máquinas e equipamentos, além de possíveis acidentes no andamento da obra. Deve-se também considerar a construção das ensecadeiras de montante e jusante para o desvio do rio.

A partir alça de vazão reduzida também ocorrerão algumas mudanças hidrográficas, principalmente com relação à velocidade das correntes e volume da água, para mitigar esse impacto serão instaladas tubulações de manutenção da vazão sanitária, os quais devem ser mantidos sempre em funcionamento. Acredita-se que a jusante da casa de força deverá ocorrer uma melhora nas condições de qualidade da água que retornará ao Arroio Guaçu, haja vista o incremento de oxigênio na água a ser restituída incorporado no processo de geração.

No que tange a duração deste impacto, é possível classificá-lo como temporário, pois a manifestação imediata e de magnitude média se dará durante a implantação e no início da operação. Realizando um bom acompanhamento das condições limnológicas, atrelado ao

monitoramento da biota aquática, deverá encontrar-se um novo equilíbrio ambiental. De todo modo, a qualidade da água não é influenciada apenas por este empreendimento, mas sim pelas condições de conservação e descarga presentes ao longo de toda a bacia hidrográfica do Arroio Guaçu.

Tabela 41. Atributos do impacto: Alteração da qualidade das águas superficiais.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Físico e biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporário
Magnitude	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente Reversível
Sinergia com outros impactos	B, C, D, E, K, M, S, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Implantar Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, visando recompor as áreas utilizadas para canteiro de obras e alojamentos;
- Implantar Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
- Interação com o Programa de Monitoramento de Fauna;
- Interação com Plano Ambiental da Construção (PAC).

8.3.4.2 Alteração na dinâmica hídrica e assoreamento (B)

O regime hídrico de um rio é caracterizado pela combinação de fatores naturais como a geologia e pedologia, área da bacia de drenagem, clima e de sua vazão. Ainda que a implantação de uma CGH sem reservatório gere um menor impacto ambiental em comparação com outros empreendimentos hidrelétricos, a mudança na dinâmica hídrica da região, por menor que seja, é inevitável. A partir do impacto inicial ocasionado pelo desvio do rio e implantação da regula, alguns aspectos poderão sofrer interferência, tais como: transporte de sedimentos, processos erosivos e mudança da dinâmica do ambiente aquático.

Os processos erosivos geram o transporte de sedimentos pelo rio, que ocorre principalmente por arraste, salto ou suspensão, e deverão ser mais proeminentes durante a fase de desvio do rio e terraplanagens. O processo do assoreamento do corpo hídrico está diretamente ligado aos processos erosivos ao longo da implantação, ainda assim, espera-se que

esse impacto seja de baixa magnitude, devido ao pequeno porte da obra. Já os impactos relacionados com a interferência nas propriedades atingidas são voltados unicamente a diminuição da água no TVR, ainda assim, impactos voltados ao uso da água são baixos já que só duas propriedades são atingidas diretamente e os proprietários conseguirão manter sua captação de água para aquicultura.

A barreira física construída no rio (regula), ainda que em menor escala, modifica levemente os mecanismos de transporte de sedimentos. Também haverá, no trecho a jusante da regula, a diminuição da capacidade de autodepuração do rio, devido à diminuição da vazão. Outro local de potencial impacto se dá no trecho de vazão reduzida de aproximadamente 500 metros, situado entre o barramento e a casa de força. A diminuição do fluxo de água, mesmo mantida a vazão reduzida mínima de 0,50 m³/s, altera o ambiente hídrico e pode impactar a fauna aquática local, entretanto o TVR do empreendimento é pouco extenso, o que deve diminuir os impactos relacionados a esse percurso.

Tabela 42. Atributos do impacto: Alteração do regime hídrico.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Físico e Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato e Longo Prazo
Reversão ou Potencialização	Irreversível
Sinergia com outros impactos	A, C, E, I, K, M, N, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
- Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna;
- Programa de Monitoramento de Processos Erosivos;
- Realizar o resgate da fauna quando necessário;
- Instalar telas, para evitar a entrada de peixes nas tomadas d'água, evitando a morte desnecessária destes;
- Não depositar ou enterrar lixo na obra ou próximo ao rio, recolher o material durante a construção e dar a destinação correta;
- Manter o dispositivo de vazão sanitária funcionando corretamente.

8.3.4.3 Poluição do corpo hídrico por efluentes líquidos ou resíduos sólidos (C)

Esse impacto está relacionado às alterações nos corpos hídricos devido as descargas de efluentes domésticos e a geração de resíduos sólidos na obra. Os trabalhadores da obra irão gerar resíduos sólidos e efluentes sanitários, que devem ser corretamente gerenciados, pois quando destinados de maneira inadequada podem interferir na qualidade da água do Arroio Guaçu. Estima-se que durante a implantação esse impacto será mais elevado, tendo em vista a maior concentração de pessoas no local. Como forma de mitigar esse impacto devem ser providenciadas instalações de tratamento de efluentes compatíveis com a demanda a ser gerada, seguindo-se as recomendações das normas brasileiras.

Quanto aos resíduos sólidos, os mesmos devem ser segregados em bombonas, tonéis e demais recipientes que permitam a correta deposição, todo resíduo contaminado deve ser destinado a empresas especializadas, já os resíduos comuns (orgânico e reciclável) devem ser destinados corretamente ao município mais próximo. De forma geral, os efluentes e resíduos gerados durante implantação e operação devem ser acondicionados, transportados e destinados corretamente seguindo as legislações aplicáveis, não podendo de forma alguma ser lançado ou despejado no ambiente. Também devem ser tomadas medidas preventivas para evitar acidentes na obra que possam ocasionar lançamento de efluentes ou resíduos ao rio. É de grande importância que logo ao início das obras seja realizada uma integração com todos os funcionários e colaboradores sobre a gestão de resíduos e a importância da segregação adequada.

Tabela 43. Atributos do impacto: Poluição do corpo hídrico por efluentes líquidos ou resíduos sólidos.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Físico e Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Incerta
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Reversível
Sinergia com outros impactos	A, D, I, K, M N, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
- Programa de Educação Ambiental;

- Plano de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano Ambiental de Construção;
- Não depositar ou enterrar lixo na obra ou próximo ao rio, recolher o material durante a construção e dar a destinação correta;
- Implantar sistema de esgotamento sanitário adequado.

8.3.4.4 Contaminação e alterações físico-químicas do solo (D)

A contaminação do solo ocorre quando os resíduos ou efluentes produzidos pelos trabalhadores da obra são descartados inadequadamente, essa contaminação pode ocorrer tanto por resíduos orgânicos, inorgânicos ou efluentes. A fase de implantação contará com a movimentação intensa de veículos, maquinários, instalação de canteiro de obras, implantação de locais de armazenamento de produtos com potencial poluidor, atividades de abastecimento de maquinários, situações que podem configurar um risco de contaminação do solo. Ainda as movimentações do solo como decapeamento, cortes e aterros podem alterar aspectos relacionados com a fertilidade, como disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica.

Os locais utilizados para deposição de resíduos devem ser vistoriados periodicamente, tanto na fase da implantação quanto da operação. Da mesma forma os sistemas de efluentes sanitários também devem ser avaliados pela equipe de gestão ambiental, os efluentes devem ser encaminhados para tratamento ou destinação adequada. Em caso de acidentes e contaminação do solo por resíduos poluentes deve ser feita a remoção do solo no ponto do derrame e o mesmo deve ser armazenado em local apropriado e destinado a empresa especializada. Outra alteração relacionada aos solos é a impermeabilização, a qual ocorre devido a construção de edificações, como é o caso da casa de força e tomada d'água, a impermeabilização pode reduzir e impedir a infiltração da água e trocas gasosas entre o ar e o solo, esse impacto será considerado de baixa magnitude devido o pequeno porte do empreendimento.

Tabela 44. Atributos do impacto: Contaminação e alterações físico-químicas do solo.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Físico e Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária e Permanente
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certo
Início da manifestação	Imediato

Atributo	Qualificação
Reversão ou Potencialização	Reversível
Sinergia com outros impactos	A, B, C, E, F, I, K, N, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Gestão Ambiental;
- Plano Ambiental da Construção;
- Subprograma de Gestão de Resíduos;
- Subprograma de Gestão de Efluentes;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.3.4.5 Processos erosivos e estabilidade de encostas (E)

Os deslizamentos de terra estão relacionados à combinação de fatores naturais, como gênese geológica, precipitações pluviométricas, declividade, presença/ausência de cobertura vegetação e fatores antrópicos, como uso do solo. Os processos erosivos na área do empreendimento poderão ocorrer principalmente pelos trabalhos de escavação, terraplanagens e supressão da vegetação, momentos que deixam o solo exposto aos processos físicos e climáticos.

As obras da CGH Giacomini acarretam, inevitavelmente, o desenvolvimento de processos erosivos e formação de taludes de diversas proporções. É de suma importância a utilização de técnicas que visem à prevenção e o controle desses processos. Sabe-se que a erosão constitui um dos principais fatores responsáveis pela degradação do solo e também que proporciona efeitos negativos em relação aos recursos hídricos, por isso a prevenção e controle da ocorrência desse tipo de processo devem ser feitos desde o início das atividades de implantação. Apesar da CGH Giacomini não contar com a formação de área alagada, a mesma possui o canal a ser implantado na margem do Arroio Guaçu, portanto pode ocasionar alterações nas encostas do rio, através da supressão, escavações ou detonações podem ser lançados detritos ao rio, devido a inclinação do terreno e proximidade com o leito do corpo hídrico.

Os impactos relacionados com interferências na malha viária são voltados apenas ao acesso interno da CGH Giacomini, desenvolvido totalmente dentro do imóvel do proprietário cotista. A ADA da CGH Giacomini é formada em sua maioria por áreas de vegetação que deverá ser suprimida. Nas áreas de implantação da casa de força, conduto forçado e um percurso do canal adutor o risco de ocasionar processos erosivos pode ser maior, que é o ponto mais íngreme e com presença de vegetação, portanto são áreas que demandarão maior movimentação

do solo. Dessa forma esse impacto pode ser considerado de média magnitude, isso porque se trata de um empreendimento de pequeno porte, porém, com áreas íngremes que ficam muito próximas ao rio.

Tabela 45. Atributos do impacto: Processos erosivos e estabilidade de encostas.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Probabilidade de ocorrência	Incerto
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente Reversível
Sinergia com outros impactos	A, B, C, D, F, I, K, L, N, O, P, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Encostas;
- Priorizar a utilização e melhoria de acessos existentes;
- Realizar forração vegetal de taludes após a conclusão destes;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.3.4.6 Mudanças da paisagem (F)

As principais alterações da paisagem face a instalação da CGH Giacomini decorrem da supressão da vegetação, abertura de vias, construção de estruturas como barramento de regularização, canal, conduto forçado e casa de força. No trecho de vazão reduzida estas alterações deverão ser de baixa magnitude, pois não haverá alteração direta da paisagem, salvo pela redução da vazão do Arroio Guaçu no trecho entre o barramento e a casa de força.

Do ponto de vista do meio ambiente, a natureza deste impacto será considerada negativa, face aos danos a vegetação e a fauna que nela habita. Entretanto, há que se considerar o ponto de vista de cada indivíduo quanto a percepção positiva da alteração paisagística, seja pelos benefícios da geração de energia ou desenvolvimento econômico. Já a magnitude do impacto será considerada baixa, haja vista o tamanho do empreendimento e a pequena supressão. Os impactos da mudança da paisagem voltados a propriedade afetada, são relacionados com a formação de lotes devido a compra de pequenas parcelas do terreno para a implantação, além

do mais, esse impacto também é de baixa magnitude já que não haverá formação de reservatório e apenas duas propriedades são atingidas.

Tabela 46. Atributos do impacto: Mudanças na paisagem.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico, físico e biótico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Irreversível
Sinergia com outros impactos	I, K, N

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Comunicação Social;
- Plano Ambiental de Construção;
- Programa de Educação Ambiental;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.3.4.7 Poluição sonora (G)

A poluição sonora vai ocorrer durante a fase de implantação do empreendimento, o impacto é decorrente das atividades construtivas da obra, movimento de maquinários pesados e de trabalhadores que vão gerar esse aumento de ruídos nas imediações. A presença de um maior número de pessoas e a poluição sonora podem induzir a fauna local a se deslocar para outras áreas. Esse impacto deverá encerrar ao final do período de implantação com a saída dos trabalhadores e dos maquinários.

Tabela 47. Atributos do impacto: Poluição sonora.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico e Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato

Atributo	Qualificação
Reversão ou Potencialização	Reversível
Sinergia com outros impactos	I, J, K, N

Síntese das medidas mitigadoras:

- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano Ambiental de Construção;
- Programa de Monitoramento de Fauna.

8.3.4.8 Poluição atmosférica por fontes móveis (H)

A poluição atmosférica vai ocorrer durante a fase de implantação do empreendimento, o impacto é decorrente das atividades do movimento de veículos e maquinários pesados. Nas estradas principais da obra e em outras em que houver necessidade, deverão ser realizadas regas ou tratamento superficial para minimizar a formação de poeira, garantindo boas condições de visibilidade e saúde do motorista, pedestre e da população do entorno. Esse impacto deverá encerrar ao final do período de implantação com a saída dos trabalhadores e dos maquinários.

Tabela 48. Atributos do impacto: Poluição atmosférica por fontes móveis.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico e Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Reversível
Sinergia com outros impactos	N, O, P

Síntese das medidas mitigadoras:

- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano Ambiental de Construção.

8.3.5 Programas Ambientais – Meio Físico

8.3.5.1 Plano Ambiental da Construção – PAC

8.3.5.1.1 Apresentação

O PAC aponta diretrizes ambientais básicas a serem seguidas antes e durante a implantação do empreendimento, a fim de controlar, minimizar e/ou prevenir seus possíveis impactos ambientais. A implantação do PAC é de responsabilidade do empreendedor, que deverá cobrar da (s) empreiteira (s) contratada (s) o detalhamento dos procedimentos construtivos e demais documentos integrantes deste programa, levando em consideração suas diretrizes ambientais, que serão supervisionados pela empresa de meio ambiente responsável pela gestão ambiental. Cabe destacar que os funcionários ainda devem ser submetidos a legislação dos procedimentos técnicos e trabalhistas, em face do cumprimento das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego e da Associação Brasileira de Normas Técnicas, mesmo que este documento não englobe todas estas informações.

8.3.5.1.2 Justificativa

Este plano ambiental justifica-se pela importância de definir medidas preventivas aos impactos ambientais oriundos das atividades da construção, bem como orientar todo processo de implantação da usina, para que ocorra de acordo com a legislação e práticas ambientais. Este programa visa estabelecer normas e diretrizes para nortear as ações dos empreiteiros e funcionários em relação aos cuidados com o meio ambiente e segurança do trabalho, em face a prevenção de riscos e acidentes, além de evitar e minimizar impactos ambientais. Cabe ressaltar que este programa deverá ser permanentemente fiscalizado pela equipe de gestão ambiental.

8.3.5.1.3 Objetivo geral

O principal objetivo do Plano Ambiental de Construção é o estabelecimento de critérios e requisitos destinados a nortear as ações dos empreendedores em relação ao trato com o meio ambiente e com os trabalhadores da obra.

8.3.5.1.4 Objetivos específicos

- Adoção de técnicas de construção que minimizem a interferência socioambiental do empreendimento;

- Abastecimento de água adequado ao consumo humano e industrial;
- Disposição e destinação correta dos resíduos sólidos provenientes das atividades administrativas e operacionais;
- Implantação de um sistema de esgotamento sanitário adequado;
- Tratamento adequado dos efluentes contendo sólidos em suspensão, óleos e graxas.
- Tratamento adequado dos resíduos sólidos orgânicos;
- Conduzir adequadamente as águas pluviais, evitando-se o carregamento de sólidos para os cursos d'água;
- Definição do acesso a ser utilizado pelos veículos envolvidos na implantação do empreendimento, de maneira a evitar impactos em outras vias locais;
- Adequação/melhorias do traçado do acesso viário à obra, garantindo a não interrupção do tráfego;
- Disciplinar o trânsito destinado à obra, minimizando os transtornos e o risco de acidentes com a população do entorno e fauna local;
- Plano de Segurança do Trabalho, com ênfase a prevenção de riscos e acidentes, nos caracteres ambientais, físicos e humanos;
- Armazenamento adequado e seguro dos explosivos utilizados nas detonações (se necessário), em conformidade com a legislação vigente;
- Prevenção e controle da situação de saúde dos trabalhadores da obra, segundo a NR-18 do Ministério do Trabalho, viabilizando a implantação de uma infraestrutura de assistência médica, sanitária e primeiros socorros no canteiro de obras;
- Garantir a aplicabilidade do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR-07, do Ministério do Trabalho, pela atuação dos construtores no controle de saúde dos seus empregados;
- Prioridade na seleção de funcionários residentes próximos da AID do empreendimento, garantindo a aptidão às vagas disponibilizadas;
- Elaboração e implantação do Código de Conduta para todos os colaborados da obra, contendo medidas sociais e ambientais a serem adotadas durante a implantação, visando a minimização dos impactos negativos oriundos do empreendimento.

8.3.5.1.5 Procedimento metodológico

O PAC aborda as diretrizes ambientais principais a serem realizadas pelas empreiteiras em relação a implantação do canteiro de obras, conduta da mão de obra, tratamento de efluentes

e gestão de resíduos sólidos. Contudo, algumas premissas constantes nos itens descritos a seguir deverão ser consideradas apenas como orientação, tendo sido estabelecidas linhas gerais, uma vez que a definição exata da logística de cada frente de obra é prerrogativa das empresas contratadas para execução dos trabalhos, que avaliam peculiaridades locais.

Mobilização, capacitação e orientação da mão de obra

A mão de obra a ser contratada para execução dos trabalhos de implantação da infraestrutura básica necessária deverá ser preferencialmente local, se a mesma atender aos critérios exigidos para os serviços, sendo que a mobilização deve ser de responsabilidade da empreiteira. Para viabilizar esta contratação deverá ser solicitado o apoio das prefeituras locais, a fim de cadastrarem os profissionais qualificados para os serviços exigidos, com divulgação da especificação dos tipos de profissionais necessários. Os contatos com as prefeituras serão de acordo com as necessidades do cronograma das obras.

Subprograma de gestão de resíduos

São fontes de geração de resíduos sólidos os alojamentos, escritórios, refeitórios e outras instalações inerentes à obra. Assim sendo, deverão ser implementadas medidas de controle e tratamento destes. Segundo a Lei Federal nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta lei é aplicada às pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

De acordo com a supracitada lei, estão condicionadas à elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA. Na área do canteiro, deverá ser previsto local coberto para armazenamento dos resíduos oriundos da obra, para posterior transporte à destinação final. A empreiteira deve implementar sistema de gerenciamento de resíduos considerando prioritariamente a não geração, a reutilização, reciclagem e a disposição dos resíduos sólidos. Esses resíduos deverão ser dispostos conforme sua classificação e atendendo ao disposto na legislação. As áreas de risco deverão ser sempre sinalizadas e de controle restrito.

As empreiteiras contratadas deverão promover a coleta periódica do lixo e o seu encaminhamento para o Aterro de Resíduos Sólido Urbano licenciado pelo órgão municipal ou ambiental. Deverá ser implantada a coleta seletiva do material reciclável (inertes) gerado pela obra, como, por exemplo, papelão, metais, vidros e plásticos. O resíduo de rápida deterioração

deverá ser armazenado em bombonas e coletado diariamente. Os resíduos decorrentes de limpeza, embalagens e outros, poderão ser recolhidos em intervalos maiores, de no máximo três dias. A coleta deverá obedecer a um programa, com frequência e horários de conhecimento dos usuários.

As empreiteiras deverão promover a coleta periódica do resíduo industrial e seu encaminhamento para o destino final, de acordo com sua classificação. Salvo os resíduos inflamáveis, reativos, oleosos ou que contenham líquidos livres, os demais deverão ser dispostos em aterros industriais exclusivos e especialmente preparados para este fim, licenciados, instalados e operados conforme as legislações vigentes, atendendo às disposições legais pertinentes. Nesses aterros, os resíduos deverão ser dispostos de forma a evitar que resíduos incompatíveis sejam dispostos no mesmo local, provocando reações indesejáveis.

Os resíduos patogênicos constituem os resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em serviços de saúde, como agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, meios de cultura, órgãos e tecidos removidos, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencido, entre outros. O resíduo de origem ambulatorial deverá ser coletado e armazenado em bombonas e disposto conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº. 358, de 29 de abril de 2005.

Subprograma de gestão de efluentes

O sistema de tratamento de esgoto a ser implantado na CGH, terá por finalidade coletar, tratar e lançar o esgoto proveniente dos sanitários da casa de força. Tal sistema deve ser dimensionado, de acordo com as normas brasileiras NBR 8160/99, NBR 7229/93 e NBR 13969/96 com previsão para atender uma população média de pelo menos cinco pessoas trabalhando na casa de força.

Para tratamento e disposição dos efluentes sanitários deve ser previsto um sistema de esgoto, o qual deverá consistir de um tanque séptico de digestão e sedimentação de lodo, filtro anaeróbico e sumidouro. O projeto e dimensionamento do sistema deverão ser feitos de modo a atender aos seguintes critérios:

- Recomendações estabelecidas nas normas ABNT NBR 7229, NBR 13969 e NBR 8160.

- Uma média de 5 pessoas.

- A declividade mínima deverá ser de 2%, para diâmetros DN 100 mm (4”) e de 1%, para DN 150 mm (6”).

O sistema de drenagem e separação água/óleo está subdividido em dois subsistemas:

- Separação água/óleo isolante: é responsável pela coleta, drenagem e separação do óleo isolante da água, em caso de incêndio e ruptura do transformador elevador.

- Separação água/óleo lubrificante: é responsável pela separação do óleo lubrificante da água, em caso de vazamento acidental do óleo lubrificante no interior da usina para o sistema de drenagem da casa de força. O óleo derramado neste caso será drenado para o tanque separador água/óleo lubrificante no interior do poço de drenagem e, após a separação, a água é bombeada juntamente com a água de drenagem para o canal de fuga.

As águas de processamento de materiais de aterro e de lavagem de agregados, em função das grandes quantidades de sólidos particulados em suspensão, não poderão ser lançadas diretamente nos cursos d'água, devendo ser coletadas e encaminhadas à bacia de sedimentação.

Os sólidos decantados que não contenham óleos, graxas, solventes ou outros elementos que o caracterizem como perigosos, deverão ser dispostos em aterro sanitário licenciado. As águas tratadas deverão atender aos padrões legais de emissão, como os determinados pelas Resoluções CONAMA 357, de 17 de março de 2005 e CONAMA 430, de 13 de maio de 2011 e, somente se estiverem dentro dos padrões considerados adequados pela legislação correlata poderão ser lançadas em curso de água próximo. Estando as águas de resfriamento de equipamentos com temperatura superior a 40°C, não poderão ser lançadas diretamente nos cursos d'água. Deverão ser encaminhadas à bacia de equalização para adequação aos padrões correspondentes.

8.3.5.1.6 Resultados esperados

Devem ser fornecidos relatórios semestrais com base na observação das atividades desenvolvidas com e entre os trabalhadores envolvidos. Sempre que algum fato inusitado impactante ocorrer, deverá ser comunicado ao empreendedor a medida a ser tomada, para o que mesmo tome frente a aplicação, especialmente se for de cunho socioambiental.

8.3.5.1.7 Indicadores de sucesso

- Cumprimento de compromissos assumidos;
- Destinação adequada aos diversos tipos de resíduos;
- Correto funcionamento do sistema de esgotamento sanitário;
- Número de não conformidades registradas;
- Número de incidentes registrados com os trabalhadores.

8.3.5.1.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Contratação de empresas e mão de obra															
Complementação do código de conduta															
Treinamento e capacitação dos funcionários															
Projeção do canteiros de obras e novos acessos															
Limpeza do terreno															
Projeto de abastecimento de água e instalações sanitárias															
Melhorias nos acessos e sinalização adequada															
Implantação do canteiro de obras e das medidas de controle															
Monitoramento ambiental															
Desmobilização e PRAD															
Relatórios de acompanhamento															

8.3.5.2 Programa de recuperação de áreas degradadas

8.3.5.2.1 Apresentação

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas visa minimizar os efeitos negativos da implantação do empreendimento, inserindo-o no contexto do ambiente adjacente, considerando que a perda da diversidade biológica significa a redução de recursos genéticos disponíveis ao desenvolvimento sustentável. A recuperação de áreas degradadas exige a utilização de diversas espécies para garantir uma maior diversidade, que pode ser obtida com o plantio de mudas e/ou outras técnicas, tais como semeadura direta e indução e/ou condução da regeneração natural. As técnicas de recuperação indicadas deverão proporcionar a manutenção e a melhoria das funções ecológicas do ambiente, projetando manter a resiliência do meio.

A atividade de remoção de cobertura vegetal necessária para a realização das obras de terraplanagem, escavação e implantação de infraestruturas, em especial do barramento de regularização, canal, tomada d'água e casa de força, causa diversos impactos sobre os ecossistemas associados. Dessa forma, para que se garanta a viabilidade ambiental do empreendimento, é indispensável à implementação de ações de recuperação ambiental

integradas às obras de implantação, sendo que, todas devem ser coordenadas por um núcleo de gestão ambiental, que centralizará as informações obtidas durante a elaboração dos projetos, implementação das ações e monitoramento dos aspectos sinérgicos nos ambientes afetados.

A remoção da vegetação, revolvimento do solo para abertura e ampliação de estradas de acesso, instalação de bota-fora e outras estruturas necessárias favorecem a geração de áreas degradadas. Os impactos decorrentes dessas atividades, em áreas de intervenção de obras de engenharia, caracterizam-se como sendo de caráter negativo e temporárias, dependendo da periodicidade da exposição dos impactos nas áreas a serem recuperadas e aquelas de passíveis submersões. Entretanto, as ações previstas neste programa são positivas, pois buscam implantar soluções de cunho conservacionista, necessárias para permitir a resiliência ambiental das áreas a serem restauradas e das áreas passíveis à interseção deste programa.

8.3.5.2.2 Justificativa

A Recuperação das Áreas Degradadas é considerada pela legislação ambiental brasileira (Lei nº 6.938/81) e pela Portaria do IAT n° 170 de junho de 2020, como princípio da melhoria da qualidade ambiental na área de implantação. Com isso, é possível o retorno das áreas às características originais ou muito próximas a esta. Os princípios legais básicos para a elaboração do Programa de Recuperação de áreas degradadas estão previstos no Art. 225 da Constituição Federal, onde, no §2º cita-se que "aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei". Portanto, toda área que sofrer degradação em prol da implantação deste empreendimento necessita ser recuperada.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas visa atender o estabelecido no Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, em seu Art.3º, onde cita que:

> A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

8.3.5.2.3 Objetivo geral

A implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas visa a redução dos impactos causados pela implantação das estruturas de engenharia e acessos deste empreendimento.

8.3.5.2.4 Objetivos específicos

- Mitigar os impactos dos serviços de escavação e terraplanagem necessários para a implantação do empreendimento;
- Promover as atividades de recuperação integradas às atividades de intervenção nos sítios;
- Integrar as áreas impactadas com a paisagem do entorno;
- Favorecer o equilíbrio da relação solo x planta x água das áreas que sofreram desestabilização;
- Controlar os processos erosivos;
- Garantir a resiliência do meio ambiente impactado;
- Recriar habitats alterados pela implantação do empreendimento;
- Respeitar os estágios da sucessão;
- Promover o processo de regeneração natural da cobertura vegetal.

8.3.5.2.5 Procedimentos metodológicos

Identificação das áreas de recuperação

De posse do arranjo final do empreendimento, bem como a demarcação a campo das áreas de localização das estruturas, deverá ser realizado o mapeamento final da vegetação destes locais, a fim de traçar as estratégias para implantação do PRAD. Antes de qualquer movimentação na área é importante à realização de um registro fotográfico da paisagem dos locais onde haverá degradação e desmobilização futura, para subsidiar sua recuperação, de forma que, na medida do possível, as áreas readquiram sua conformação original.

Anteriormente ao desmatamento das áreas, é importante, também, que a equipe de meio ambiente realize a coleta de sementes e de mudas das espécies a serem transplantadas ou reintroduzidas durante a recuperação, para reprodução em viveiro ou para utilização nas áreas a serem revegetadas. Este material poderá ser doado para viveiros municipais, instituições de ensino ou mesmo viveiros particulares, de onde poderão ser adquiridas as mudas para replantio quando da conformação da faixa ciliar e áreas degradadas.

Canteiros de Obras

A empreiteira responsável pela construção deverá elaborar um layout georreferenciado do canteiro de obras, com curvas de nível e localização de: acessos, cursos d`água, edificações, pátios, estruturas, bota-fora, etc. Esse layout deverá ser entregue à equipe ambiental responsável

pelo PRAD no início dos trabalhos de implantação. A implantação adequada do canteiro de obras, conforme diretrizes do Plano Ambiental de Construção – PAC consiste na adoção de medidas preventivas para minimizar os impactos da construção e diminuir os efeitos da degradação das áreas da obra, com reflexos diretos na sua posterior recuperação.

As obras de drenagem (valetas, calhas, bueiros, caixas de dissipação, canais revestidos, terraços, etc.), conforme a necessidade de cada área, deverão ser implantadas desde o início das obras. O ordenamento das águas superficiais, mediante a utilização de obras de drenagem, consiste em uma medida básica para estabilização de taludes, bem como a necessidade de realizar a contenção primária e a cobertura vegetal dos mesmos.

Ao final da implantação do empreendimento, alguns equipamentos, como escritórios, sistema de tratamento e outras, poderão ser aproveitados para a fase de operação. O canteiro de obras, no entanto, será liberado para recuperação/reintegração paisagística, com a desmobilização das empreiteiras e dos espaços para montagem de estruturas da obra.

Estradas

As estradas a serem construídas por ocasião da implantação do empreendimento não constituem propriamente áreas a serem recuperadas, já que poderão manter essa função mesmo durante a operação da CGH. Representam, no entanto, áreas relativamente frágeis onde cuidados especiais deverão ser tomados, no sentido de se evitar a instalação ou evolução dos processos erosivos em seus cortes e aterros.

Os caminhos de serviço, que não permanecerão ativos após a fase de obras, deverão ser integralmente recuperados. A implantação de estradas e caminhos deve prezar pela adequação da drenagem e pela contenção mecânica e vegetativa dos taludes oriundos de cortes e aterros, necessários à sua implantação.

Remoção e estocagem do solo

O processo de recuperação das áreas degradadas é estabelecido antes mesmo do início das obras, sendo que o primeiro procedimento adotado deverá ser, onde houver a necessidade de atividades de terraplanagem, a remoção e estocagem adequada da camada de solo superior dessas áreas, para posterior uso na composição da camada superficial do solo destinado para a revegetação, haja vista que é nestas camadas que se encontram a maioria dos elementos químicos mineralizados. Além disso, possui grande quantidade de sementes em germinação ou dormentes, se tratando de um verdadeiro banco de sementes com potencial de germinação e estabelecimento, dependendo das condições ambientais observadas. Dessa forma, a utilização

desse solo para a recuperação das áreas degradadas pela obra, poderá constituir em fator de aceleração de tal processo.

A profundidade do solo a ser retirado para futura estocagem varia de acordo com as condições locais, dependendo da profundidade de acúmulo do material orgânico, o que pode ser visualizado em campo pela coloração escura do solo contrastando com uma cor mais clara, indicativa de baixo ou nenhum teor de matéria orgânica.

Deverá ser destinada uma área para estocagem do solo, que deverá ser plana a levemente ondulada, de fácil acesso, sem vegetação de porte arbóreo e/ou arbustivo, distante de áreas de drenagem natural e próxima aos locais de utilização desse material. Essa área será identificada posteriormente em campo pelo profissional responsável pela execução do programa.

Medidas de Recuperação

Limpeza das Áreas de Trabalho

A limpeza deverá ser realizada pela empreiteira, de forma eficiente, em todo o perímetro das obras, a fim de remover todos os vestígios de construção ou de exploração ainda existente. Deverão ser retirados todos os resíduos e entulhos das obras (concreto, ferragens, madeiras, sacos e embalagens, etc.), bem como restos de estruturas e de instalações temporárias, estoques de material excedente ou inútil, entre outros.

Estão incluídas nesse contexto as edificações dos escritórios e alojamentos, incluindo suas fundações, os equipamentos e demais instalações que serão desativadas e removidas após o término das obras. A empreiteira será responsável ainda pela remoção da pavimentação dos acessos de serviços desativados.

Todo material a ser removido, que não passível de reutilização, deverá ser integrado ao ambiente em bota-foras, preferencialmente, com posterior recuperação. Nenhum resíduo Classe D (ex. tinta, solvente, óleo) poderá ser lançado em bota-fora, devendo o mesmo ser destinado a empresa legalmente habilitada para destinação destes tipos de materiais.

Recomposição Vegetal nas Áreas Planas ou Estáveis

Refere-se a superfícies com declividade inferior 30% (topografia plana a suave ondulado), com substrato terroso ou pétreo alterado, de forma que a consistência se apresente friável ou no máximo firme. Sua ocorrência é observada principalmente na margem direita do barramento, em algumas áreas do canal, canteiro de obras e bota-fora. A recuperação de áreas degradadas planas ou estáveis deverá ser realizada mediante o plantio de espécies nativas

conjugado com a condução da regeneração natural da vegetação. O plantio de mudas deverá ser realizado de modo aleatório, observando a paisagem natural do local.

Calagem e adubação

Aplicações de calcário tem a finalidade de corrigir a acidez do solo (aumento de cargas positivas), liberação de nutrientes imóveis e de suprir o solo com quantidades adicionais de Ca e Mg. Preferencialmente utilizar calcário dolomítico, por conter uma melhor relação Ca:Mg. Doses de calcário dolomítico equivalentes a 1.500 a 2.500 Kg por hectare são suficientes para suprir a exportação de 300 a 500 Kg de Ca por hectare, para solos de baixa e média fertilidade, respectivamente. A aplicação deverá ser feita a lanço em área total ou aplicado em faixas de 1,0 a 1,5 m de largura sobre as linhas de plantio, sendo desnecessária a sua incorporação, tampouco a utilização de calcário com alto PRNT.

A quantidade de fertilizantes a ser utilizado, sejam eles minerais ou orgânicos, deve ser aquela indicada pela análise do solo. Recomenda ainda que a adubação de plantio deva ser aplicada na cova ou sulco de plantio, na instalação dos povoamentos. Tais formas de aplicação são mais eficientes e econômicas, além de reduzirem os custos e/ou as necessidades de tratos culturais. Na ausência de uma análise de solo recente, a aplicação de fertilizantes poderá ser feita através de valores de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio).

Plantio de mudas

Para a recuperação da área deverá ser realizado o plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural da vegetação nativa, respeitando o uso de espécies em conformidade com a condição de exposição e inclinação destas áreas.

Recomposição Vegetal nas Áreas de Taludes com Solo Exposto

Trata-se de superfícies originárias basicamente de cortes e aterros para aberturas de acessos, escavações de estruturas, como ombreira esquerda da casa de força e margem esquerda do barramento. Apresenta substrato terroso ou em estágio avançado de alteração da rocha, apresentando-se como uma superfície de média a alta profundidade e friável.

A recomposição vegetal é a forma mais indicada para a conservação de taludes e de grande importância para evitar o aparecimento de voçorocas, desmoronamento de taludes, soterramento de estradas, entupimento de suas calhas e sistemas de drenagem com solo, assoreamento de rios, etc.

Contudo, nestas áreas a recomposição imediata com mudas florestais nativas não é a forma mais adequada, pois normalmente são superfícies instáveis, com baixa fertilidade e com exposição de solo. Neste caso, o recomendado é primariamente proteger contra formação de processos erosivos, através de forrações temporárias e/ou perenes e, posteriormente após verificada a estabilidade, inserir a metodologia de recuperação florestal. A seguir são apresentadas as atividades que deverão ser adotadas para a revegetação das áreas degradadas com estas características.

Reafeiçoamento do Terreno

Tem como objetivo a recomposição final do relevo, mediante o redimensionamento dos taludes de corte e aterro e a reordenação de linhas de drenagem, procurando harmonizar a morfologia do conjunto das áreas afetadas com o seu futuro uso e a paisagem circundante. Esse trabalho será desenvolvido pela empreiteira, em duas etapas sequenciais: a etapa de sistematização do terreno e a etapa de preparo do solo, fundamentais para a revegetação da área e recomposição final do meio biótico.

Sistematização do Terreno

Essa etapa engloba as ações que propiciarão a configuração final do terreno, integrando-o à topografia da área adjacente. Deverá ser realizada nas áreas de escavações das construções civis, bota-fora e canteiros de obras, quando removidos, e margens dos acessos definitivos.

Retaludamento - consiste na atividade de remodelação dos taludes de corte e aterro, mediante a redução de sua extensão e declividade e a suavização dos contornos e contatos com as demais linhas do relevo da área. Nos locais onde a exploração de materiais para as obras provocar a formação de crateras, devido a escavações profundas, será necessário reafeiçoar o seu interior, através da ação combinada de preenchimento da cratera com rejeitos de outras áreas e de redução da declividade dos taludes de cortes. No caso de escavações superficiais, os cortes de vertentes deverão ser atenuados e as superfícies aplainadas reconstruídas. Taludes com pouca inclinação tendem a se desestabilizarem ou mesmo serem carreados para o estágio final do processo erosivo. Recomenda-se que os taludes tenham seus ângulos reduzidos, na proporção máxima de 1:1,5 (para cada metro de altura, 1,5 metros de projeção horizontal).

Eliminação de taludes negativos - Consiste no retaludamento de trechos de terreno, principalmente aqueles localizados na cabeceira do talude. Em função do comprimento dos lançantes e/ou dificuldades de acesso à cabeceira do talude, esta intervenção terá que ser feita manualmente, na maioria dos casos. Deverá ser realizada a remoção de rochas existentes a

montante da cabeceira do talude, se necessário, bem como a conformação dos trechos-alvo, por meio de escavação manual de cima para baixo, de modo a remover porção de substrato suficiente para regularizar a situação. Os operadores poderão trabalhar com enxada (com cabo curto) ou picareta. A aplicação desta intervenção encontra-se, logicamente, condicionada a presença de pontos com declividade negativa no talude.

- *Remoção de massa de solo descoladas* - Consiste na remoção de massa de substrato concentradas quase sempre na base do talude, originadas de escorregamento de solo de trechos mais próximos ao topo. Nos locais em que o acesso a maquinaria seja possível, pode-se fazer esta retirada por meio de pá carregadeira acoplada a trator de pneus. Nas outras situações a operação deverá ser executada manualmente. A aplicação desta intervenção encontra-se, logicamente, condicionada a presença de massa de solo deslocada no alvo a ser tratado.

Uso de bermas - Consiste em colocar no pé do talude, bermas, isto é, banquetas de terra, em geral do mesmo material que o do próprio talude, com o fim de aumentar a sua estabilidade. Este aumento é devido ao seu próprio peso e à redistribuição das tensões de cisalhamento que se produzirá no terreno de fundação, onde abaixo do pé do talude as tensões são elevadas. As bermas a serem implantadas nos pés de talude devem apresentar larguras variáveis entre 3,0 a 5,0 metros de projeção horizontal.

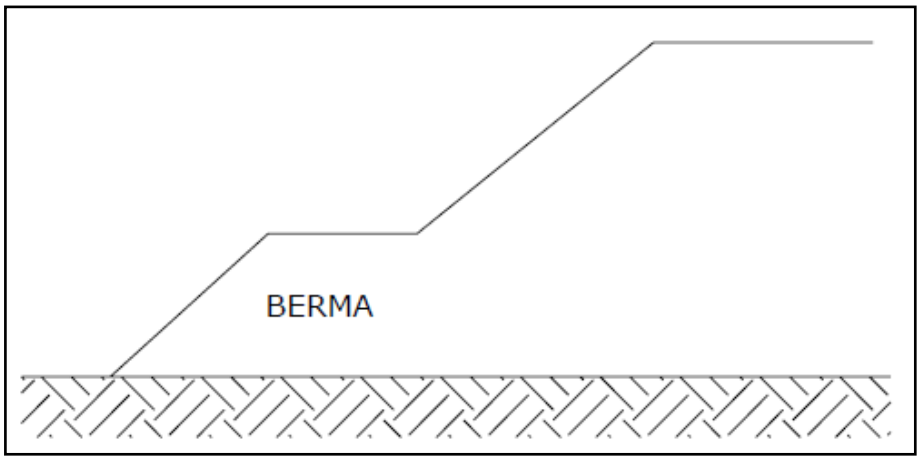


Figura 95: Modelo de berma recomendado.

Reordenamento das linhas de drenagem - à medida que a sistematização do terreno for progredindo, novas linhas de escoamento superficial (sistema definitivo de drenagem) deverão ser implantadas, a fim de proporcionar uma maior integração com o sistema de drenagem natural existente e garantir uma homogeneidade entre as vertentes e os novos vales. Com relação aos taludes e patamares (terraços) de áreas de empréstimo e de bota-fora, a implantação do sistema de drenagem definitivo é de fundamental importância para a manutenção da sua estabilidade e para a recomposição da vegetação. Quando a declividade não for acentuada,

poderão ser implantados canais de drenagem e camaleões diretamente no terreno, para conduzirem o excesso de águas pluviais até as estruturas de drenagem, construídas nas extremidades do terraço. No caso de declividades mais acentuadas, as soluções requeridas para a drenagem da área poderão exigir tratamento mais elaborado como, por exemplo, a utilização de canaletas de concreto, caixas coletoras para dissipação de energia, canal coletor de sedimentos, controle do grau de inclinação dos canais e valetas.

Preparo do Solo

O preparo do solo somente deverá ser realizado após a conclusão das atividades relacionadas anteriormente. Nos serviços de preparo e recuperação do solo deverá ser utilizado solo orgânico, de acordo com os seguintes procedimentos:

Lançamento de solo orgânico - consiste no lançamento de porções de solo orgânico (aquele estocado das escavações) sobre os terrenos e superfícies reafeiçoadas em camadas uniformes e contínuas. A espessura dessas camadas dependerá do volume de solo orgânico estocado disponível e do tipo de recobrimento vegetal a ser adotado.

Escarificação do solo - deverá ser efetuada após o lançamento do solo orgânico e terá por finalidade revolver a superfície do terreno, rompendo a camada compactada e impermeável resultante da movimentação de equipamentos. Essa operação, entretanto, não poderá ser realizada em taludes com declividades elevadas, em virtude tanto das limitações à mecanização quanto da suscetibilidade à erosão.

Corrugação da superfície - Consiste na confecção de pequenas covas na superfície a ser tratada, espaçadas de aproximadamente 15 centímetros. O objetivo desta tarefa é criar um ambiente propício para alojamento e estabelecimento de sementes (germinação, emergência e enraizamento) e fertilizantes. A aplicação desta intervenção, pelo menos de forma generalizada ao longo da superfície, torna-se dispensável quando o substrato encontrar-se em estado ideal de friabilidade, situação comumente observada em áreas recém expostas.

Correção dos solos - trata-se da operação para propiciar condições favoráveis à germinação das sementes e ao desenvolvimento das mudas. A fim de identificar o tipo e a quantidade de insumo necessário para a correção do pH e adubação do solo, deverá ser realizada a análise química do solo. Consiste na aplicação de adubo NPK ou adubo orgânico na superfície corrugada. Pode ser realizada a lanço, manualmente. As ações de preparo do solo, além de aplicadas as áreas degradadas à recompor, deverão ser implantadas na recomposição de faixa ciliar e áreas de reposição, se houver a necessidade.

Semeadura

Nesta etapa de recuperação das áreas de taludes exposto deverá ser realizado a semeadura e plantio de espécies herbáceas e rasteiras. A semeadura consiste na distribuição manual (em forma de mix) de sementes de leguminosas e gramíneas sobre a superfície corrugada. Havendo a disponibilidade de sementes de espécies arbóreas pioneiras nativas poderá ser acrescida certa quantidade ao mix.

Esse procedimento é indispensável para a estabilização dos taludes nas áreas recuperadas, impedindo processos de erosão. Recomenda-se também coletar sementes na vegetação adjacente e semeá-las diretamente sobre o material orgânico espalhado sobre o solo, procurando acomodar as mesmas de maneira que estejam protegidas da ação direta dos raios solares. Esta técnica oferece bons resultados, juntamente com o plantio de mudas de espécies pioneiras.

Semeadura direta – a distribuição manual a lanço poderá ser realizada em locais com declividade entre 30% a 45%. É uma técnica consagrada por sua versatilidade e baixo custo, sobretudo, por ser usada em situações onde a regeneração natural ou o plantio não podem ser utilizados ou são onerosos. Apesar destas vantagens, seu sucesso depende de condições ambientais adequadas, como umidade, fertilidade e controle de insetos indesejados e fito patógenos. Além disso, as sementes a serem utilizadas deverão conter referências à porcentagem de pureza e ao poder germinativo. A seleção das espécies deve basear-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes. Para semeadura direta recomenda-se o uso de um mix contendo aveia na proporção de 70kg/ha, azevém, 20kg/ha, nabo-forrageiro, 15kg/ha, Calapogônio, 35kg/ha e Corda-de-viola na proporção de 5kg/ha. A semeadura deverá ser realizado em época chuvosa, evitando-se a rega, e a lanço realizando-se a cobertura das sementes através de uma gradagem leve.

Hidrossemeadura – Recomendada para áreas com declividade superior a 45%. A hidro-semeadura consiste basicamente na projeção, por via líquida, de uma emulsão contendo, em dosagens previamente estabelecidas, sementes de gramíneas e/ou leguminosas, fertilizantes e fixador de mistura. O material a ser empregado deverá ser composto dos seguintes quantitativos mínimos por hectare de área tratada:

- Consórcio de grama azeda na proporção de 25 kg/ha, Calapogônio, na proporção de 5kg/ha e Corda-de-viola, na proporção de 5kg/ha;

- 3000 kg/ha de solo orgânico;

- Turfa Calcítica na razão de 1.500Kg/ha ou a substituição por organo mineral 3-6-3 com 50% químico e 50% orgânico à razão de 1.500kg/ha e mais 2.000kg/ha em adubação N-P-K.

As variedades de semente poderão ser mudadas desde que a as novas variedades escolhidas sejam indicadas para o mesmo propósito e que atenda às necessidades técnicas da obra.

Recomenda-se a aplicação com um caminhão com tanque, misturador e moto bomba, onde o misturador é acoplado ao eixo de transmissão do motor do caminhão e gira paralelamente ao mesmo tempo, mantendo suspensos os componentes da mistura, dando um caráter de homogeneidade. Em média os caminhões de hidro-semeadura têm capacidade de 4.500 a 6.000 litros.

O rendimento da mistura é muito relativo e depende da situação topográfica local, das dificuldades de acesso e deslocamento, tanto de veículos como dos operadores. Porém, o rendimento médio é de 1.500 a 2.000m² de área por carga de 4.500 litros. Para eficiência de recobrimento vegetal é necessário que, no mínimo, 1.500 sementes do consórcio germinem por metro quadrado, caso contrário recomenda-se o ressemeamento. Ressalta-se que as indicações das sementes acima levaram em consideração a sazonalidade local (aplicar entre outubro a janeiro), cuja indicação permite um bom consorciamento.

O método de hidro-semeadura geralmente deverá ser realizado por empresas especializadas, as quais possuem, em muitos casos metodologias próprias e já patenteadas, as quais poderão ser consultadas e avaliadas pela equipe de meio ambiente quanto a aplicabilidade na área em questão.

Plantio de forrações – Nos taludes de aterro com declividade menor que 45% poderá ser realizado o plantio em leiva de gramas ou mudas de grama amendoim (*Arachis pintoi*) ou do gênero *Cynodon*, com excessão da *Cynodon dactylon*. Caso seja identificada alguma área em específico com declividade superior a 45%, deverá ser realizada a técnica de hidro-semeadura.

Ressemeadura – no caso de trechos onde ocorreram falhas, durante os dois primeiros anos após a implantação deve-se realizar a ressemeadura. Para fins de planejamento, deverá ser adotado 30% de falha no primeiro ano e 20% no segundo. Executar a operação, de preferência, durante o período chuvoso do ano (outubro a janeiro), caso contrário, deve-se promover a etapa de irrigação.

Uso de serrapilheira – O uso de serrapilheiras é importante pois esta camada de solo e material orgânico apresenta uma densa e vasta quantidade de sementes, denominado banco de

germoplasma. Nos taludes menos inclinados ou nas bermas poderão ser utilizados estes materiais associados a semeadura.

Lançamento de cobertura morta - Consiste na cobertura da superfície por meio do lançamento de biomassa com baixo teor de umidade (material palhoso). Para superfícies mais íngremes, o material, caso utilizado, deverá ser articulado por meio do entrelaçamento do material com cordoalha de fibra vegetal, formando as esteiras ou mantas vegetais.

Combate a formigas - Consiste no monitoramento sistemático da ocorrência de formigas cortadeiras e a efetuação do seu combate, se necessário. Utilizar isca formicida no período de seca e formicida em pó e/ou termo nebulizador no período chuvoso.

Plantio de mudas

A reposição florestal das áreas e taludes objeto de sistematização é uma etapa posterior à identificação de estabilização dos mesmos. Esta etapa não necessariamente ocorrerá de forma conjunta a todas as áreas. Isso porque, cada área apresenta características distintas e o plantio de mudas florestais nativas só deverá ser realizadas naquelas consideradas estáveis. Portanto, a execução desta etapa demandará de um constante monitoramento das áreas objeto de semeadura, sendo que a equipe de monitoramento ambiental deverá indicar em cada relatório técnico a ser encaminhado quais áreas estão aptas a receber a recomposição florestal.

Poderão ocorrer áreas em que a declividade e a instabilidade iminente não permitirão o plantio de mudas florestais, devendo ser respeitadas, mantendo-as apenas com cobertura vegetal leve e regeneração natural. Em termos de espaço temporal, é provável que as primeiras áreas aptas a receber mudas florestais ocorram após um ano da finalização da recomposição Quanto ao plantio das mudas florestais nas áreas possíveis da execução, a metodologia deve seguir o apresentado a seguir, sendo que a limpeza da área deverá ser superficial e restrita ao coroamento.

Coveamento e adubação – O coveamento consiste na abertura de covas (manual ou mecanicamente), com dimensão de 30 x 30 x 40 cm, com espaçamento entre covas de, no mínimo, 3 metros, podendo, para espécies nativas, serem dispersados ao acaso, sem alinhamento. A localização das covas deverá ser demarcada através de estacas. A adubação consiste na mistura de fertilizantes orgânicos e/ou químicos com o substrato resultante da escavação. Após a abertura, a cova deverá ser preenchida com o substrato enriquecido, aguardando o plantio das mudas.

Plantio de mudas arbóreas - Consiste no plantio de mudas ou transplantio de propágulos nas covas previamente confeccionadas. De forma geral recomenda-se que o povoamento seja composto por 60% de pioneiras, 20% de secundárias iniciais e tardias e 20% de clímax. Para o

retorno mais rápido das características originais da área, recomenda-se que sejam plantadas mudas em maior número de espécies possível, garantindo uma alta diversidade específica e genética. A escolha de mudas de locais diferentes também ajudará a garantir a maior diversidade genética.

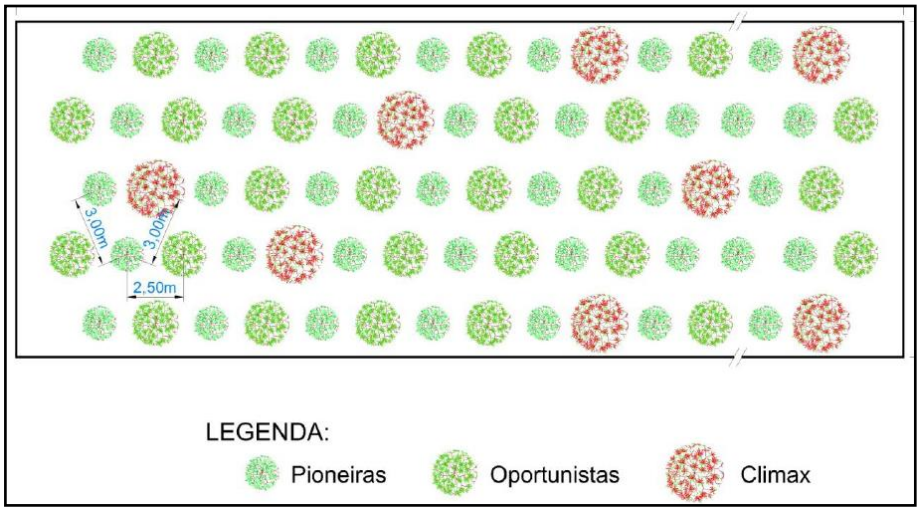


Figura 96: Modelo de distribuição de espécies pioneiras, secundárias e clímax.

A distribuição de mudas deve ser feita de forma a garantir o seu bom estabelecimento e desenvolvimento. As espécies de crescimento mais rápido (pioneiras e secundárias iniciais) são, portanto, plantadas em maior número para promover um rápido sombreamento da área, controlando a espécie invasora e propiciando melhores condições de desenvolvimento para as secundárias tardias e *clímaxes*.

A escolha das espécies deve ocorrer no sentido de garantir a melhor integridade futura do ambiente, sendo, para tal, necessário o plantio de espécies nativas, procurando selecionar as espécies para o atendimento dos propósitos de curto prazo (controle de erosão e assoreamento, por exemplo) e de médio e longo prazo (restabelecimento da flora e fauna, auto sustentação do novo ecossistema e valorização cênica), não ignorando os princípios de sucessão vegetal.

A aquisição das mudas será de responsabilidade do empreendedor, podendo essas ser adquiridas em viveiros particulares especializados na produção de espécies nativas, bem como em órgãos de pesquisa, ou ainda, serem produzidas dentro da propriedade, devendo-se observar algumas características tais como:

1) Porte: optar por mudas de porte médio (no mínimo 0,70 metros de altura), uma vez que apresentam um maior sucesso de crescimento;

2) Sanidade: devem ter bom estado fitossanitário, isento de pragas, doenças, ferimentos e má formação;

3) Grande quantidade de raízes, sem apresentar enovelamento.

O propágulo a ser transplantado deverá apresentar um volume de raizame (“torrão”) substancial. O envolvimento do perímetro do “torrão” com sacaria de material plástico e sua amarração externa com cordoalha plástica permitirá a manutenção da integridade do raizame, aumentando a possibilidade de “pegamento” da muda no campo.

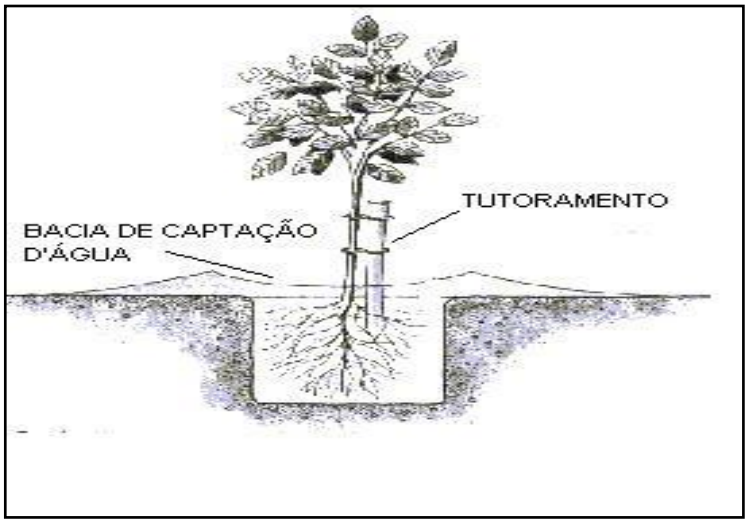


Figura 97: Esquema de plantio das mudas.

Coroamento (limpeza da área ao redor da muda): deve ser realizado no entorno das covas, não sendo necessário roçar toda a área destinada ao plantio. Este deve abranger uma área de 60cm de diâmetro ao redor de cada planta.

Tutoramento - Consiste em oferecer à planta de altura considerável, uma sustentação firme, que consiste em uma estaca de madeira ou bambu, cravada fora do limite das raízes da muda, evitando danos causados com a movimentação desta pela ação dos ventos.



Figura 98: Tutoramento de plantas, com detalhe para a forma correta de amarração em forma de “8 horizontal”.

Manutenção - Um dos aspectos fundamentais para a consolidação da revegetação das áreas afetadas será o seu manejo. A manutenção deverá ocorrer de forma periódica com intervalos de 15 a 30 dias, principalmente nos primeiros meses após o plantio.

Irrigação Inicial - Consiste na irrigação da superfície recém-plantada, quando necessária. Sugere-se um turno de regra de três dias, aplicando-se uma lâmina máxima de 12 mm por aplicação. A adoção desta intervenção será necessária, principalmente, quando a operação de semeadura ocorrer durante o período seco do ano ou em situação de estiagem prolongada.

Combate a formigas - Consiste no monitoramento sistemático da ocorrência de formigas cortadeiras e a efetuação do seu combate, se necessário. O combate a formigas cortadeiras poderá ser feito utilizando-se formicida granulado disposto em porta iscas, que garantem formicida a disposição das formigas durante todo o tempo e protege o produto da umidade, além de dispensar visitas frequentes ao local de combate.



Figura 99: Instalação de porta iscas para combate a formiga cortadeira.

*Definição de espécies: A*s espécies a serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas devem estar em consonância com as espécies encontradas na região.

Cabe destacar que a proporção e distribuição serão ajustadas para cada local de recuperação, em virtude de fatores como relevo, vegetação adjacente e composição florística. O número de indivíduos de cada espécie a ser implantada poderá ser definido pelo levantamento fitossociológico das formações florestais remanescentes, procurando-se representar a variabilidade genética existente na população original, segundo o conceito de tamanho efetivo de uma população.

Proteção e Recuperação de Taludes Rochosos

Trata-se de superfícies cuja a exposição da rocha inviabiliza a reposição vegetação, pois não há presença de solo. A utilização de técnicas de engenharia civil é de grande importância para evitar o desprendimento de material rochoso das encostas, os quais poderão causar danos as estruturas, riscos aos colaboradores da obra e danos ao meio ambiente. Dentre as técnicas que poderão ser utilizadas, tem-se:

Tela metálica – estas telas metálicas são construídas com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção. Tal solução permite substituir os tradicionais sistemas, oferecendo vantagens técnicas e econômicas. A utilização desta tela metálica deve ser posterior à remoção de material rochoso que se encontra sem fixação ao talude. As extremidades da tela deverão ser chumbadas e a cada espaço do seu interior deverão ser chumbados grampos de fixação para fixar toda a parede exposta entre a tela e a rocha.

Muro de gabiões – Formado por redes de aço zincado de malha hexagonal, são preenchidos por pedra de mão ou rachão. Os tipos mais comuns são os gabiões-caixa, gabiões-manta e gabiões-saco. São aplicados normalmente em muros de contenção, proteção de margens de cursos d'água, controle de erosão e obras de emergência.

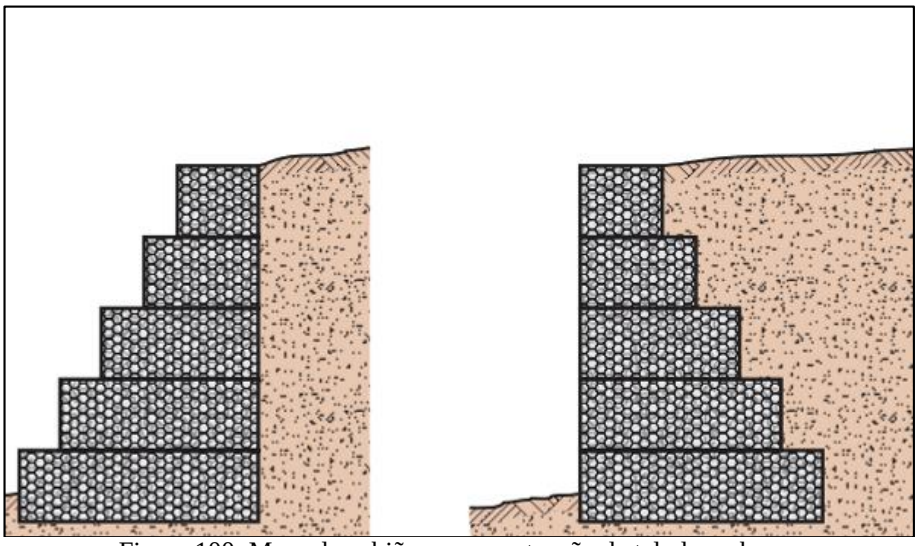


Figura 100: Muro de gabiões para contenção de talude rochoso.

Cortina de concreto atarantada – Formada por muros delgados de concreto armado com espessuras entre 0,20 m e 0,30 m, contidos por tirantes protendidos. Em geral, são verticais ou subverticais com os tirantes distribuídos de maneira uniforme com espaçamentos que variam de acordo com a altura da contenção e os esforços atuantes. O paramento pode ser composto de placas isoladas para cada tirante, de placas englobando dois ou mais tirantes ou de cortina única, incorporando todos os tirantes. São aplicados em qualquer situação geométrica, tipo de solo ou condição hidrológica.

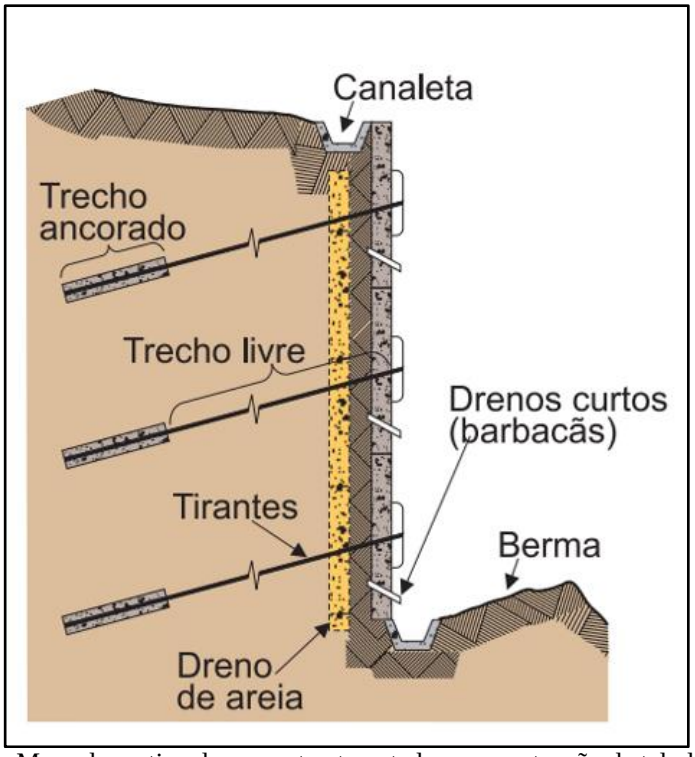


Figura 101: Muro de cortina de concreto atarantada para contenção de talude rochoso.

Tela metálica fixada por chumbadores e recoberta por concreto projetado – Conhecido como solo grampeado ou "*soil nailing*", consiste no reforço do maciço pela introdução de chumbadores (barras de ferro) e posterior recobrimento do talude com tela metálica fixada por pinçadores e aplicação de concreto projetado com 7 a 10 cm de espessura. Utilizada há muito tempo em terrenos rochosos, o sistema foi aperfeiçoado com a introdução do concreto projetado.

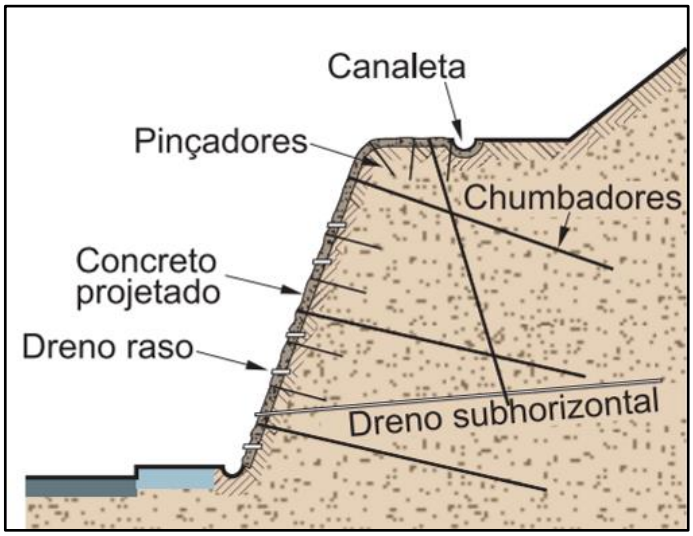


Figura 102: Tela metálica fixada por chumbadores e recoberta por concreto para contenção de talude rochoso.

Condução da Regeneração Natural

A condução da regeneração natural da vegetação é uma prática que busca garantir o desenvolvimento do banco de germoplasma presente no solo sem a intervenção direta, ou seja, sem o plantio de mudas florestais nativas ou sementes. Normalmente é recomendada para áreas com baixa viabilidade para implantação direta de recomposição florestal, como áreas de solos rasos ou inundáveis em grande parte do ano.

Contudo, esta prática deve ser adotada em toda área de recomposição florestal e recuperação de área degradada. Isso porque, em áreas de reposição florestal onde não houve remoção do solo, ao plantio de mudas deve ser realizado conjuntamente a condução da vegetação espontânea, sendo que o coroamento, quando necessário, deve-se limitar ao raio de 30cm da base da muda, permitindo que o restante da vegetação se regenere naturalmente. Nas áreas de taludes, a deposição de solo orgânico, originário do recapeamento das áreas degradadas, permitirá a recomposição natural da vegetação, ao mínimo, rasteira e arbustiva, podendo ser realizado o enriquecimento posterior.

8.3.5.2.6 Resultados esperados

Com a implantação desse programa espera-se que, além de mitigar os impactos sobre os recursos naturais, possa se valorizar os aspectos paisagísticos e ambientais das áreas degradadas. Todas as ações propostas, desde o levantamento das áreas a serem recuperadas, passando pela elaboração dos projetos de recuperação, até a efetiva implantação dos projetos, deverão ser fiscalizadas pela equipe responsável pela Gestão Ambiental da obra. Contudo devem ser anexados aos relatórios enviados semestralmente ao Órgão Legislador os cumprimentos do programa.

8.3.5.2.7 Indicadores de sucesso

- Grau de proteção do solo exposto;
- Índice de desenvolvimento das mudas;
- Estabelecimento da vegetação introduzida;
- Capacidade de regeneração;
- Surgimento de processos erosivos nas áreas recuperadas;
- Conformação da nova paisagem.

8.3.5.2.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Identificação e mapeamento das áreas															
Remoção e estocagem do solo															
Formação de taludes e implantação de drenagem															
Limpeza das áreas de trabalho															
Recomposição das áreas planas															
Recomposição vegetal nas áreas de taludes com solo exposto															
Proteção e recuperação de taludos rochosos															
Monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.3.5.3 Programa de monitoramento de processos erosivos e estabilidade de encostas

8.3.5.3.1 Apresentação

Devido à combinação de fatores naturais (ex. precipitação, estrutura, textura do solo, declividade) e fatores antrópicos (ex. desmatamentos, revolvimento, usos inadequados) do solo, são comuns nas regiões tropicais e subtropicais do Brasil os movimentos de massa ou deslizamentos. Durante o processo de implantação do empreendimento, sabe-se de que o uso do solo tais como supressão de vegetação, terraplenagens, criação de bota-foras e as intempéries criam instabilidades das encostas. Esta instabilidade, por sua vez, aliada a fatores supracitados pode acelerar ou acentuar os processos erosivos.

Todas estas áreas de movimentação de solo ou supressão de vegetação para implantação do empreendimento deverão ser objeto de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD (citado anteriormente), o qual deverá tratar das diretrizes específicas a cada caso, haja vista que em áreas onde o solo teve poucas alterações situadas em locais planos há possibilidade de implantação de mudas florestais nativas, enquanto que cortes que exibem material rochoso deverão ter a contenção voltada à engenharia civil.

8.3.5.3.2 Justificativa

Nas obras para implantação da CGH Giacomini podem ocorrer processos erosivos relacionados a movimentação do solo, ocasionada pelas operações de escavação, terraplanagem e também devido a retirada de cobertura vegetal. A erosão é um dos principais fatores responsáveis pela degradação do solo e também proporciona efeitos negativos ao corpos d'água, já que uma das consequências é o aumento do transporte de sedimentos para o rio, portanto, esse programa justifica-se pela necessidade de acompanhamento desses processos.

8.3.5.3.3 Objetivo geral

Monitorar o comportamento das encostas mais susceptíveis aos processos de erosão e assim orientar acerca de ações preventivas e corretivas.

8.3.5.3.4 Objetivos específicos

- Mitigar os impactos dos serviços de escavação e terraplanagem necessários para a implantação do empreendimento;
- Promover as atividades de recuperação;
- Integrar as áreas impactadas com a paisagem do entorno;
- Controlar os processos erosivos.

8.3.5.3.5 Procedimentos metodológicos

Para minimizar ou prevenir os processos deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Corrigir qualquer tipo de erosão encontrada na área do empreendimento, inclusive em seus acessos;
- Evitar 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;
- Implantar sistema de drenagem adequado nas áreas da obra;

- Utilizar revestimento protetor (por exemplo, cal-jet) em locais propícios ao desenvolvimento de processos erosivos superficiais indutores de instabilidade (sulcos de erosão, ravinas, voçorocas, fendas no solo);
- Rampear ou suavizar os taludes formados por cortes, implantação de terraços, sistema de drenagem e revestimento vegetal nas estradas a serem ampliadas ou substituídas e nas jazidas de empréstimo;
- Remover ou realizar desmonte de blocos de rocha que se apresentem em posição perigosa, sujeitos a queda ou tombamento;
- Evitar áreas de alto potencial à erosão para a instalação das estruturas de apoio às obras e de obtenção de materiais de construção, ou de descarte de estéreis;
- Executar o revestimento vegetal dos taludes, logo após a conclusão dos cortes e aterros, preferencialmente com a utilização de gramíneas e leguminosas fixadoras de nitrogênio, com mínimo revolvimento do solo durante o plantio;
- Evitar, durante o período chuvoso, quando possível, a movimentação de terras (cortes, aterros, exploração de jazidas de empréstimo, abertura de vias de acesso);

8.3.5.3.6 Resultados esperados

Recuperação das áreas suscetíveis a processos de erosão através do acompanhamento e da execução das medidas de mitigação. Deverão ser elaborados relatórios periódicos contendo informações detalhadas dos pontos de possível ocorrência de processos erosivos, caracterização e procedimentos adotados para controle destes.

8.3.5.3.7 Indicadores de sucesso

- Número, local e tipo de processos erosivos identificados na área do empreendimento;
- Ações de controle adotadas;
- Recomposição de cortes e taludes.

8.3.5.3.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Identificação e mapeamento das áreas															
Implantação de medidas preventivas ou corretivas															
Monitoramento de áreas críticas															
Relatório de acompanhamento															

8.3.5.4 Programa de monitoramento da qualidade da água superficial

8.3.5.4.1 Apresentação

Segundo a Resolução Conjunta nº 03 (ANA/ANEEL), o monitoramento de qualidade da água é o conjunto de ações e equipamentos destinados ao levantamento de parâmetros de qualidade da água. Para empreendimentos desta natureza, os estudos devem ser de forma integrada, nos meios físico, biótico e antrópico. Assim, deve-se avaliar o sistema fluvial, contemplando suas adjacências para avaliação química, física e biológica das águas e suas condições limnológica, o que proporciona o entendimento das relações entre esses elementos, o equilíbrio do sistema e suas prováveis reações, bem como sua capacidade de absorver impactos em função de ações externas. Portanto, o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais assume um caráter preventivo, tendo em vista as possíveis modificações físicas, químicas biológicas que podem ocorrer na qualidade da água e na dinâmica limnológica.

8.3.5.4.2 Justificativa

Com a implantação da CGH surgem os processos de remoção da vegetação marginal, formação de taludes, nivelamento do solo, desvio do rio, operação de bota-foras, entre outras etapas, que tornam propício o escoamento superficial com carregamento de partículas de solo e efluentes, que alteram a qualidade da água neste período. Portanto torna-se necessário uma

constante avaliação, desde o seu início, durante e depois de concluído o empreendimento, para diagnosticar a magnitude das alterações que poderão ocorrer.

8.3.5.4.3 Objetivo geral

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais tem como objetivo consolidar o diagnóstico qualitativo da água na área de influência direta do futuro empreendimento e o conhecimento dos fatores que condicionam a qualidade destas.

8.3.5.4.4 Objetivos específicos

- Acompanhar a evolução das alterações no sistema aquático ao longo de todas as fases do empreendimento;
- Realizar coletas de água com periodicidade trimestral, ou aquela definida pelo órgão competente;
- Permitir a elaboração de estudos e prognósticos e definir intervenções necessárias à mitigação dos impactos causados e/ou potencializados devido a transformação do regime hídrico.

8.3.5.4.5 Procedimento metodológico

O Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água compreende a coleta sistemática de amostras no curso hídrico e a determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas em águas superficiais. Os pontos de amostragem devem ser preferencialmente os mesmos já utilizados nesse estudo, compreendendo a montante e jusante do empreendimento.

As amostras de água coletadas deverão ser acondicionas de acordo com a NBR 9898/87 e encaminhadas ao laboratório em menos de 24 horas, refrigeradas a 4º C, com seus devidos conservantes químicos. As coletas e análises deverão ser realizadas segundo metodologia do *Standard Methods for Examinations of Water and Wastewater*. As coletas deverão ser realizadas trimestralmente, a cada estação do ano durante a fase de implantação, posteriormente deverá ser reavaliada a matriz de coleta e periodicidade. Deverão ser analisados, inicialmente, os mesmos parâmetros já utilizados nesse estudo, de forma a permitir a comparação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) ao longo das fases do empreendimento. Além do mais, devem ser selecionados alguns parâmetros referentes a agrotóxicos e metais pesados.

8.3.5.4.6 Resultados esperados

Basicamente, em função das etapas de implantação o programa abrange três fases distintas: anterior à construção; construção; acompanhamento de operação. Os dados obtidos deverão ser consolidados e encaminhados ao órgão ambiental responsável na forma de relatórios. Incluem-se no relatório as metodologias de coleta e análise e os estudos dos parâmetros físico-químicos que caracterizam a qualidade da água, observando o atendimento à legislação ambiental vigente.

8.3.5.4.7 Indicadores de sucesso

- Enquadramento das análises dentro dos limites estabelecidos no CONAMA 357/05;
- Resultados positivos para o Índice de Qualidade da Água e Índice de Estado Trófico.

8.3.5.4.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Planejamento															
Coleta de água durante implantação															
Relatório de acompanhamento															

8.4 MEIO BIÓTICO

8.4.1 Áreas de Influência

8.4.1.1 Delimitação das áreas de influência para o meio biótico

As áreas de influência para o meio biótico são as mesmas apresentadas para o meio físico, ou seja, a ADA são os locais diretamente afetados pela obra do empreendimento totalizando 3,00 hectares, a AID é uma área de 500 m no entorno da ADA e a AII corresponde a bacia de drenagem do Arroio Guaçu.

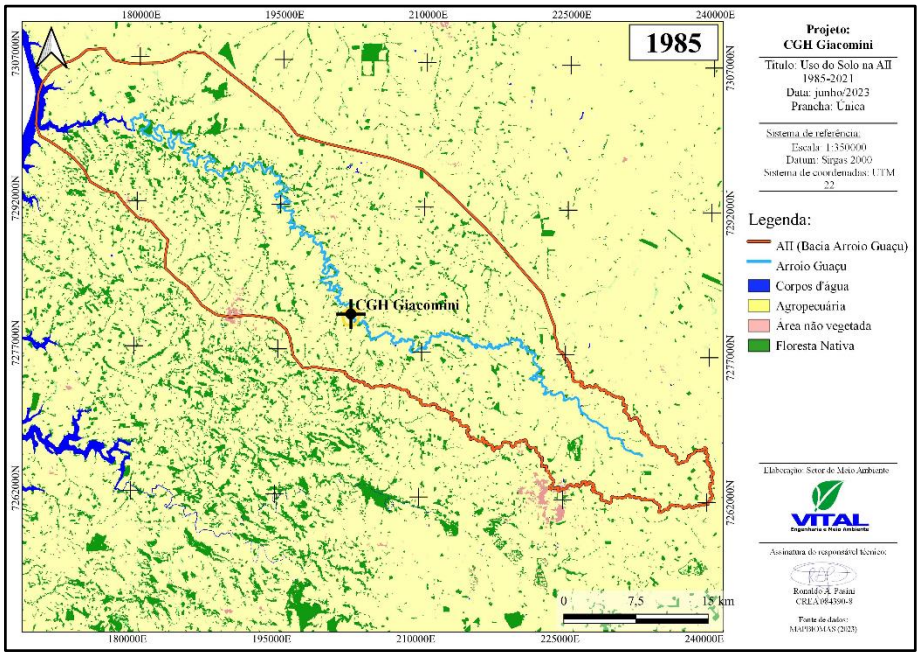
Tabela 49: Delimitação das áreas de influência para o meio biótico

Meio de conhecimento		ADA	AID	AII
Biótico	Flora Fauna	Locais diretamente afetados pelas obras da CGH Giacomini	Área delimitada de 500 m no entorno da ADA	Bacia do Arroio Guaçu

8.4.2 Caracterização da paisagem sob a perspectiva da fauna

Para caraterização da paisagem na região de implantação da CGH Giacomini foram utilizadas imagens de satélite fornecidas pelo Google Satélite. Também foram utilizados dados fornecidos pela plataforma PROJETO MAPBIOMAS (Coleção 6 – 2021), onde foi possível visualizar a fragmentação ao longo do tempo, pois são fornecidos dados de 1985 até 2021. A matriz do uso do solo na AII é predominantemente agropecuária, principalmente com a presença de áreas de agricultura e pastagens e poucos remanescentes florestais.

É possível notar nas imagens abaixo, que ainda que alguns fragmentos tenham sido suprimidos, vários outros foram recuperados ao longo dos anos. Ao contrário da maior parte das regiões, esta em específico apresentou um aumento no número de áreas verdes compostas por fragmentos de vegetação nativa. Uma das hipóteses, é que este aumento de áreas verdes esteja relacionado principalmente com a implantação de empreendimentos hidrelétricos na região, para os quais são exigidas medidas de compensação e recuperação das APPs dos cursos hídricos. Da mesma forma que se nota um aumento na matriz de vegetação nativa em alguns locais, também se percebe o aumento de tamanho dos municípios da região ao longo do tempo.



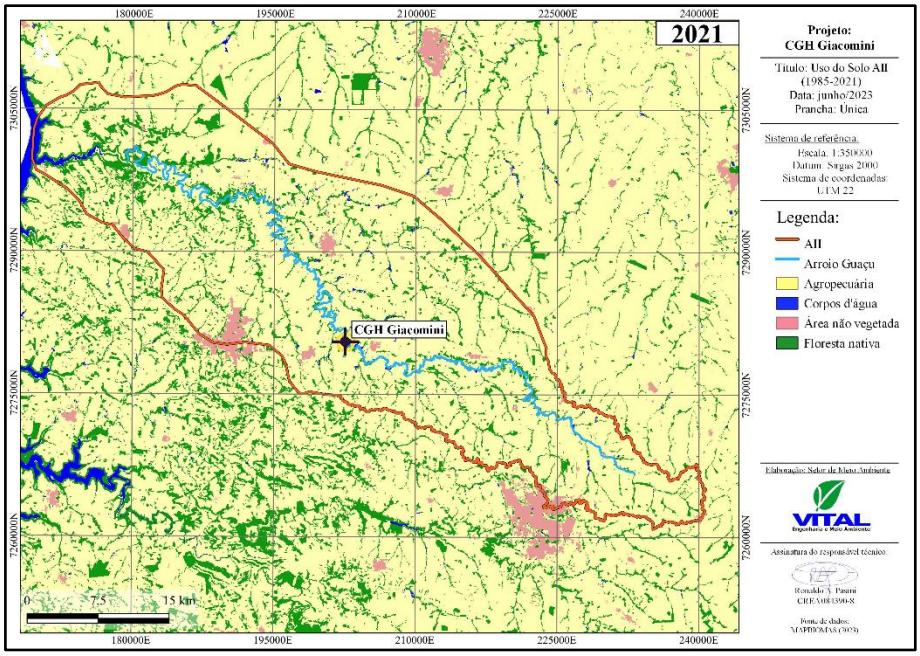


Figura 103: Tipificação da matriz do uso do solo na área de influência indireta da CGH ao longo do tempo.

A região de implantação da CGH Giacomini pode ser considerada bem conectada e com presença de fragmentos parcialmente preservados. De modo geral, uma porção significativa de remanescentes da Mata Atlântica ainda pode ser encontrada nessa parte do estado do Paraná, esses fragmentos são importantes do ponto de vista funcional da paisagem, corredores formados pelas matas de galeria podem permitir a passagem dos animais entre os fragmentos núcleo e também auxiliar na dispersão de sementes. Faz-se importante que após a implantação da CGH Giacomini seja verificada a necessidade da instalação de passadores de fauna e isolamento do canal adutor, para mitigar os impactos ocasionados na mata de galeria. Na margem oposta da CGH foi visualizada uma pedreira com lavra a céu aberto em funcionamento, a mesma também ocasiona impactos negativos na fauna nativa através do barulho das detonações e movimentação constante de máquinarios e pessoas.

A CGH Giacomini demandará de uma pequena área de supressão para implantação (1,53 hectares), entretanto a CGH ocupará uma área composta quase que em sua totalidade de vegetação nativa em estágio médio de regeneração, apenas o bota-fora e acessos estão localizados em áreas abertas e sem vegetação. As espécies que poderão ser mais afetadas com as alterações da paisagem são as de baixa capacidade de dispersão e espécies que possam apresentar alguma restrição em relação ao tipo de habitat, como exemplo podemos citar os anfíbios associados a ambientes preservados e pequenos marsupiais arborícolas. Entretanto, como já mencionado no escopo do estudo, a área de implantação e supressão será relativamente pequena, o que deve ocasionar menores impactos sobre a fauna nativa, de igual forma deverá

ser levado em consideração nos programas de fauna a presença de espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção, bem como projetos e programas de monitoramento e resgate de fauna.

8.4.3 Fauna terrestre

As áreas amostrais selecionadas para o levantamento de fauna foram: uma área na região de montante do empreendimento (ÁREA 01); uma área na região de implantação do barramento e canal adutor (ÁREA 02); e uma área contemplando a casa de força e jusante do empreendimento (ÁREA 03). Essas áreas foram as mesmas para todos os grupos de fauna, podendo variar a localização das armadilhas conforme metodologia e ambientes propícios para instalação.

O mapa com as áreas amostrais e os pontos de captura encontra-se apresentado no Anexo 13 e a descrição detalhada dos métodos de captura encontra-se na metodologia de cada táxon. A seguir são descritas as áreas de amostragem.

- Área 01: 24°33'37.29"S; 53°55'56.25"O. Esta área de levantamento contemplou o fragmento de mata a montante do empreendimento e proximidades da construção do barramento. O sub-bosque apresenta-se parcialmente conservado, antigamente na região havia criação de gado, agora com o isolamento da área devido as atividades de aquicultura esse local começou a apresentar regeneração, sendo que toda a APP do rio Arroio Guaçu na AID está conectada. Quanto ao Arroio Guaçu, o mesmo apresentou-se similar em todos os pontos amostrais, com algumas corredeiras e quedas e formação de remansos, nas duas campanhas amostrais o mesmo apresentou cota alta.





Figura 104: Caracterização fotográfica da Área 01.

- **Área 02:** 24°33'30.49"S; 53°56'2.02"O. Essa área amostral contemplou o fragmento de mata atingido pela construção do canal adutor. O fragmento é muito similar ao das demais áreas, porém apresenta uma declividade mais acentuada e alguns pontos melhor conservados, nesse ponto também ocorre a captação da água para aquicultura. O Arroio Guaçu apresenta diversas corredeiras e uma cachoeira nesse percurso, a margem direita do rio apresenta APP entre 30 e 50 metros de largura, já na margem esquerda que será objeto de supressão a mesma possui em torno de 30 metros de largura.



Figura 105: Caracterização fotográfica da Área 02.

- **Área 03:** 24°33'27.89"S; 53°56'13.31"O. Esta área contemplou o ponto de construção da casa de força, câmara de carga e conduto forçado. A vegetação ripária apresentou-se parcialmente conservada devido a presença de alguns bovinos no local. No Arroio Guaçu foi visualizada uma ilha, porém, essa não será atingida pelas obras construtivas. A APP encontra-se com pelo menos 40 m de largura em ambas as margens.



Figura 106: Caracterização fotográfica da Área 03.

O levantamento da fauna ocorreu em duas campanhas, abrangendo uma estação quente (primavera) e uma estação fria (outono). A amostragem de fauna terrestre incluiu o levantamento de vertebrados (avifauna, herpetofauna e mastofauna) e invertebrados (himenópteros terrestres - abelhas) nas áreas de influência da CGH Giacomini. As atividades foram desenvolvidas em conformidade com a Portaria 097/2012 do Instituto Ambiental do Paraná – IAP e a Autorização Ambiental Nº 57963, emitida em 29/09/2022.

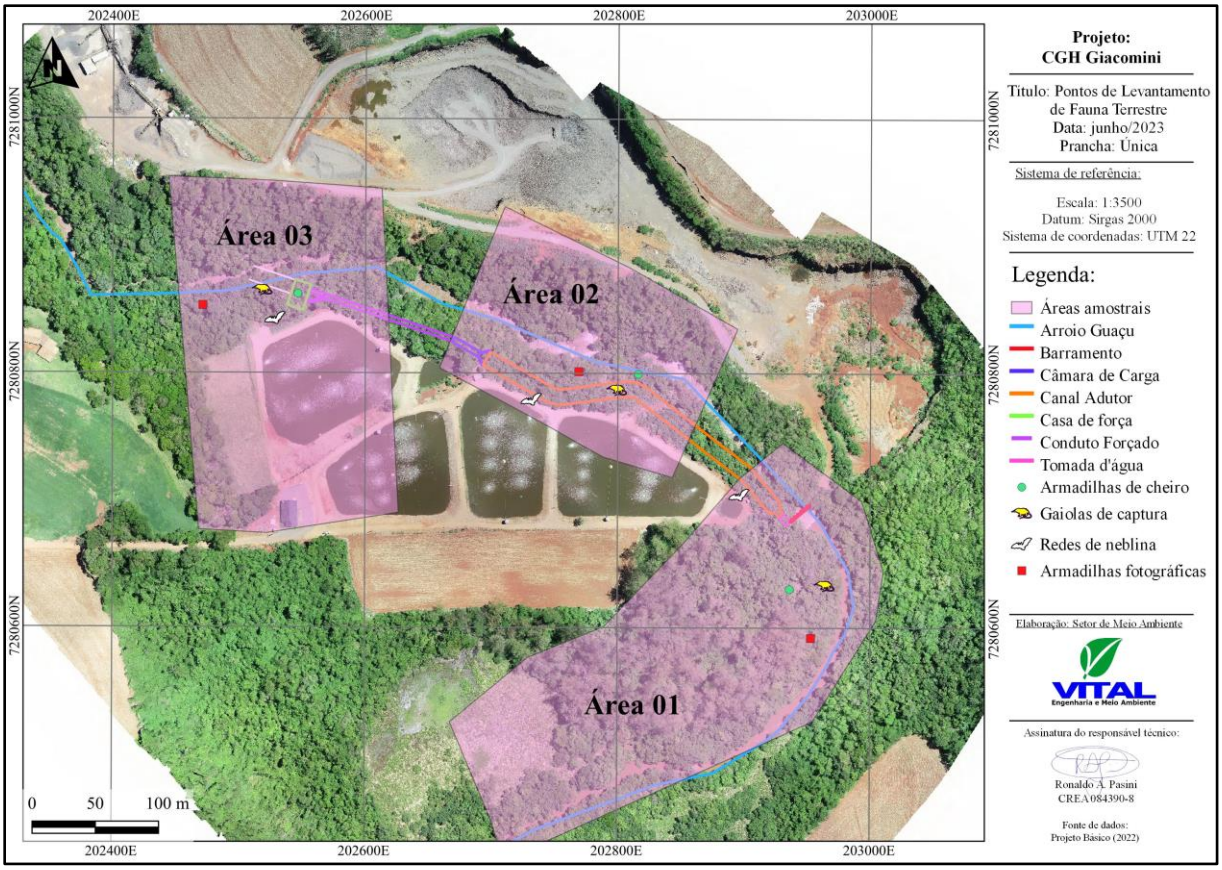


Figura 107: Localização das áreas amostrais para levantamento da fauna terrestre.

8.4.3.1 Hymenoptera (Abelhas)

8.4.3.1.1 Introdução

A ordem Hymenoptera é uma das mais abundantes ordens de insetos, presente em grande diversidade de ambientes terrestres, podendo ainda ser agrupados em diferentes grupos funcionais (HANSON & GAULD, 2006), destacando-se os parasitoides e predadores, que ajudam a controlar populações de diferentes grupos, e os polinizadores que são responsáveis por cerca de 75% da reprodução de plantas com flores (MICHENER, 2007). Devido à grande diversificação estrutural, comportamental e taxonômica, as abelhas formam um grupo de grande importância ecossistêmica devido a polinização de plantas, principalmente as abelhas que dependem quase exclusivamente de recursos obtidos nas flores (HALINSKI et al., 2015).

Muitos fatores podem atuar na determinação da riqueza e abundância das faunas locais de abelhas, como por exemplo, a teoria ecológica sugere que abundância de alimento favoreceria grandes populações e que diversidade de fontes alimentares favoreceria maior riqueza em espécies consumidoras (SILVEIRA et al., 2002). Fatores físicos também podem ajudar na determinação da riqueza e abundância das faunas locais de abelhas, como a influência

de variáveis meteorológicas, como temperatura e pluviosidade, sobre a atividade de voo das abelhas (SILVEIRA et al., 2002).

Embora algumas abelhas (e.g. Euglossini e muitas Meliponini) habitem florestas conservadas, especialmente na região neotropical, muitas e provavelmente a maioria das espécies de abelhas que habitam savanas e margens de florestas prosperam em áreas moderadamente perturbadas (MICHENER, 2000). A conservação de hábitats depende da preservação das populações de abelhas, se elas desaparecerem, a reprodução da maioria dos elementos da flora vai ser severamente limitado (MICHENER, 2000). O processo contínuo de urbanização, além da agricultura e pecuária são acompanhadas pela fragmentação do habitat e destruição de áreas de nidificação e fontes de alimentos das abelhas (ANDENA et al., 2005).

8.4.3.1.2 Dados Secundários

Apesar das abelhas constituírem um grupo diversificado e abundante são poucos os estudos publicados sobre esse táxon na região do empreendimento, portanto foram utilizados dados secundários de áreas que estão localizadas na região oeste do estado do Paraná.

R1 – FARIA et al. (2019): o estudo foi realizado no Parque Nacional do Iguaçu, para amostragem foram utilizadas armadilhas de cheiro com sete compostos aromáticos, ao total foram coletadas sete espécies de abelhas das orquídeas, condizente com demais estudos realizados em fragmentos de floresta estacional semidecidual.

R2 – GONÇALVES et al. (2014): nesse estudo foi realizado um inventário de abelhas das orquídeas no Parque Estadual São Camilo, foram utilizadas três armadilhas de cheiro com um esforço amostral de nove dias. Ao total foram coletados 186 exemplares pertencentes a 07 espécies.

R3 – FAVALESSO, GONÇALVES (2017): esse estudo investigou a resposta de abelhas e vespas a restauração ambiental no oeste do Paraná, as amostragens foram realizadas por prato-armadilhas durante os meses de fevereiro, março e abril. Foram coletados 21 indivíduos pertencentes a nove espécies da família Apidae e 20 indivíduos pertencentes a 13 espécies de vespas.

Somando-se as referências contabilizaram-se 22 espécies de abelhas de possível ocorrência. Na tabela abaixo são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 02.

Tabela 50. Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de abelhas de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Artigo	2019	Floresta Ombrófila Mista/ Floresta Estacional Semidecidual	Parque Nacional do Iguaçu
R2	Artigo	2014	Floresta Estacional Semidecidual	Parque Estadual São Camilo
R3	Artigo	2017	Floresta Estacional Semidecidual	Palotina/PR e Terra Roxa/PR

Tabela 51. Fauna de abelhas de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3
Hymenoptera	Apidae	*Pison sp.*	-			X
		Dialictus sp.	-			X
		Priocnemis sp.	-			X
		Augochlora sp.	-			X
		Ageniella sp.	-			X
		Ammophila sp.	-			X
		Augochlorella ephyra	-			X
		Augochlora thalia	-			X
		Eufriesea violacea	Abelha-das-orquídeas	X	X	
		Euglossa annectans	Abelha-das-orquídeas	X	X	
		Euglossa pleosticta	Abelha-das-orquídeas	X	X	
		Euglossa cordata	Abelha-das-orquídeas	X	X	
		Euglossa fimbriata	Abelha-das-orquídeas	X	X	
		Euglossa truncata	Abelha-das-orquídeas	X		
		Eufriesea auriceps	Abelha-das-orquídeas	X		
		Eulaema nigrita	-		X	
		Exaerete smaragdina	-		X	
		Tetrapedia diversipes	Abelha-solitária			X
		Trypoxylon sp.	-			X
		Liris sp.	-			X
		Plebeia droryana	Abelha-mirim			X
		Aporinellus sp.	-			X
		22		**07**	**07**	**13**

Fonte: R1 - FARIA et al., 2019; R2 – GONÇALVES et al., 2014; R3 – FAVALESSO, GONÇALVES, 2017.
Obs.: Não foram observadas espécies ameaçadas de extinção nos dados secundários.

8.4.3.1.3 Materiais e Métodos

Armadilhas de Cheiro

As armadilhas para abelhas foram confeccionadas com garrafas PET, contendo duas aberturas na parte superior com diâmetro de 2,5cm, onde foram acoplados funis de plástico. Utilizou-se um chumaço de algodão amarrado contendo isca-odor (essências), preso a um barbante um pouco acima da altura das aberturas para atrair as abelhas, as mesmas ficaram expostas por dois dias. Foram utilizados dois tipos de essências para atrair as abelhas, eucaliptol e vanilina. Foram instalados dez (10) garrafas por área amostral que ficaram expostas durante 72h, totalizando 30 armadilhas de cheiro por campanha.



Figura 108: Garrafa pet com essência para isca de cheiro instalada em campo.

Esforço Amostral

Tabela 52. Esforço amostral por método empregado.

UNIDADE AMOSTRAL	ESFORÇO POR MÉTODO
	ARMADILHA DE CHEIRO
Área 01	10 armadilhas – noite
Área 02	10 armadilhas – noite
Área 03	10 armadilhas - noite

Análise de Dados

Para o grupo foram utilizadas métricas básicas descritivas sobre composição de espécies encontrada (riqueza, abundância). Devido ao baixo número de capturas não foi possível realizar o cálculo dos descritores ambientais (Índices de Diversidade e Dominância), similaridade e curva de acumulação de espécies.

Para complementar as informações, as espécies foram classificadas quanto ao grau de sensibilidade a alterações ambientais (alto, médio, baixo), categorizadas quanto ao status de

ameaça de extinção e endemismo, importância econômica, importância médica e espécies invasoras.

8.4.3.1.4 Resultados e Discussão

Riqueza de Espécies

Para a área de amostragem foi registrada uma espécie de abelha nativa, pertencente a tribo Euglossini, a abelha-das-orquídeas *Eulaema nigrita*, esse indivíduo foi coletado na Área 01, durante a campanha de primavera através das armadilhas de cheiro. A tribo Euglossini é composta pelas abelhas-das-orquídeas dos trópicos americanos, que têm esse nome porque os machos são polinizadores das maiores orquídeas dessa região. O nome também é apropriado por causa do grande tamanho e coloração vistosa de muitas das abelhas (MICHENER, 2000).

Tabela 53. Espécies registradas durante o levantamento.

ORDEM	FAMÍLIA	TRIBO	ESPÉCIE	N	NOME POPULAR
Himenóptera	Apidae	Euglossini	*Eulaema nigrita*	01	Abelha-das-orquídeas

As abelhas da espécie *Eulaema nigrita* são comuns e de ampla distribuição, habitam preferencialmente áreas abertas ou com influência antrópica, normalmente nidifica em cavidades no solo (PERUQUETTI et al. 1999). *Eulaema nigrita* é uma das espécies de abelhas das orquídeas mais estudadas devido à ampla distribuição e tendência a habitar áreas abertas, além disso, essa espécie apresenta excelente habilidade de voo e dispersão, além de ser generalista em relação a dieta floral (SILVA et al., 2012; COSTA et al., 2020). É considerada bioindicadora de áreas perturbadas devido a sua dominância em áreas urbanas e antropizadas (NEMÉSIO, SILVEIRA, 2007).



Figura 109: *Eulaema nigrita* (Euglossini).

Guildas Alimentares

Considerando a fauna de abelhas, a maioria das comunidades é extraordinariamente complexa, com inúmeras espécies, não sendo possível estudar cada uma separadamente, tal a teia de relações que se estabelece entre as várias espécies (CARVALHO, 2009). Uma das maneiras de reduzir a complexidade de uma comunidade é dividi-la em categorias (KREBS, 1994). Assim, a divisão da mesma em grupos denominados guildas permite um melhor entendimento de como se estruturam.

Dessa maneira, a guilda é formada por um grupo de espécies/populações que utiliza uma mesma classe de recursos. A despeito da similaridade entre os membros de uma guilda, deve existir suficiente diferença no uso dos recursos, para que não ocorra exclusão competitiva (STANTON et al., 2002). Assim, as abelhas podem ser agrupadas em guildas alimentares (*e.g.* polinizadores), guildas de forrageamento (*e.g.* visitantes florais), guildas de nidificação, guildas de espécies dominantes, entre outros a depender da finalidade do estudo. Considerando a forma de alimentação, as abelhas da tribo Euglossini (sugadoras) engloba as abelhas que sugam o néctar nas flores, chamadas de abelhas de língua longa.

Preferência de Hábitat

Devido à grande diversificação estrutural, comportamental e taxonômica, as abelhas formam um grupo de grande importância ecossistêmica devido a polinização de plantas,

principalmente as abelhas que dependem quase exclusivamente de recursos obtidos nas flores (HALINSKI et al., 2015).

Muitos fatores podem atuar na determinação da riqueza e abundância das faunas locais de abelhas, como por exemplo, a teoria ecológica sugere que abundância de alimento favoreceria grandes populações e que diversidade de fontes alimentares favoreceria maior riqueza em espécies consumidoras (SILVEIRA et al., 2002). Fatores físicos também podem ajudar na determinação da riqueza e abundância das faunas locais de abelhas, como a influência de variáveis meteorológicas, como temperatura e pluviosidade, sobre a atividade de voo das abelhas (SILVEIRA et al., 2002).

As abelhas da tribo Euglossini são os únicos Apidae dcuja as espécies não são claramente eussociais e nem parasitas sociais. Algumas espécies são solitárias, como a Eufrisea, que muitas vezes produzem agregações de células em lugares protegidos construídos por várias fêmeas, embora os ninhos sejam agregados não há evidência de organização social (MICHENER, 2000). Considerando a espécie registrada (*Eulaema nigrita*), está é associada a ambientes alterados e comumente registrada em inventários de abelhas.

Estratégia Ecológica (r e K)

De maneira geral, as Estratégias *r* e *K* referem-se à alocação de recursos para a reprodução de organismos em geral (PIANKA, 1970). Assim:

- Seleção r: seleção que favorece crescimento rápido tanto em biomassa como em número de indivíduos;
- Seleção K: seleção que favorece uma maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis;
- Estratégia r: conjunto de adaptações que crescimento rápido;
- Estratégia K: conjunto de adaptações que aumenta a capacidade competitiva de um organismo e sua eficiência.

Os organismos "*r* estrategistas" possuem tempo de vida curto e, em geral, não há cuidado com a prole, objetivam explorar nichos vazios e produzir a cada ciclo um elevado número de descendentes, mesmo que poucos sobrevivam até a idade adulta, como por exemplo insetos em geral.

Já os organismos "*K* estrategistas" são hábeis competidores, geralmente exploram hábitats já colonizados, disputando por recursos. Dessa forma apresentam um tempo de vida

mais longo e os pais demandam grande cuidado com a prole de forma a garantir a sobrevivência e longevidade, como exemplo os mamíferos.

Considerando que as abelhas registradas são de hábito solitário e que não possuem padrão de agrupamento social, sem produzir prole elevada e com algum cuidado parental a depender da espécie, considera-se as espécies registradas como "intermediárias" entre os dois tipos de estratégias.

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio ou baixo)

Embora algumas abelhas (*e.g.* Euglossini e muitas Meliponini) habitem florestas conservadas, especialmente na região neotropical, muitas e provavelmente a maioria das espécies de abelhas que habitam savanas e margens de florestas prosperam em áreas moderadamente perturbadas (MICHENER, 2000). A conservação de muitas hábitats depende da preservação das populações de abelhas, se elas desaparecerem, a reprodução da maioria dos elementos da flora vai ser severamente limitado (MICHENER, 2000). O processo continuo de urbanização, além da agricultura e pecuária são acompanhadas pela fragmentação do habitat e destruição de áreas de nidificação e fontes de alimentos das abelhas (ANDENA et al., 2005).

A espécie *Eulaema nigrita* (abelha-das-orquídeas) foi classificada como possuindo "baixa sensibilidade" as alterações ambientais, por serem abelhas mais comumente registradas em ambientes alterados.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Existem cinco espécies de abelhas classificadas como ameaçadas de extinção em nível nacional, enquanto para o estado do Paraná são classificadas dezoito espécies como ameaçadas. Não foram registradas espécies de abelhas ameaçadas de extinção para o empreendimento.

Tabela 54. Espécies de abelhas classificadas como ameaçadas de extinção em nível nacional e estadual.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MMA (2022)	PARANÁ (2004)
Hymenoptera	Apidae	*Cephalotrigona capitata*	Papa-terra	-	VU
Hymenoptera	Colletidae	*Hylaeus cecidonastes*	-	-	EN
Hymenoptera	Colletidae	*Hylaeus larocai*	-	-	EN
Hymenoptera	Apidae	*Lestrimelitta ehrhardti*	Irati	-	CR
Hymenoptera	Apidae	*Melipona bicolor*	Guaraipo	-	EN
Hymenoptera	Apidae	*Melipona mondury*	Tujuba	-	CR
Hymenoptera	Apidae	*Melipona quinquefasciata*	Mandaçaia-chão	-	CR
Hymenoptera	Apidae	*Melissoptila claudii*	-	-	EN

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	MMA (2022)	PARANÁ (2004)
Hymenoptera	Apidae	*Melissoptila fulvonigra*	-	-	CR
Hymenoptera	Halictidae	*Micrommation larocai*	-	-	EN
Hymenoptera	Apidae	*Mourella caerulea*	Mirim-do-chão	-	EN
Hymenoptera	Colletidae	*Niltonia virgilli*	-	-	EN
Hymenoptera	Apidae	*Osinirius santiagoi*	-	-	CR
Hymenoptera	Apidae	*Oxytrigona tataíra*	Caga-fogo	-	VU
Hymenoptera	Apidae	*Paratetrapedia larocai*	-	-	CR
Hymenoptera	Apidae	*Scaptotrigona xanthotricha*	Tiuba-amarela	-	VU
Hymenoptera	Apidae	*Scaura latitarsis*	-	-	VU
Hymenoptera	Apidae	*Schawarziana quadripuncata*	Guiruçu	-	VU
Hymenoptera	Andrenidae	*Arhysosage cactorum*	-	VU	-
Hymenoptera	Apidae	*Melipona capixaba*	-	EN	-
Hymenoptera	Apidae	*Melipona rufiventris*	-	EN	-
Hymenoptera	Apidae	*Melipona scutllaris*	-	EN	-
Hymenoptera	Apidae	*artamona littoralis*	-	EN	-

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Não foram registradas espécies de impotância econômica na área de estudo.

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

Não foram registradas espécies de risco epidemiológico na área de estudo.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Durante as amostragens não foram detectadas espécies invasoras, nem foram visualizadas “caixas de abelhas” para produção de mel. Entretanto, isso não exclui a presença de espécies exóticas como a *Apis melifera*, a qual está difundida ao longo de todo Brasil.

8.4.3.1.5 Considerações sobre a fauna de abelhas

Para este diagnóstico foi registrada apenas uma espécie de abelha nativa através do método de armadilhas com isca de cheiro, pertencente a tribos Euglossini (*Eulaema nigrita*), a qual não está ameaçada de extinção e é considerada com baixa sensibilidade as alterações ambientais por se tratar de uma espécie comum em ambientes alterados. Devido ao baixo

número de registros e espécies, não foi possível inferir sobre a comunidade de abelhas local ou sobre o real estado conservação dos fragmentos amostrados.

8.4.3.1.6 Referências Bibliográficas

A.B.E.L.H.A. – Associação Brasileira de Estudo das Abelhas. Disponível em: https://abelha.org.br/fichas-catalograficas-das-especies-relevantes-para-a-meliponicultura-2/. Acesso: fevereiro de 2023.

ANDENA, S.R., BEGO, L.R. & MECHI, R.M.A. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. Rev. Bras. Zoocienc. 7(1):55-91. 2005.

CARVALHO, A.M.C. Guilda de abelhas e outros visitantes de Matayba guianensis (Sapindaceae) em vegetação de Cerrado. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais – UFU, 164 p. 2009.

FARIA, L.R.R.; NEVES, B.C.; ARCE, A.J.; HIRSCHFELD, M.N.C.; ZANELLA, F.C.V. News from the West: the orchid bees from Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brazil (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). Biota Neotropica, 19(2): e20180645, 2019.

FAVALESSO, M.M.; GONÇALVES, R.B. Abelhas e vespas (Hymenoptera) como indicadoras ecológicas em uma área de restauração florestal. Oecologia Australis, 21(4): 396-406, 2017.

GONÇALVES, R.N.; SCHERER, V.L.; OLIVEIRA, P.S. The orchid bees (Hymenoptera, Apidae, Euglossina) in a forest fragmente from western Paraná state, Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, 54(6): 63-68, 2014.

KREBS, C.J. Community organizations. In: Ecology. New York, Harper Colins, p. 563-593. 1994.

MICHENER, C. D. The Bees of the World. Baltimore, Johns Hopkins. 2000.

MOURE, J.S. & HURD JR, P.D. (1987) An annotated catalog of the halictid bees of the western hemisphere (Hymenoptera: Halictidae). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., vii + 405 pp.

MOURE, J.S. Augochlorini Beebe, 1925. In: Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G. A.R. (Orgs.), Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Online version. 2012.

NEMÉSIO A., SILVEIRA F. A. Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. Neotrop Entomol 36: 874-888. 2007.

PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). Rev Bras Zool 14: 91-97, 1997.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação – Belo Horizonte, 253 p. 2002.

STANTON, M.L.; PALMER, T.M.; YOUNG, T.P. Competition colonization trade-offs in a guild of African acácia ants. Ecological Entomology, 25(3): 369-379p. 2002.

8.4.3.2 Anfíbios

8.4.3.2.1 Introdução

Mundialmente, são conhecidas 8.648 espécies de anfíbios (AMPHIBIAWEB, 2023). O Brasil é o país com a maior riqueza de anfíbios do planeta, segundo o site Amphibia Web (2023) o território brasileiro apresenta 1167 espécies de anfíbios, sendo 1123 anuros, 39 espécies de cecílias e 05 espécies de salamandras. Este número aumenta significativamente a cada ano e conforme a SBH (2021), o Brasil ocupa a primeira colocação na relação dos países com maior riqueza de espécies de anfíbios, seguido por Colômbia e Equador. Para a Mata Atlântica são registradas cerca 625 espécies de anuros, sendo que 77,6% dessas espécies são consideradas endêmicas (PEREIRA-RIBEIRO et al., 2019).

Os anfíbios são funcionalmente importantes, tanto em habitats terrestres quanto aquáticos, em regiões tropicais e subtropicais, além disso, sua ampla distribuição pode servir para avaliar longas mudanças geográficas ou globais no ambiente. Outras espécies são especialistas de hábitat ou têm distribuição restrita, e podem acusar uma perturbação local (HEYER et al., 1994). Certas características fisiológicas (e.g pele permeável) e características ecológicas (e.g ciclo de vida bifásico) tornam os anfíbios fortemente dependentes da água, principalmente durante o período reprodutivo. Esses animais apresentam forte sensibilidade a alterações de parâmetros físicos e químicos da água e várias espécies também são consideradas sensíveis às alterações na estrutura da vegetação nas vizinhanças dos corpos d'água (JIM, 1980).

A variação sazonal, também podem influenciar na distribuição de espécies de anfíbios anuros. Seu período de reprodução é altamente afetado pela distribuição das chuvas, principalmente porque a disponibilidade de sítios aquáticos para reprodução é maior durante a estação chuvosa (AICHINGER, 1987). Fatores pontuais, no entanto, interferem muito na conservação das populações, sendo a introdução de espécies exóticas, o uso de pesticidas, o aumento da radiação ultravioleta, as mudanças climáticas, a poluição das águas e a destruição de habitats (LOEBMANN, 2005). A principal causa de declínios em populações de anfíbios é, seguramente, a destruição dos habitats, assim como as doenças infecciosas, como a causada pelo fungo quitrídeo, são também significativas (YOUNG et al., 2004).

Na maioria das vezes os fatores não influenciam diretamente a abundância populacional, mas sim, agem em conjunto na atividade das espécies. Muitos estudos reportam a temperatura e a precipitação acumulada como fatores críticos na atividade reprodutiva dos anuros. O grupo dos anfíbios apresenta uma extensa tolerância à temperatura, sendo que tais diferenças refletem os diversos regimes térmicos aos quais as espécies estão submetidas em seus habitats (DUELLMAN & TRUEB, 1986).

O conhecimento sobre a composição dos grupos de vertebrados de uma área é fator importante para sugerir medidas apropriadas de redução de impactos e para o sucesso das ações que buscam conservar a biodiversidade (HEYER et al., 1994). Considerando o fato de que os anfíbios são sensíveis às alterações de habitats e possuem restrições quanto a sua mobilidade, a aquisição de informações sobre riqueza e a composição de espécies em diferentes localidades são essenciais para definir estratégias que visam sua conservação.

8.4.3.2.2 Dados Secundários

Como forma de subsidiar os estudos para a CGH Giacomini foram realizadas buscas na literatura de anfíbios de possível ocorrência na região. Foram utilizados principalmente planos de manejo de parques localizados na região, a seguir são apresentadas as referências utilizadas para compor a lista de dados secundários.

R1 – STCP – Plano de Ação (2016): teve como objetivo o levantamento de espécies, ecossistemas e atuais condições de conservação das áreas remanescentes naturais do município de Toledo/PR, para elaboração do Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade de Toledo. Foram identificadas 05 espécies de anfíbios.

R2 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo (2006): esse parque estadual possui área total de 385,34 hectares localizado no município de Palotina. O plano de

manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 15 espécies de anfíbios.

R3 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006): esse parque estadual possui área total de 60,98 hectares localizado no município de São Pedro do Iguaçu. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 16 espécies de anfíbios.

Somando-se as referências contabilizaram-se 23 anfíbios de possível ocorrência. Na tabela abaixo são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 03.

Tabela 55: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Plano de Ação	2016	Floresta Estacional Semidecidual	Toledo/PR
R2	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional Semidecidual	Parque Estadual São Camilo
R3	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional Semidecidual	Parque Estadual Cabeça do Cachorro

Tabela 56: Anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3
Anura	Microhylidae	*Elachistocleis bicolor*	rãzinha-de-barriga-amarela		X	X
	Bufonidae	*Rhinella schneideri*	sapo-cururu	X	X	X
		Rhinella ornata	sapo-cururuzinho			X
	Craugastoridae	*Haddadus binotatus*	rã-da-mata			X
	Centrolenidae	*Vitreorana uranoscopa*	rã-de-vidro			X
	Hylidae	*Boana albopunctata*	perereca-carneirinho		X	X
		Boana caingua	perereca-rajada			X
		Boana raniceps	perereca		X	
		Phyllomedusa tetraploidea	Desconhecido			X
		Dendropsophus minutus	perereca-ampulheta	X	X	X
		Dendropsophus nanus	perereca-pequena	X	X	X
		Trachycephalus typhonius	Perereca-grudenta			X
		Scinax berthae	Desconhecido		X	X
		Scinax catharinae	Desconhecido			X
		Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro	X	X	X
		Scinax fuscomarginatus	perereca-de-focinho-de-borda-marrom		X	
		Scinax nasicus	raspa-cuia		X	
	Leptodactylidae	*Physalaemus cuvieri*	rã-cachorro		X	X

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3
		Physalaemus gracilis	rã-chorona	X		
		Leptodactylus chaquensis	Desconhecido		X	
		Leptodactylus podicipinus	Rã-do-ventre-salpicado		X	
		Leptodactylus luctator	rã-manteiga		X	X
		Leptodactylus fuscus	rã-assobiadora		X	
Total =			**23**	**05**	**15**	**16**

Fonte: R1- STCP, 2016; R2 – STCP, Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo, 2006; R3 – STCP, Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro, 2006. **Obs. Não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção nos dados secundários.**

8.4.3.2.3 Materiais e Métodos

Busca Ativa

Para realização do levantamento de anfíbios na área de influência do empreendimento foi realizada a busca ativa, buscando contemplar ambientes característicos para ocorrência de anfíbios, como margens do Rio Cantu, poças permanentes e temporárias, açudes, além de áreas úmidas e no interior de plantas que podem vir a acumular água. Durante a busca ativa foram registrados os indivíduos por visualização e vocalização.





Figura 110: Locais em que foi realizada a busca ativa de anfíbios.



Figura 111: Busca ativa realizada durante o levantamento de anfíbios.

Esforço Amostral

Tabela 57. Esforço amostral por método de busca ativa.

UNIDADE AMOSTRAL	ESFORÇO POR MÉTODO
	BUSCA ATIVA
Área 01	8 horas
Área 02	8 horas
Área 03	8 horas
TOTAL GERAL	**24 horas**

Análise de Dados

Os dados obtidos para os anfíbios foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade da comunidade de anfíbios em cada unidade amostral.

Riqueza de espécies

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais).

As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade, endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras. Os anfíbios também tiveram suas espécies classificadas quanto a sua relação com a captura ilegal. Também foram identificadas as espécies cinegéticas e ameaçadas de extinção.

Indicadores Ecológicos

A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as

propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Similaridade entre as Áreas Amostrais

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza em cada ponto amostral e para campanha (primavera e outono). Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Sorensen). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo programa R (R CORE TEAM, 2018).

Curva de Acumulação de espécies

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016). A curva de acumulação de espécies é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi feita tendo os dias de amostragem como unidade amostral, incluindo as informações de todos os módulos. Apesar dos demais estimadores serem utilizados, um peso maior foi dado para Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

8.4.3.2.4 Resultados e Discussão

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante o levantamento de anfíbios na área de influência da CGH Giacomini ocorreram 165 registros pertencentes a 13 espécies de anfíbios, distribuídos em 3 famílias e uma ordem,

correspondendo a 56% das espécies de possível ocorrência para a região. Para a Campanha 01, que foi realizada durante a primavera foram registradas 7 espécies e 77 registros, enquanto a campanha do outono apresentou 10 espécies de anfíbios e 88 registros. O fato de a campanha de outono ter apresentado mais registros se deve a temperatura nos dias de monitoramento ter sido alta, em torno de 24°C e umidade relativa do ar por volta de 71%.

Tabela 58: Espécies de anfíbios registrados através do levantamento primário.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Status de Ameaça	C1	C2
Anura	Bufonidae	*Rhinella icterica*	sapo-cururu	-	X	X
	Hylidae	*Boana albopunctata*	perereca-cabrinha	-		X
		Boana caingua	perereca-rajada	-		X
		Boana punctata	perereca-pontilhada	-		X
		Boana raniceps	perereca-de-bananeira	-	X	
		Dendropsophus cf. *nanus*	pererequinha-do-brejo	-	X	X
		Dendropsophus minutus	perereca-ampulheta	-		X
		Ololygon berthae	perereca	-		X
		Scinax fuscovarius	perereca-de-banheiro	-	X	X
	Leptodactylidae	*Leptodactylus luctator*	rã-manteiga	-		X
		Leptodactylus mystacinus	rã-de-bigode	-	X	
		Leptodactylus podicipinus	rã-do-ventre-salpicado	-	X	X
		Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	-	X	
		13		**0**	**7**	**10**

Legenda: C1 = Campanha 01; C2 = Campanha 02.

A família com maior número de espécies foi Hylidae, com oito espécies registradas, seguida de Leptodactylidae, com quatro espécies e a Família Bufonidae com uma espécie registrada (Figura 112). A família Hylidae está entre os mais diversificados e bem-sucedidos anuros que ocorrem em áreas da Europa, norte da África e da Ásia, América do Sul e Central, oeste da Índia, Austrália e Nova Guiné. Os hilídeos atualmente compõem a família mais numerosa dentre os anuros, sendo constituída por aproximadamente 1047 espécies (FROST, 2021) e segundo levantamento realizado pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (2021), no Brasil ocorrem cerca de 492 espécies de hilídeos. Todas as espécies registradas são de ampla distribuição e bem adaptadas ao ambiente em que vivem. Algumas possuem uma maior plasticidade ambiental, como por exemplo *Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscovarius* e *Leptodactylus luctator*, que são frequentemente encontradas próximas à residências e regiões antropizadas. O sucesso dos membros tanto da família Hylidae quanto Leptodactylidae se deve ao fato de possuírem estratégias ecológicas variadas de sobrevivência e perpetuação das

espécies. Para a família Bufonidae, foi registrada apenas uma espécie de sapo-cururu, *Rhinella icterica*, também amplamente distribuída pela região sul do Brasil.

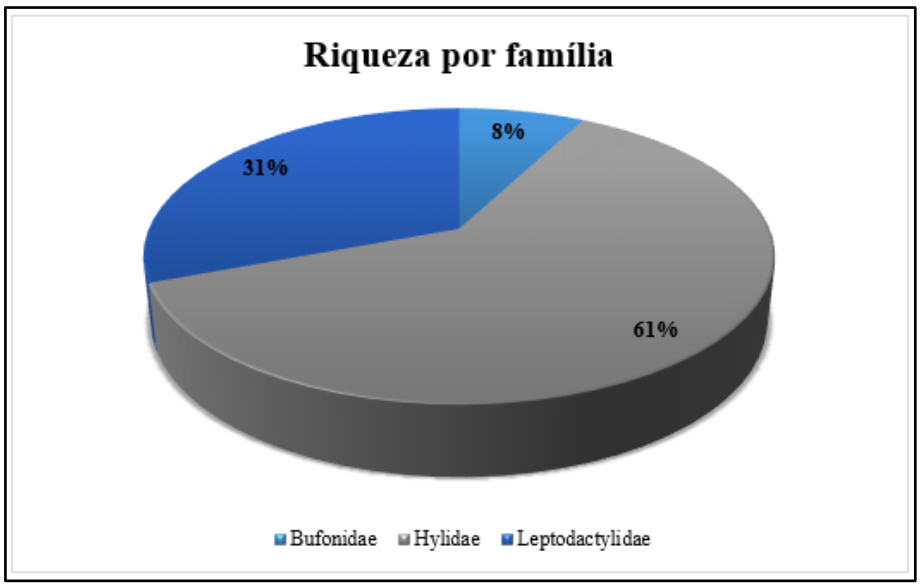


Figura 112: Riqueza de anfíbios registrada de acordo a família.

A espécie mais comumente registrada foi a *Dendropsophus* cf. *nanus* (pererequinha-do-brejo), que obteve 32 registros, com predominância de ocorrência na Área 02. A espécie *Boana punctata* foi registrada 29 vezes, ocorreu apenas na Área 01 e somente na campanha de outono. Para as espécies *Leptodactylus podicipinus* e *Rhinella icterica* foram realizados 25 e 24 registros, respectivamente, as quais ocorreram em ambas as campanhas, porém apenas *R. icterica* foi amostrada nas três áreas, enquanto que *L. podicipinus* ocorreu nas Áreas 01 e 03. As demais espécies obtiveram 15 registros ou menos como pode ser visto no gráfico a seguir.

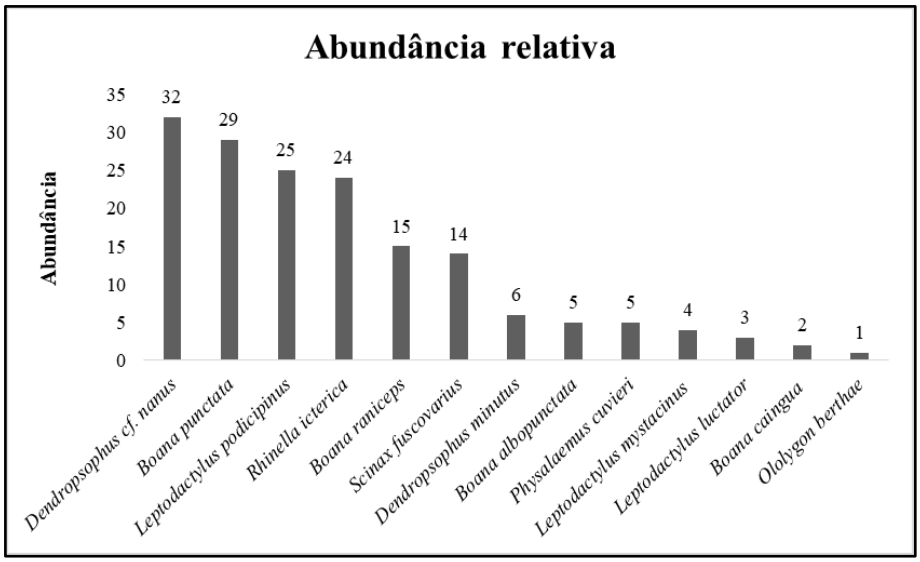


Figura 113: Abundância relativa de anfíbios registrados.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando apenas os dados padronizados obtidos através dos métodos quantitativos. Neste tópico são apresentadas o Índice de Diversidade de Shannon, o Índice de Equitabilidade de Pielou e o Índice de Dominância de Simpson para cada unidade amostral e para o somatório total dos dados.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi maior do que 3 (H' = 3,17), demonstrando alta diversidade encontrada na amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou obtida neste estudo (J=0,86) demonstra que as espécies estão distribuídas de maneira uniforme na área amostrada. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo (DS=0,13), sugerindo que há baixa dominância e maior diversidade de espécies.

Considerando as unidades amostrais separadamente, a Área 1 obteve o maior índice de diversidade, entre as unidades amostrais (H' = 3,00), demonstrando alta diversidade encontrada. A Equitabilidade de Pielou apresentou o valor de J= 0,81, isso demonstra que além da Área 1 possuir maior riqueza de espécies, as mesmas também estão distribuídas similarmente na amostra. Já o Índice de Dominância de Simpson apresentou o valor mais baixo entre as áreas (DS= 0,15), o que demonstra uma baixa dominância. A Área 2 e Área 3 apresentaram resultados mais similares para os índices, como pode ser visualizado no quadro abaixo. Ambas áreas amostrais apresentaram menor diversidade (H'= 1,67 e 1,80), além de uma dominância maior em relação a Área 01 (DS= 0,32 e 0,28), porém indivíduos mais uniformemente distribuídos entre as espécies (J= 0,83 e 0,90). Para a Área 02, a espécie predominante foi *Dendropsophus* cf. *nanus*, com 17 do total de 41 registros e na Área 03, *Rhinella icterica* se apresentou mais frequente, com 7 registros, dos 15 realizados.

Tabela 59. Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral.

ÁREA	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
Área 1	3,00	0,81	0,15
Área 2	1,67	0,83	0,32
Área 3	1,80	0,90	0,28
TOTAL	3,17	0,86	0,13

Guildas alimentares

As espécies utilizadas para esta categorização foram classificadas em apenas duas guildas (Insetívoro e Onívoro). Considerando todos os registros compilados, a dieta predominante foi a insetívora, somente uma espécie foi classificada como onívora (*Leptodactylus luctator*), esta pode eventualmente vir a se alimentar de outros anfíbios anuros. Considerando a abundância, insetívoros também foram dominantes correspondendo a 98% (N=162) dos registros obtidos.

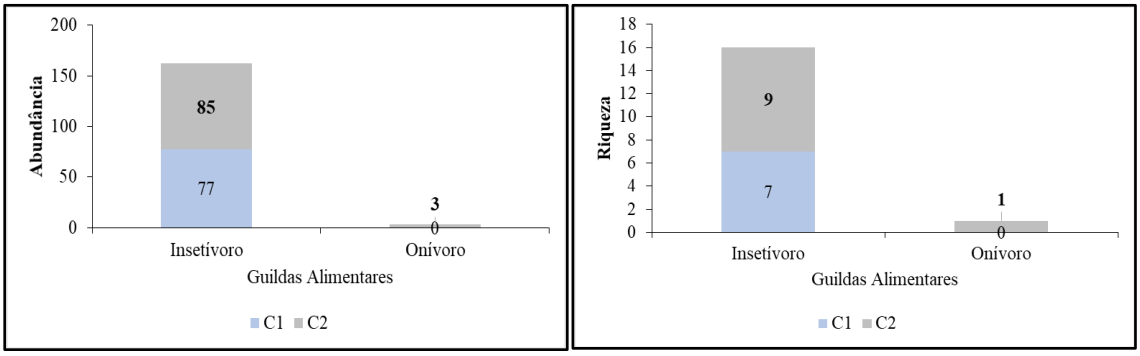


Figura 114: Guildas alimentares para abundância e riqueza de anfíbios.

Estratégia Ecológica (r e K)

De maneira geral, as Estratégias *r* e *K* referem-se à alocação de recursos para a reprodução de organismos em geral (PIANKA, 1970). Assim:

- Seleção r: seleção que favorece crescimento rápido tanto em biomassa como em número de indivíduos;
- Seleção K: seleção que favorece uma maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis;
- Estratégia r: conjunto de adaptações que crescimento rápido;
- Estratégia K: conjunto de adaptações que aumenta a capacidade competitiva de um organismo e sua eficiência.

Os organismos "*r* estrategistas" possuem tempo de vida curto e, em geral, não há cuidado com a prole, objetivam explorar nichos vazios e produzir a cada ciclo um elevado número de descendentes, mesmo que poucos sobrevivam até a idade adulta, como por exemplos insetos em geral.

Já os organismos "*K* estrategistas" são hábeis competidores, geralmente exploram hábitats já colonizados, disputando por recursos. Dessa forma apresentam um tempo de vida

mais longo e os pais demandam grande cuidado com a prole de forma a garantir a sobrevivência e longevidade, como exemplo os mamíferos.

Sabe-se que os anfíbios possuem diversos hábitos relacionados a reprodução, inclusive de cuidados parentais (e.g transporte dos ovos; alimentação dos girinos). Segundo Haddad e Prado (2005), são reconhecidos 39 modos reprodutivos entre anfíbios anuros. Portanto, devido à escassez desse tipo de informação e os anuros registrados, considera-se as espécies registradas como "intermediárias" entre os dois tipos de estratégias.

Comparação entre os Pontos Amostrais (Sazonalidade)

A análise de similaridade entre as áreas amostradas e as campanhas realizadas, foi elaborada com os dados de abundância acumulados por todos os métodos aplicados nas duas campanhas, excluindo-se informações coletadas fora dos métodos padronizados. O resultado da análise demonstrou que a Área 01 apresentou-se a mais distinta das demais durante a segunda campanha, o que pode ser explicado pela maior diversidade de espécies encontrada nesta área na campanha realizada na estação do outono (N= 10).

As Áreas 02 e 03 foram mais similares entre si, visto que a composição de espécies encontradas em ambas as áreas foi semelhante. A sazonalidade não teve tanta influência no agrupamento formado, isso pode ser explicado pelas altas temperaturas encontradas na estação fria. O valor do Coeficiente de Correlação Cofenética foi elevado (ccc = 0,88), demonstrando que o agrupamento formado foi representativo.

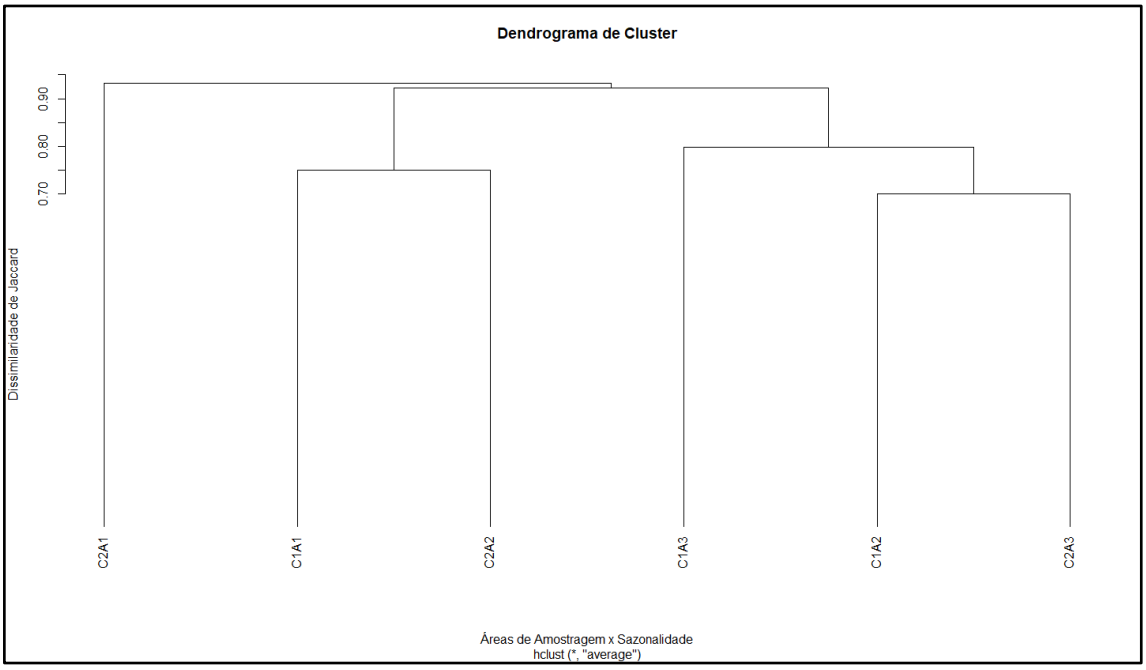


Figura 115: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais.

Tabela 60. Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais.

	C1A1	C2A1	C1A2	C2A2	C1A3
C2A1	0.9330547				
C1A2	0.9217586	0.9330547			
C2A2	0.7500000	0.9330547	0.9217586		
C1A3	0.9217586	0.9330547	0.7980769	0.9217586	
C2A3	0.9217586	0.9330547	0.7000000	0.9217586	0.7980769

Curva de Acumulação de Espécies

A curva de acumulação não demonstrou tendência à estabilização da assíntota, o que quer dizer que a medida que forem realizadas outras campanhas, podem haver registros de novas espécies. Em comparação aos dados secundários, ainda foram registradas espécies que não constavam nas listas dos estudos da região, demonstrando que a riqueza de espécies pode ser maior do que a conhecida atualmente. Salienta-se que serão realizados monitoramentos durante as fases de implantação e operação do futuro empreendimento a fim de amostrar adequadamente a comunidade de anfíbios da região.

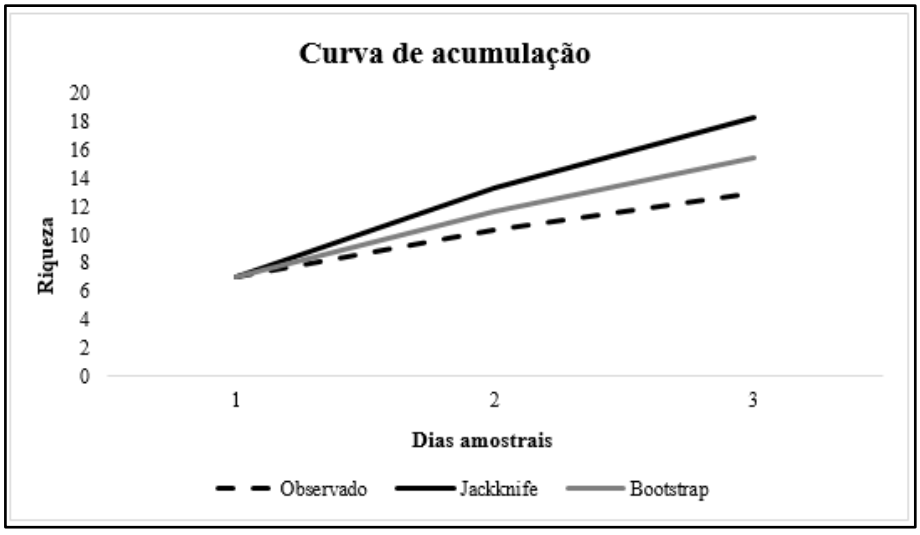


Figura 116: Curva de acumulação de espécies de anfíbios durante o diagnóstico de fauna.

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio ou baixo)

A classificação de anfíbios quanto às alterações ambientais foi feita de acordo com os hábitos das espécies (arborícola, terrícola, fossorial), facilidade de encontrar a espécie na natureza (muito comum, pouco comum e raro), ambiente de reprodução (água parada, água corrente) e categoria de ameaça, gerando três categorias (alta, média e baixa).

Todas as espécies de anfíbios registradas durante esse levantamento foram classificadas como de baixa sensibilidade ambiental, isso porque são espécies comuns em inventários

herpetológicos, não estão caracterizadas como ameaçadas de extinção e são todas classificadas como espécies residentes, com exceção da espécie *Rhinella icterica*, que é endêmica da Mata Atlântica, ainda assim, muito comum de ser encontrado em ambientes com algum tipo de distúrbio.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Para conferência de espécies ameaçadas de extinção foram seguidas as três listas a seguir: Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Internacional (IUCN, 2023), Lista Nacional de Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022) e Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná (IAP, 2004). Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção para a CGH Giacomini.

Quanto as espécies endêmicas, foi registrada apenas o anuro *Rhinella icterica*, porém apesar desta ser uma espécie endêmica, é muito comum e adaptada inclusive aos ambientes urbanizados na região.

Tabela 61. Classificação das espécies registradas.

Espécie	Classificação
Rhinella icterica	Endêmica
Boana albopunctata	Residente
Boana caingua	Residente
Boana punctata	Residente
Boana raniceps	Residente
Dendropsophus cf. nanus	Residente
Dendropsophus minutus	Residente
Ololygon berthae	Residente
Scinax fuscovarius	Residente
Leptodactylus luctator	Residente
Leptodactylus mystacinus	Residente
Leptodactylus podicipinus	Residente
Physalaemus cuvieri	Residente

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Não foram registradas espécies classificadas no CITES, entretanto, a espécie *Leptodactylus luctator* faz parte do grupo das rãs-manteiga, que podem ser utilizadas como fonte de alimento (UNEP:WCMC, 2007).

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

Não foram registradas espécies de anfíbios de importância médica e risco epidemiológico.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras

Durante as campanhas de levantamento não foi efetuado nenhum registro de espécie exótica-invasora. Porém não se pode descartar a presença da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), visto que é uma espécie que possui grande potencial invasor, fácil adaptação a novos ambientes e sua distribuição tem aumentado, tornando-se uma preocupação no que diz respeito à preservação da biodiversidade (CUNHA & DELARRIVA, 2009).

Registros fotográficos



Figura 117: *Boana raniceps* e *Boana albopunctata.*



Figura 118: *Boana punctata* e *Scinax fuscovarius.*



Figura 119: *Dendropsophus nanus* e *Dendropsophus minutus*.



Figura 120: *Rhinella icterica.*



Figura 121: *Leptodactylus podicipinus* e *Leptodactylus luctator*.



Figura 122: *Physalaemus cuvieri* e *Ololygon berthae.*

8.4.3.2.5 Considerações sobre a fauna de anfíbios

Para a CGH Giacomini foram registradas 13 espécies de anfíbios anuros, pode-se concluir que as áreas amostradas possuem capacidade para abrigar principalmente espécies comuns e com baixa sensibilidade ambiental. Todas as espécies registradas estiveram associadas aos açudes amostrados, não foram identificadas espécies junto ao leito do Arroio Guaçu, entretanto isso não exclui a possibilidade de determinadas espécies utilizarem os ambientes de corredeiras formados pelo rio.

A espécie que se apresentou mais abundante foi *Dendropsophus* cf. *nanus*, porém só ocorreu nas Áreas 01 e 02. A curva de acumulação de espécies não demonstrou estabilização da assíntota, isso indica que novas espécies de anfíbios podem ser acrescidas a lista com a continuidade do monitoramento. De um modo geral os anfíbios possuem capacidade de deslocamento baixa e costumam ser visualizados mais frequentemente no período noturno, portanto deve-se ter atenção para esse grupo na fase de supressão e implantação do empreendimento, com acompanhamento integral da equipe de meio ambiente e realização de resgates, se necessário

8.4.3.2.6 Referências Bibliográficas

AICHINGER, M. Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. Oecologia. 71: 583-592. 1987.

AMPHIBIAWEB. 2023. <https://amphibiaweb.org> University of California, Berkeley, CA, USA. Acesso em: maio de 2023.

BATISTA, J. L. F.; SCHILLING, A. C. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. Revista Brasil. Bot., V 31, n 1, p 179-187, jan.-mar. 2008.

BRASIL. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 2022.

COLWELL, R.K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application. 2016.

CUNHA, E. R.; DELARIVA, R. S. Introdução da rã-touro, *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802): uma revisão. SaBios: Rev. Saúde e Biol. Campo Mourão, v. 4, n. 2, p. 34 – 46, jul./dez. 2009.

DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. Biology of Amphibians. Baltimore, London, McGraw-Hill Publications Corporation. 670p. 1986.

FROST, D. Amphibian Species of the World 6.1, na Online Reference. 2021. Disponível em: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/Amphibia/Anura/Hylidae. Acesso em maio de 2023.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. BioScience, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. A. C. AND FOSTER M. S. (eds.), measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington DC, EUA, 1994.

HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal os Theoretical Biology, v 29, p 151-154, 1970.

IUCN. 2022-2. Red List of Threatened Species. Disponível em: < https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em março de 2023.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. 2004. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná. Curitiba: IAP.

JIM, J. Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1980.

LOEBMANN, D. Os anfíbios da Região Costeira do Extremo Sul do Brasil: Guia Ilustrada. Pelotas: USEB, 2005.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. A Wiley-Interscience publication. New York USA. 1988.

MAGURRAN, A.E. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Vedrà, 1988. 200p.

PEREIRA-RIBEIRO, J.; FERREGUETTI, A.; LINAUSE, T.; COZER, J.; BERGALLO, H.; ROCHA, C. DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF ANURANS FROM MATA DAS FLORES STATE PARK, ESPÍRITO SANTO, SOUTHEASTERN BRAZIL. Oecologia Australis. 23. 292-300. 10.4257/oeco.2019.2302.08. 2019.

R CORE TEAM. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em novembro de 2022.

SBH, Sociedade Brasileira de Herpetologia -. Brazilian amphibians - List of species, 2021. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>. Acesso em: maio de 2023.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. Nature, vol 163, p. 688, 1949.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro. Curitiba. 2006.

STCP – Engenharia de Projeto LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo. Curitiba, 2006.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade do Município de Toledo. Curitiba. 231 pg. 2016.

UNEP-WCMC. UN Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. 2007. Disponível em: < https://www.unep-wcmc.org/en>**.** Acesso em: novembro de 2022.

YOUNG, B. E.; Stuart, S. N.; Chanson, J. S.; Cox, N. A. & Boucher, T. M. Disappearing jewels: The status of New World Amphibians. Arlington, NatureServe. 56p. 2004.

8.4.3.3 Répteis

8.4.3.3.1 Introdução

São reconhecidas atualmente 11.940 espécies de répteis no mundo (UETZ et al., 2022). O Brasil, ocupa a terceira posição em riqueza de espécies de répteis, com um total de 848 espécies, sendo 38 da Ordem Testudines, 6 Crocodylia e 804 Squamata (82 anfisbenas, 292 "lagartos" e 430 serpentes) (COSTA e BÉRNILS, 2018).

Para o bioma da Mata Atlântica estão registradas aproximadamente 200 espécies (incluídos os quelônios marinhos) e é o segundo bioma no ranking de número de espécies de répteis no Brasil, ficando apenas atrás da Amazônia. Além disso, parte considerável destas espécies é endêmica, o que agrava ainda mais a situação da conservação deste grupo para a Mata Atlântica, visto que restam apenas 15% da sua cobertura vegetal original (ICMBIO, 2018).

A grande maioria das espécies de répteis é especialista, ou seja, não são capazes de coexistir em ambientes distintos e necessitam de um certo grau de preservação. Muitas espécies de lagartos e serpentes não conseguem sobreviver em ambientes antropizados ou alterados, ou ainda em monoculturas florestais como plantações de eucaliptos e pinheiros (MARTINS; MOLINA, 2008).

A perda e alteração do habitat provocados por atividades agropecuárias é um dos principais fatores de ameaça para esse grupo, seguido da expansão urbana, também podem ser consideradas ameaças a mineração, empreendimentos relacionados a obtenção de energia e turismo desordenado (ICMBIO, 2018).

O grupo é de extrema importância ecológica. Embora seja composto grande parte por espécies predadoras, como jacarés, alguns quelônios e serpentes, há espécies de répteis que são consumidores secundários, com hábitos herbívoros ou insetívoros. Isso significa que ocupam vários níveis da cadeia trófica. Além disso, possuem importância socioeconômica, como alguns quelônios que servem de alimento para populações ribeirinhas e as serpentes peçonhentas das quais é utilizado seu veneno para fabricação de medicamentos e tratamentos (MARTINS; MOLINA, 2008).

Embora os répteis sejam um grupo importante para os estudos ambientais, as dificuldades de obtenção de amostras significativas em curto espaço de tempo e a escassez de informações prévias nas regiões a serem trabalhadas, dificultam as avaliações ambientais.

8.4.3.3.2 Dados Secundários

Como forma de subsidiar os estudos para a CGH Giacomini foram realizadas buscas na literatura de répteis de possível ocorrência na região, esse táxon em específico foi o mais escasso em estudos secundários na região e até mesmo para a tipologia florestal. Como dados secundários foram utilizados dois planos de manejo de parques próximos da região e um plano de ação, conforme descrição abaixo.

R1 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo (2006): esse parque estadual possui área total de 385,34 hectares localizado no município de Palotina. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 27 espécies de répteis.

R2 – STCP Plano de Ações (2016): teve como objetivo o levantamento de espécies, ecossistemas e atuais condições de conservação das áreas remanescentes naturais do município de Toledo/PR, para elaboração do Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade de Toledo. Foram identificadas 10 espécies de répteis

R3 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006): esse parque estadual possui área total de 60,98 hectares localizado no município de São Pedro do Iguaçu. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 19 espécies de répteis

Somando-se as referências contabilizaram-se 29 espécies de répteis de possível ocorrência, dessas, uma espécie é considerada ameaçada de extinção. Na tabela abaixo são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 04.

Tabela 62. Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional	Parque Estadual São Camilo
R2	Plano de Ação	2016	Floresta Estacional	Toledo/PR
R3	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional	Parque Estadual Cabeça do Cachorro

Tabela 63. Fauna de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	Status de ameaça
Testudines	Chelidae	*Phrynops williamsi*	Cágado-rajado			X	VU-IUCN; VU-PR;
Crocodilia	Crocodylidae	*Caiman latirostris*	Jacaré-do-papo-amarelo	X			
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus mabouia**	Lagartixa-de-parede	X	X	X	
	Tropiduridae	*Tropidurus torquatus*	Calango	X			
	Anguidae	*Ophiodes fragilis*	Cobra-de-vidro	X		X	
	Teiidae	*Salvator merianae*	Lagarto-teiú	X	X	X	
		Ameiva ameiva	Lagarto-verde		X		
	Amphisbaenidae	*Amphisbaena mertensii*	Cobra-de-duas-cabeças	X		X	
	Colubridae	*Chironius exoletus*	Cobra-cipó	X			
		Palusophis bifossatus	Jararaca-do-banhado	X	X	X	
		Spilotes pullatus	Caninana	X			
		Dipsas indica	Dormideira	X			
		Dipsas mikanii	Dormideira	X	X	X	
		Helicops infrataeniatus	Cobra-da-água	X		X	
		Philodryas olfersii	Cobra-verde	X		X	
		Clelia plumbea	Muçurana-grande	X		X	
		Oxyrhopus guibei	Falsa-coral	X	X	X	
		Oxyrhopus petolarius	Falsa-coral	X			
		Thamnodynastes strigatus	Correideira-lisa	X	X	X	
		Tomodon dorsatus	Corre-campo	X	X		
		Erythrolamprus miliaris	Cobra-d'água	X	X	X	
		Erythrolamprus poecilogyrus	Cobra-de-capim	X		X	
		Xenodon merremii	Boipeva	X		X	
	Elapidae	*Micrurus corallinus*	Coral-verdadeira	X		X	
	Viperidae	*Bothrops alternatus*	Urutu	X			
		Bothrops jararaca	Jararaca	X		X	
		Bothrops moojeni	Jararaca	X			
		Bothrops neuwiedi	Jararaca-cruzeira	X		X	
		Crotalus durissus	Cascavel	X	X	X	
Total =			**29**	**27**	**10**	**19**	**01**

Categoria de ameaça: VU – Vulnerável. **Status de conservação:** PR – Livro de Fauna Ameaçada do Paraná (2004); IUCN (2022); **Fonte:** R1 – Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo, 2006; R2- STCP, 2016; R3 – Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro, 2006.

8.4.3.3.3 Materiais e Métodos

Busca Ativa

Para realização do levantamento de répteis na área de influência do empreendimento foi realizada a busca ativa, buscando contemplar ambientes característicos para ocorrência dos mesmos, como em baixo de troncos, construções abandonadas, em meio a vegetação e próximo de corpos d'água.



Figura 123: Busca ativa de répteis.



Figura 124: Busca ativa de répteis.

Esforço Amostral

Tabela 64. Esforço amostral por método empregado.

UNIDADE AMOSTRAL	ESFORÇO POR MÉTODO
	BUSCA ATIVA
Área 01	8 horas
Área 02	8 horas
Área 03	8 horas
TOTAL GERAL	**24 horas**

Análise de dados

Devido ao baixo número de registros para esse táxon não foi possível realizar análises estatísticas, seja por indicadores ecológicos ou curva de acumulação. Os dados coletados serão apenas discutidos quanto riqueza e abundância

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais). As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade,

endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras.

8.4.3.3.4 Resultados e discussão

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante os levantamentos na área de influência da CGH Giacomini foram registradas duas espécies de répteis através da busca ativa, como mostra a tabela abaixo. Todos os registros ocorreram durante a campanha realizada na primavera.

Tabela 65. Espécies de répteis registrados através do levantamento primário.

Seq	Ordem	Família	Espécie	C1	C2
1	SQUAMATA	Teiidae	*Salvator merianae*	X	-
2		Colubridae	*Thamnodynastes hypoconia*	X	-

C1 = Campanha 01; C2 = Campanha 02.

Para o lagarto-teiú (*Salvator merianae*) foram registrados 16 indivíduos, nas três áreas de amostragem. Estes, ocorreram através de visualização direta, armadilha fotográfica e pegadas. Esta espécie é considerada o maior lagarto do sul do Brasil, pertence à família Teiidae da ordem Squamata. Possui ampla distribuição e apresenta atividade sazonal bem demarcada, sendo visto apenas durante os meses de primavera e verão no sul do Brasil. É diurna, estando ativa nos períodos quentes do dia, é um forrageador ativo, com dieta variada, alimentando-se de pequenos vertebrados (roedores, aves, serpentes, anuros), invertebrados (artrópodes e moluscos), ovos e frutos (SAZIMA; HADDAD, 1992).





Figura 125: Registros de lagarto-teiú realizados na CGH Giacomini.

Outra espécie registrada foi a corredeira-carenada (*Thamnodynastes hypoconia*). É uma espécie abundante possui ampla distribuição, com ocorrência no nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina (GIRAUDO, 2001). Possui atividade noturna, de hábito terrestre e semi-arborícola, podendo ser encontrada sobre árvores de pequeno porte, arbustos e em ambientes aquáticos lênticos, principalmente zonas úmidas que cercam grandes rios, além de campos agrícolas, dunas, áreas urbanas e suburbanas (CARREIRA et al. 2005). Os dois indivíduos foram visualizados em atividade de forrageamento na vegetação próxima a açudes na Área 01.



Figura 126: Registros de corredeira-carenada realizados na CGH Giacomini

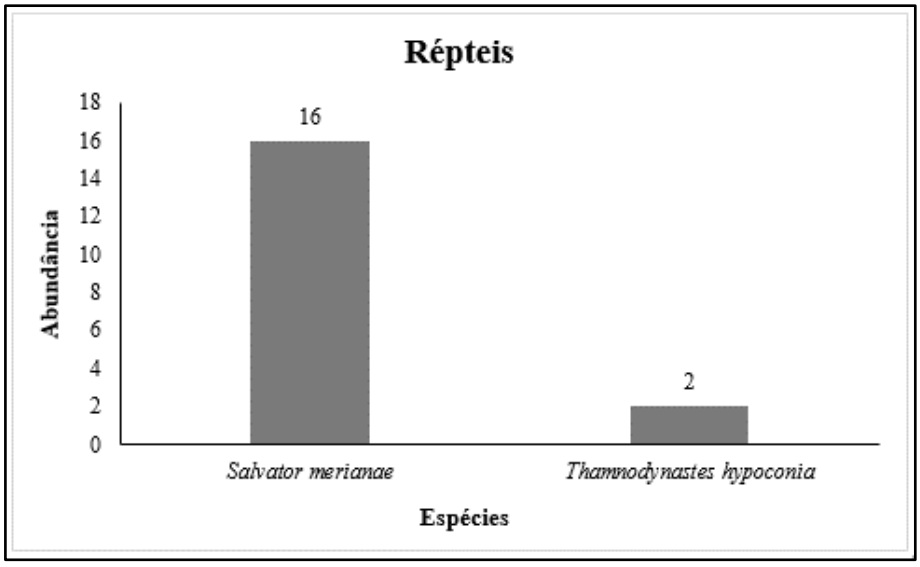


Figura 127: Abundância de répteis registrada durante as campanhas de levantamento.

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio ou baixo)

A classificação de répteis quanto às alterações ambientais foi feita de acordo com os hábitos das espécies, facilidade de encontrar a espécie na natureza (muito comum, pouco comum e raro) e categoria de ameaça, gerando três categorias (alta, média e baixa). Como a *Thamnodynastes hypoconia* e *Salvator merianae* não são espécies endêmicas, ameaçadas ou restrita a habitats preservados, as mesmas foram classificadas como de baixa sensibilidade as alterações ambientais.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Para conferência de espécies ameaçadas de extinção foram seguidas as três listas a seguir: Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Internacional (IUCN, 2023), Lista Nacional de Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022) e Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná (IAP, 2004). Não foram registradas espécies ameaçadas para a CGH Giacomini.

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

Não foram registradas espécies de répteis de importância médica e risco epidemiológico.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Durante as campanhas de levantamento não foram efetuados registros de espécies exóticas e invasoras.

8.4.3.3.5 Considerações sobre a fauna de répteis

Para a região de implantação da CGH Giacomini foram registradas somente duas espécies de répteis, de modo geral, um fator de grande impacto para os répteis que habitam a área do estudo é a intensa atividade humana, devido a atividades de piscicultura na região, presença de bovinos, que ocasionam o pisoteio, compactando o solo e diminuindo o número de abrigos no sub-bosque e serapilheira. Ainda assim, outras espécies provavelmente habitam a região, podendo incluir espécies peçonhentas, como por exemplo a cascavel *Crotalus durissus*. Diante dos resultados encontrados, estima-se que os impactos gerados sobre a fauna de répteis pela implantação da CGH Giacomini sejam brandos. Contudo, como forma de conhecer melhor as espécies da região e acompanhar e mitigar impactos possíveis, deve ser incluso um programa de monitoramento ambiental para répteis.

8.4.3.3.6 Referências Bibliográficas

BRASIL. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 2022.

CARREIRA, S., MENEGHEL, M. & ACHAVAL, F. 2005. Reptiles de Uruguay. Montevideo: DI.R.A.C. Facultad de Ciencias / Universidad de la República. 639 p.

GIRAUDO, A. R., 2001. Diversidad de Serpientes de la Selva Paranaense y del Chaco Húmedo. Taxonomía, Biogeografía y Conservación. Literature of Latin America, Argentina.

COSTA, H.C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira. v. 8, n. 1, p. 11-57, 2018.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 4162 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. 2004. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná. Curitiba: IAP.

IUCN. 2022-2. Red List of Threatened Species. Disponível em: < https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em março de 2023.

MARTINS, M.; MOLINA, F. B. Panorama Geral dos Répteis Ameaçados do Brasil. *In*: ICMBio. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção - Volume IV: Répteis. Brasília, 2008.

SAZIMA, I. & HADDAD, C. F. B. 1992. Répteis da Serra do Japi: notas sobre história natural: 212-231. In: Morellato, L. P. C. (ed.). História Natural da Serra do Japi. Ecologia e Preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas. 321 p.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro. Curitiba. 2006.

STCP – Engenharia de Projeto LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo. Curitiba, 2006.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade do Município de Toledo. Curitiba. 231 pg. 2016.

UETZ, P., FREED, P. & HOŠEK, J. (eds.). The Reptile Database**.** 2021. Disponível em:< http://www.reptile-database.org>. Acessado em março de 2023.

8.4.3.4 Avifauna

8.4.3.4.1 Introdução

As aves são animais que desempenham importantes funções no ecossistema e contribuem ativamente para o equilíbrio ambiental. As aves fornecem diversos serviços ecossistêmicos ao meio ambiente, como a dispersão de sementes, a polinização, e o controle de pragas. Como exemplos dessas funções desempenhadas por elas, podemos apontar espécies como os jacus, sanhaços e arapongas, que se alimentam de frutos engolindo as sementes sem quebrá-las, de forma que as eliminam junto com as fezes em lugares mais distantes, onde germinam dando origem a novas plantas. Espécies como os beija-flores realizam uma função semelhante, já que ao se alimentarem do néctar das flores, carregam o pólen em seus bicos e dessa forma realizam a polinização.

Há também aves que exercem um papel importante no controle de animais considerados pragas, como por exemplo, as andorinhas, que são aves insetívoras, e as corujas, que se alimentam de roedores. Outra função muito importante desempenhada por aves é realizada pelos urubus, que se alimentam de carcaças de animais, não permitindo que essas se acumulem

no ambiente. Além disso, assim como os outros animais, as aves também contribuem para o equilíbrio do meio ambiente sendo presas para predadores, e suas fezes e carcaças agem como adubos naturais para as florestas (SAVE Brasil, 2022).

As aves possuem características únicas que as tornam organismos ideais para descrever o estado de conservação de um determinado ambiente (NAKA & RODRIGUE+S, 2000), são consideradas bioindicadores por ocuparem as mais variadas guildas e nichos ecológicos (SICK, 1997). Em situações onde há uma redução na cobertura florestal e restam apenas pequenos fragmentos, a avifauna sofre consequências negativas como a redução da diversidade (D'ANGELO NETO *et al.*, 1998). Além disso, as comunidades de aves sofrem mudanças em suas composições quando ocorre alguma alteração nas formações vegetais, seja ela natural ou antrópica (ALEIXO, 1999; TELINO-JÚNIOR et al., 2005). Dentro desse contexto, as aves são consideradas como bom táxon para avaliar e monitorar as alterações ambientais (VOLPATO *et al.*, 2012; PADOVEZI *et al.*, 2014).

8.4.3.4.2 Dados Secundários

O Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2021) lista para o território brasileiro 1.971 espécies de aves. Considerando o site do WIKIAVES (2022), no estado do Paraná há a listagem de 728 espécies e para o município de Quatro Pontes – PR há a listagem de 49 espécies e para Toledo – PR uma listagem de 235 espécies de aves. Para formar a lista de avifauna regional de possível ocorrência foram realizadas buscas literárias para a região do município de Quatro Pontes desde que houvesse a mesma tipologia florestal (Floresta Estacional).

R1 – Wikiaves (2023): Foi realizada busca no Wikiaves para as espécies registradas no município de Quatro Pontes e Toledo, ao todo foram contabilizadas 235 espécies de aves para os municípios.

R2 – STCP – Plano de Ação (2016): teve como objetivo o levantamento de espécies, ecossistemas e atuais condições de conservação das áreas remanescentes naturais do município de Toledo/PR, para elaboração do Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade de Toledo. Foram identificadas 150 espécies de aves.

R3 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual São Camilo (2006): esse parque estadual possui área total de 385,34 hectares localizado no município de Palotina. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 42 espécies de aves.

R4 – STCP- Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006): esse parque estadual possui área total de 60,98 hectares localizado no município de São Pedro do Iguaçu. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 68 espécies de aves.

Somando-se as referências foram contabilizadas 271 espécies de aves de possível ocorrência, dessas, 06 espécies são classificadas em alguma categoria de ameaça. Na tabela a seguir são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 05.

Tabela 66: Dados secundários utilizados para levantamento da avifauna de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Wikiaves	2023	Floresta Estacional	Quatro Pontes e Toledo/PR
R2	Plano de Ação	2016	Floresta Estacional	Toledo/PR
R3	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional	Palotina/PR
R4	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional	São Pedro do Iguaçu/PR

Tabela 67: Avifauna de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus obsoletus*	inhambu-guaçu		X			
		Crypturellus parvirostris	inhambu-chororó		X			
		Crypturellus tataupa	inhambu-chintã	X	X		X	
		Tinamus solitarius	macuco				X	VU-PR; NT-IUCN;
		Rhynchotus rufescens	perdiz	X				
		Nothura maculosa	codorna-comum	X	X			
Anseriformes	Anatidae	*Amazonetta brasiliensis*	marreca-ananaí	X	X			
		Dendrocygna bicolor	marreca-caneleira	X				
		Cairina moschata	pato-do-mato	X				
		Nomonyx dominicus	marreca-caucau	X				
		Dendrocygna viduata	irerê	X	X			
Galliformes	Cracidae	*Penelope superciliaris*	jacupemba	X	X	X		
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	mergulhão-caçador	X	X			
		Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno	X				
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	cabeça-seca	X	X			
Pelicaniformes	Ardeidae	*Syrigma sibilatrix*	maria-faceira	X	X			
		Nycticorax nycticorax	socó-dorminhoco	X	X			
		Butorides striata	socozinho	X	X			
		Bubulcus ibis	garça-vaqueira	X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Ardea cocoi	garça-moura	X				
		Egretta thula	garça-branca-pequena	X				
		Ardea alba	garça-branca-grande	X	X			
	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	caraúna	X	X			
		Mesembrinibis cayennensis	coró-coró	X				
		Theristicus caudatus	curicaca	X				
		Theristicus caerulescens	curicaca-real	X				
		Phimosus infuscatus	tapicuru	X	X			
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	urubu-de-cabeça-vermelha	X	X	X		
		Coragyps atratus	urubu-preto	X	X	X		
Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia plumbea*	sovi	X	X			
		Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	X		X		
		Rupornis magnirostris	gavião-carijó	X	X	X		
		Geranospiza caerulescens	gavião-pernilongo	X				
		Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco	X		X		
		Circus buffoni	gavião-do-banhado	X				
		Gampsonyx swainsonii	gaviãozinho	X				
		Elanus leucurus	gavião-peneira	X				
		Leptodon cayanensis	gavião-gato	X				
		Rostrhamus sociabilis	gavião-caramujeiro	X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Accipiter stritus	tauató-miúdo	X				
		Buteo albonotatus	gavião-urubu	X				
		Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	X	X			
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	acauã		X			
		Milvago chimachima	carrapateiro	X	X			
		Caracara plancus	carcará	X	X	X		
		Micrastur ruficollis	falcão-caburé		X			
		Falco femoralis	falcão-de-coleira	X				
		Falco peregrinus	falcão-peregrino	X	X			
		Falco rufigularis	cauré	X				
		Falco sparverius	quiriquiri	X	X	X		
Gruiformes	Rallidae	*Aramides saracura*	saracura-do-mato	X	X	X	X	
		Pardirallus nigricans	saracura-sanã	X	X			
		Gallinula galeata	galinha-d'água	X	X			
		Porphyriops melanops	galinha-d'água-carijó	X	X			NT-PR
		Mustelirallus albicollis	sanã-carijó	X		X		
		Fulica rufifrons	carqueja-de-escudo-vermelho		X			
		Fulica leucoptera	carqueja-de-bico-amarelo	X	X			
	Heliornithidae	*Heliornis fulica*	picaparra		X			EN-PR
	Aramidae	*Aramus guarauna*	carão	X	X			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	biguá	X	X			
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	biguatinga	X				
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana jacana*	jaçanã	X	X			
	Recurvirostridae	*Himantopus melanurus*	pernilongo-de-costas-brancas	X	X			
	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	maçarico-de-colete	X				
		Phalaropus tricolor	pisa-n'água	X				
		Tringa solitaria	maçarico-solitário	X				
		Tringa flavipes	maçarico-de-perna-amarela	X				
	Laridae	*Rynchops niger*	talha-mar	X				
	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	quero-quero	X	X	X	X	
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	pombo-doméstico	X	X			
		Patagioenas speciosa	pomba-trocal				X	
		Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	X	X	X	X	
		Patagioenas cayennensis	pomba-galega		X	X	X	
		Zenaida auriculata	avoante	X	X		X	
		Columbina talpacoti	rolinha-roxa	X	X	X	X	
		Columbina squammata	rolinha-fogo-apagou	X				
		Columbina picui	rolinha-picuí	X	X			
		Geotrygon violacea	juriti-vermelha		X			NT-PR
		Leptotila verreauxi	juriti-pupu	X	X	X	X	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca		X			
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	alma-de-gato	X	X	X	X	
		Coccyzus melacoryphus	papa-lagarta-acanelado	X				
		Micrococcyx cinereus	papa-lagarta-cinzento	X				
		Crotophaga major	anu-coroca	X			X	
		Crotophaga ani	anu-preto	X	X	X	X	
		Guira guira	anu-branco	X	X	X	X	
		Tapera naevia	saci	X	X			
		Dromococcyx phasianellus	peixe-frito		X			
Stringiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	suindara	X	X			
	Strigidae	*Megascops choliba*	corujinha-do-mato	X	X		X	
		Pulsatrix koeniswaldiana	murucututu-de-barriga-amarela				X	
		Asio clamator	coruja-orelhuda	X				
		Asio flammeus	mocho-dos-banhados	X				
		Athene cunicularia	coruja-buraqueira	X	X			
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	urutau	X	X		X	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	bacurau	X	X		X	
		Nyctiphrynus ocellatus	bacurau-ocelado			X	X	EN-PR
		Podager nacunda	corucão	X				
		Lurocalis semitorquatus	tuju			X		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura		X			
Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara leucophthalmus*	periquitão	X	X		X	
		Pyrrhura frontalis	tiriba-de-testa-vermelha				X	
		Myiopsitta monachus	caturrita	X				
		Brotogeris chiriri	periquito-de-encontro-amarelo	X	X			
		Amazona aestiva	papagaio-verdadeiro	X				
		Pionus maximiliani	maitaca-verde	X	X			
Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	beija-flor-de-veste-preta	X				
		Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	X	X			
		Heliomaster furcifer	bico-reto-azul	X				
		Stephanoxis loddigesii	beija-flor-de-topete-azul	X				
		Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	X	X	X		
		Thalurania glaucopis	beija-flor-de-fronte-violeta	X				
		Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	X				
		Hylocharis chrysura	beija-flor-dourado	X				
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon rufus*	surucuá-dourado	X			X	
		Trogon surrucura	surucuá-variado	X	X		X	
Coraciiformes	Momotidae	*Baryphthengus ruficapillus*	juruva	X	X		X	
	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	martim-pescador-grande	X	X		X	
		Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	X			X	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	X	X			
Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus castanotis*	araçari-castanho	X	X	X		
		Pteroglossus bailloni	araçari-banana				X	NT-IUCN; VU-PR
		Ramphastos dicolorus	tucano-de-bico-verde	X	X		X	
		Selenidera maculirostris	araçari-poca	X	X			
	Picidae	*Picumnus temminckii*	picapauzinho-de-coleira	X	X			
		Melanerpes flavifrons	benedito-de-testa-amarela	X				
		Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	X	X			
		Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	X	X			
		Celeus flavescens	pica-pau-de-cabeça-amarela	X	X			
		Dryocopus lineatus	pica-pau-de-banda-branca	X	X	X		
		Melanerpes candidus	pica-pau-branco	X	X			
		Veniliornis spilogaster	picapauzinho-verde-carijó	X	X	X	X	
Cariamiformes	Cariamidae	*Cariama cristata*	seriema	X	X			
Passeriformes	Thamnophilidae	*Mackenziaena severa*	borralhara	X	X	X		
		Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	X	X	X	X	
		Thamnophilus doliatus	choca-barrada	X	X	X		
		Hypoedaleus guttatus	chocão-carijó	X	X			
		Herpsilochmus rufimarginatus	chorozinho-de-asa-vermelha	X	X		X	
		Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa		X	X	X	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
	Conopophagidae	*Conopophaga lineata*	chupa-dente		X		X	
	Furnariidae	*Furnarius rufus*	joão-de-barro	X	X		X	
		Synallaxis ruficapilla	pichororé	X			X	
		Synallaxis frontalis	petrim	X	X			
		Synallaxis spixi	joão-teneném	X			X	
		Certhiaxis cinnamomeus	curutié	X				
		Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete				X	
		Synallaxis cinerascens	pi-puí	X				
		Lochmias nematura	joão-porca	X	X			
		Automolus leucophthalmus	barranqueiro-de-olho-branco	X	X	X	X	
		Dendroma rufa	limpa-folha-testa-baia				X	
	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	arapaçu-verde		X		X	
		Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande		X		X	
		Lepidocolaptes falcinellus	arapaçu-escamoso-do-sul	X				
		Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado		X			
	Rhynchocyclidae	*Leptopogon amaurocephalus*	cabeçudo	X	X	X		
		Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	X	X			
		Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta				X	
		Myiornis auricularis	miudinho	X	X		X	
		Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato				X	
		Corythopis delalandi	estalador	X				
		Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	X	X	X	X	
	Tyrannidae	*Satrapa icterophrys*	suiriri-pequeno	X				
		Tyranniscus burmeisteri	piolhinho-chiador		X			
		Camptostoma obsoletum	risadinha	X	X	X		
		Pyrocephalus rubinus	príncipe	X				
		Myiophobus fasciatus	filipe	X				
		Xolmis velatus	noivinha-branca	X				
		Nengetus cinereus	primavera	X				
		Phyllomyias fasciatus	piolhinho		X			
		Sirystes sibilator	gritador		X			
		Lathrotriccus euleri	enferrujado	X	X		X	
		Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	X	X			
		Elaenia parvirostris	tuque-puim	X				
		Capsiempis flaveola	marianinha-amarela	X	X	X	X	
		Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	X	X			
		Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	X				
		Myiopagis viridicata	guaracava-de-crista-alaranjada	X			X	
		Elaenia spectabilis	guaracava-grande	X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Elaenia chilensis	guaracava-de-crista-branca	X				
		Elaenia mesoleuca	tuque	X				
		Elaenia obscura	tucão	X				
		Phaeomyias murina	bagageiro	X				
		Serpophaga subcristata	alegrinho	X				
		Colonia colonus	viuvinha	X				
		Myiarchus swainsoni	irré	X	X			
		Myiarchus ferox	maria-cavaleira	X				
		Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	X				
		Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	X	X	X	X	
		Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	X				
		Megarynchus pitangua	neinei	X	X	X	X	
		Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	X	X		X	
		Empidonomus varius	peitica	X				
		Tyrannus savana	tesourinha	X				
		Tyrannus tyrannus	suiriri-valente	X				
		Griseotyrannus aurantioatrocristatus	peitica-de-chapéu-preto	X				
		Tyrannus melancholicus	suiriri	X	X			
	Platyrinchidae	*Platyrinchus mystaceus*	patinho				X	
	Tityridae	*Pachyramphus validus*	caneleiro-de-chapéu-preto	X	X			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Tityra inquisitor	anambé-branco-de-bocheca-parda	X				
		Tityra cayana	anambé-branco-de-rabo-preto	X				
	Pipridae	*Chiroxiphia caudata*	tangará			X	X	
		Pipra fasciicauda	uirapuru-laranja	X				
	Hirundinidae	*Progne chalybea*	andorinha-grande	X	X			
		Progne tapera	andorinha-do-campo	X				
		Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	X	X			
		Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	X	X			
		Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco	X				
		Tachycineta leucopyga	andorinha-chilena	X				
		Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	X				
	Corvidae	*Cyanocorax chrysops*	gralha-picaça	X	X	X	X	
	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	corruíra	X	X		X	
		Campylorhynchus turdinus	catatau	X				
	Turdidae	*Turdus rufiventris*	sabiá-laranjeira	X	X		X	
		Turdus leucomelas	sabiá-barranco	X	X		X	
		Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	X	X			
		Turdus subalaris	sabiá-ferreiro	X				
		Turdus albicollis	sabiá-coleira	X	X		X	
	Mimidae	*Mimus saturninus*	sabiá-do-campo	X	X			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
	Motacillidae	*Anthus chii*	caminheiro-zumbidor	X	X			
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	pitiguari	X	X			
		Vireo chivi	juruviara	X				
	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	mariquita	X	X	X	X	
		Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	X	X		X	
		Basileuterus culicivorus	pula-pula	X	X		X	
		Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador	X	X		X	
	Icteridae	*Leistes superciliaris*	polícia-inglesa-do-sul	X	X			
		Molothrus bonariensis	chupim	X	X			
		Icterus pyrrhopterus	encontro	X	X	X		
		Molothrus oryzivorus	iraúna-grande	X				
		Gnorimopsar chopi	passáro-preto	X				
		Chrysomus ruficapillus	garibaldi	X				
		Agelaioides badius	asa-de-telha	X				
		Cacicus haemorrhous	guaxe	X	X	X	X	
		Cacicus chrysopterus	tecelão		X			
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	tico-tico	X	X			
		Arremon polionotus	tico-tico-de-costas-cinza	X				
		Arremon flavirostris	tico-tico-de-bico-amarelo		X			
		Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
	Thraupidae	*Sicalis flaveola*	canário-da-terra	X	X			
		Coryphospingus cucullatus	tico-tico-rei	X				
		Nemosia pileata	saíra-de-chapéu-preto	X				
		Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho	X			X	
		Dacnis cayana	saí-azul	X	X			
		Asemospiza fuliginosa	cigarra-preta				X	
		Paroaria coronata	cardeal	X				
		Tersina viridis	saí-andorinha	X	X			
		Sporophila lineola	bigodinho	X				
		Coereba flaveola	cambacica	X	X			
		Sporophila caerulescens	coleirinho	X				
		Thlypopsis sordida	saí-canário	X				
		Hemithraupis guira	saíra-de-papo-preto	X	X		X	
		Sicalis luteola	tipio	X	X			
		Rauenia bonariensis	sanhaço-papa-laranja	X				
		Pipraeidea melanonota	saíra-viúva	X	X			
		Thraupis palmarum	sanhaço-do-coqueiro	X				
		Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	X	X			
		Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	X				
		Trichothraupis melanops	tiê-de-topete	X	X			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	STATUS DE AMEAÇA
		Tachyphonus coronatus	tiê-preto	X	X			
		Cissopis leverianus	tietinga	X	X			
		Volatinia jacarina	tiziu	X	X			
		Eucometis penicillata	pipira-da-taoca	X				
		Ramphocelus carbo	pipira-vermelha	X				
		Saltator similis	trinca-ferro	X	X			
	Cardinalidae	*Habia rubica*	tiê-de-bando		X		X	
	Fringillidae	*Euphonia chlorotica*	fim-fim	X	X	X	X	
		Spinus magellanicus	pintassilgo	X				
		Euphonia pectoralis	ferro-velho	X				
		Chlorophonia cyanea	gaturamo-bandeira	X	X			
	Passeridae	*Passer domesticus*	pardal	X	X	X		
			271	**235**	**150**	**42**	**68**	**6**

Categoria de ameaça: NT- Quase ameaçado; VU – Vulnerável; EN – Em perigo; CR – Criticamente em perigo. **Status de conservação:** BR – MMA (2022); IUCN (2023); PR – Decreto 11797/2018. **Fonte:** R1 – Wikiaves (2023); R2 – STCP (2016); R3 – Plano de Manejo Parque Estadual São Camilo (2006); R4 – Plano de Manejo Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006).

8.4.3.4.3 Materiais e Métodos

Busca ativa

O levantamento de campo inclui dados qualitativos e quantitativos, onde as aves foram registradas de maneira auditiva e visualmente. Foi utilizada câmera fotográfica Canon SX530HS, Nikon B700 e Nikon B600, as atividades foram realizadas durante o dia, sendo intensificadas a partir do amanhecer e também ao entardecer, períodos estes de maior atividade das aves. Eventualmente, utilizou-se o período noturno para obtenção de dados a respeito de aves noturnas.

Ponto de Escuta

Para obtenção de dados quantitativos foi emprego o método de ponto de escuta. Para essa metodologia além das câmeras fotográficas também foi realizada a gravação de vocalizações com o gravador digital Sony ICD-PX470 para posterior comparação com arquivos sonoros, essa metodologia foi realizada ao amanhecer e entardecer, períodos de maior atividade das aves.



Figura 128: Busca ativa e pontos de escuta de aves.

Registros ocasionais

Através das armadilhas fotográficas foram efetuados registros ocasionais de avifauna, seja por fotografias ou vocalizações gravadas em vídeos. Durante o processo de instalação das redes de neblina para captura de morcegos também foram efetuados registros ocasionais. As aves que porventura foram capturadas foram fotografadas e soltas próximo ao local da captura.

Esforço Amostral

Tabela 68. Esforço amostral por método empregado.

UNIDADE AMOSTRAL	MÉTODO	
	BUSCA ATIVA	PONTO DE ESCUTA
Área 01	08 horas	40 min.
Área 02	08 horas	40 min.
Área 03	08 horas	40 min.
TOTAL GERAL	24 horas	120 min.

Análise de Dados

Os dados obtidos para avifauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade da comunidade de avifauna em cada unidade amostral.

Riqueza de espécies

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais). As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade, endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras.

Indicadores ecológicos

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Similaridade entre as Áreas Amostrais

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza em cada ponto amostral e para campanha. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Sorensen). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo programa R (R CORE TEAM, 2018).

Curva de acumulação de espécies

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016). A curva de acumulação de espécies é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi feita tendo os dias de amostragem como unidade amostral, incluindo as informações de todos os módulos. Apesar dos demais estimadores serem utilizados, um peso maior foi dado para Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

8.4.3.4.4 Resultados e Discussão

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante o levantamento de avifauna na área de influência da CGH Giacomini foram obtidos 1386 registros de aves, pertencentes a 108 espécies, 40 famílias e 18 ordens, correspondendo a 39,85% das espécies de possível ocorrência para a região. Durante esse levantamento foi possível a identificação de pelo menos 06 espécies que não estão listadas nos dados secundários, isso demonstra que a avifauna da região ainda não é completamente conhecida. As espécies que não constam nos dados secundários são: Andorinha-morena (*Alopochelidon fucata*); Beija-flor-de-papo-branco (*Leucochloris albicollis*); Beija-flor-preto (*Florisuga fusca*); Lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*); Socó-boi (*Tigrisoma lineatum*) e Suiriri-de-garganta-branca (*Tyrannus albogularis*).

A ordem passeriformes foi a que apresentou o maior número de espécies, correspondendo a mais de 54% do total registrado, esse padrão já é esperado para a ordem, já que inclui mais da metade de todas as espécies de aves. São espécies muito diversas morfologicamente com adaptações distintas para cada tipo de alimentação. Os Passeriformes exibem grande variação de tolerância ecológica e adaptação trófica, e seus integrantes ocorrem na maioria dos biomas terrestres (BARKER *et al.*, 2002).

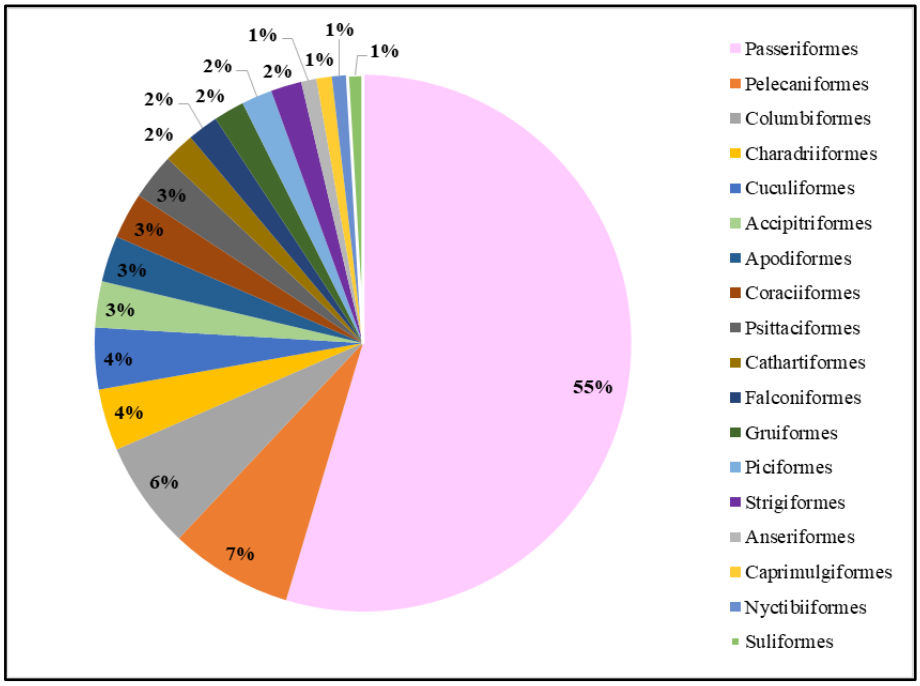


Figura 129: Riqueza da avifauna registrada de acordo com a ordem.

Tabela 69. Espécies de aves registradas através do levantamento primário.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	C1	C2
Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia plumbea*	Sovi	X	X
		Rupornis magnirostris	Gavião-carijó		X
	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águia-serradora	X	X
Anseriformes	Anatidae	*Amazonetta brasiliensis*	Marreca-ananaí	X	X
Apodiformes	Trochilidae	*Chlorostilbon lucidus*	Besourinho-de-bico-vermelho	X	
		Florisuga fusca	Beija-flor-preto	X	
		Leucochloris albicollis	Beija-flor-de-papo-branco	X	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Bacurau	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Urubu-de-cabeça-vermelha	X	
		Coragyps atratus	Urubu-preto	X	X
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Quero-quero	X	X
	Jacanidae	*Jacana jacana*	Jaçanã	X	
	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Maçarico-de-perna-amarela		X
		Tringa solitaria	Maçarico-solitário	X	
Columbiformes	Columbidae	*Columbina picui*	Rolinha-picuí	X	X
		Columbina squammata	Rolinha-fogo-apagou	X	X
		Columbina talpacoti	Rolinha-roxa	X	X
		Leptotila rufaxilla	Juriti-testa-branca	X	
		Leptotila verreauxi	Juriti-pupu	X	X
		Patagioenas picazuro	Pomba-asa-branca	X	X
		Zenaida auriculata	Avoante	X	X
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martim-pescador-verde		X

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	C1	C2
		Chloroceryle americana	Martim-pescador-pequeno	X	
		Megaceryle torquata	Martim-pescador-grande	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Anu-preto	X	X
		Crotophaga major	Anu-coroca	X	X
		Guira guira	Anu-branco	X	X
		Piaya cayana	Alma-de-gato	X	
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Carcará	X	X
		Milvago chimachima	Carrapateiro	X	X
Gruiformes	Rallidae	*Aramides saracura*	Saracura-do-mato	X	X
		Gallinula galeata	Galinha-d'água	X	
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*	Urutau	X	
Passeriformes	Cardinalidae	*Habia rubica*	Tiê-de-bando		X
	Corvidae	*Cyanocorax chrysops*	Gralha-picaça	X	X
	Dendrocolaptidae	*Sittasomus griseicapillus*	Arapaçu-verde	X	
	Fringillidae	*Euphonia chlorotica*	Fim-fim	X	X
	Furnariidae	*Automolus leucophthalmus*	Barranqueiro-de-olho-branco		X
		Furnarius rufus	João-de-barro	X	X
		Lochmias nematura	João-porca	X	X
	Hirundinidae	*Alopochelidon fucata*	Andorinha-morena	X	
		Pygochelidon cyanoleuca	Andorinha-pequena-de-casa	X	
		Stelgidopteryx ruficollis	Andorinha-serradora	X	
	Icteridae	*Cacicus chrysopterus*	Tecelão	X	X

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	C1	C2
		Cacicus haemorrhous	Guaxe	X	X
		Chrysomus ruficapillus	Garibaldi	X	
		Gnorimopsar chopi	Passáro-preto	X	
		Icterus pyrrhopterus	Encontro		X
		Leistes superciliaris	Polícia-inglesa-do-sul	X	
		Molothrus bonariensis	Chupim	X	
	Mimidae	*Mimus saturninus*	Sabiá-do-campo	X	X
	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	Pula-pula	X	X
		Myiothlypis leucoblephara	Pula-pula-assobiador	X	X
		Setophaga pitiayumi	Mariquita	X	X
	Passerellidae	*Arremon polionotus*	Tico-tico-de-costas-cinzas		X
		Zonotrichia capensis	Tico-tico	X	X
	Passeridae	*Passer domesticus*	Pardal	X	
	Rhynchocyclidae	*Hemitriccus margaritaceiventer*	Sebinho-de-olho-de-ouro	X	
		Todirostrum cinereum	Ferreirinho-relógico		X
		Tolmomyias sulphurescens	Bico-chato-de-orelha-preta	X	
	Thamnophilidae	*Thamnophilus caerulescens*	Choca-da-mata	X	X
	Thraupidae	*Coryphospingus cucullatus*	Tico-tico-rei	X	X
		Saltator similis	Trinca-ferro	X	X
		Sicalis flaveola	Canário-da-terra	X	X
		Sicalis luteola	Típio	X	
		Sporophila caerulescens	Coleirinho	X	X

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	C1	C2
		Tachyphonus coronatus	Tiê-preto	X	X
		Tersina viridis	Saí-andorinha	X	
		Thraupis sayaca	Sanhaço-cinzento	X	X
		Volatinia jacarina	Tiziu	X	
	Tityridae	*Pachyramphus validus*	Caneleiro-de-chapéu-preto	X	X
		Tityra inquisitor	Anambé-branco-de-bocheca-parda	X	
	Troglodytidae	*Troglodytes musculus*	Corruíra	X	X
	Turdidae	*Turdus amaurochalinus*	Sabiá-poca	X	
		Turdus leucomelas	Sabiá-barranco	X	X
		Turdus rufiventris	Sabiá-laranjeira	X	X
	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	Risadinha		X
		Fluvicola nengeta	Lavadeira-mascarada	X	X
		Legatus leucophaius	Bem-te-vi-pirata	X	
		Machetornis rixosa	Suiriri-cavaleiro		X
		Megarynchus pitangua	Neinei	X	X
		Myiarchus ferox	Maria-cavaleira	X	
		Myiarchus swainsoni	Irré		X
		Myiodynastes maculatus	Bem-te-vi-rajado	X	
		Myiopagis viridicata	Guaracava-de-crista-alaranjada	X	X
		Myiozetetes similis	Bentevizinho-de-penacho-vermelho		X
		Pitangus sulphuratus	Bem-te-vi	X	X
		Tyrannus albogularis	Suiriri-de-garganta-branca	X	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	C1	C2
		Tyrannus melancholicus	Suiriri	X	X
		Tyrannus savana	Tesourinha	X	
	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Pitiguari	X	X
		Vireo chivi	Juruviara	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garça-branca-grande	X	
		Ardea cocoi	Garça-moura	X	X
		Bubulcus ibis	Garça-vaqueira	X	
		Butorides striata	Socozinho	X	X
		Nycticorax nycticorax	Socó-dorminhoco	X	
		Tigrisoma lineatum	Socó-boi	X	X
	Threskiornithidae	*Mesembrinibis cayennensis*	Coró-coró	X	
		Phimosus infuscatus	Tapicuru	X	X
Piciformes	Picidae	*Celeus flavescens*	Pica-pau-de-cabeça-amarela		X
		Colaptes campestris	Pica-pau-do-campo		X
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris chiriri*	Periquito-de-encontro-amarelo	X	X
		Pionus maximiliani	Maitaca-verde	X	
		Pyrrhura frontalis	Tiriba-de-testa-vermelha	X	
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Coruja-buraqueira	X	X
		Megascops choliba	Corujinha-do-mato	X	X
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Biguá		X
18	**40**	**108**		**93**	**69**

C1 = Campanha 01; C2 = Campanha 02.

Dentre as famílias registradas, as mais representativas em número de espécies foram: Tyrannidae (14 espécies), Thraupidae (09 espécies), Columbidae (07 espécies) e Icteridae (07 espécies).

A família Tyrannidae foi a que obteve a maior riqueza, pois compõem a maior família de pássaros suboscines das Américas e a maior do Brasil, ocupando todos os ambientes, desde florestas e cerrados até ambientes abertos, lacustres e montanhosos. A maioria vive na borda de fragmentos florestais e possui grande capacidade de voo, permitindo, assim, maiores deslocamentos entre matas e capoeiras ou, ainda, migração de longas distâncias em determinadas estações do ano. Apesar de terem uma dieta predominantemente insetívora, espécies como bem-te-vi são onívoras e se alimentam de todo tipo de artrópodes ou frutas, sendo bons dispersores de sementes (SIGRIST, 2009).

A família Thraupidae foi a segunda com maior riqueza neste levantamento de avifauna. É uma família grande e reúne alguns dos mais belos pássaros coloridos, incluindo espécies com hábito essencialmente diurno, ocorrendo em sua maioria nas bordas de florestas e áreas semiabertas, embora algumas espécies possam ocorrer em interior de florestas densas. Muitas espécies desenvolvem hábitos gregários e apresentam cantos complexos, atrativos ou moderadamente harmônicos (SIGRIST, 2013).

As famílias Columbidae e Icteridae foram as terceiras mais especiosas. A família Columidae é geralmente conhecidas como pombas, a maioria das espécies apresenta cores modestas e são grandes voadoras, ocupando praticamente todos os biomas brasileiros, se alimentam de grãos, sementes e frutos. As pombas possuem grande importância econômica, são abundantes e algumas figuram nas listas de aves permitidas para a caça (BELTON, 2004). Já a família Icteridae pertence a ordem dos Passefiromes e inclui em sua maioria aves com bico longo, reto e com ponta afiada, como por exemplo o chupim, guaxe, pássaro-preto e tecelão.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando apenas os dados padronizados obtidos através dos métodos quantitativos. Neste tópico são apresentadas o Índice de Diversidade de Shannon, o Índice de Equitabilidade de Pielou e o Índice de Dominância de Simpson para cada unidade amostral e para o somatório total dos dados.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi maior do que 3 (H'=5,68), demonstrando alta diversidade encontrada na amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou (J=0,84) obtida neste estudo demonstra que as

espécies estão igualmente distribuídas na amostra. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo (DS= 0,03), sugerindo que não há a probabilidade de a dominância de espécies ser maior do que a diversidade encontrada.

Considerando as unidades amostrais separadamente, a Área 1 obteve os maiores índice de diversidade e equitabilidade (H'=5,69; J=0,90) e com o menor índice de Dominância de Simpson registrado (DS=0,02), com a maior riqueza observada (S=80). De modo geral pode-se dizer que não houveram grandes diferenças entre as áreas amostradas, ou seja, todas apresentaram uma diversidade similar, esses resultados são influenciados principalmente pela proximidade das áreas, como o grupo de aves possui uma certa facilidade para dispersar, a distância entre os pontos amostrais, já que se trata de um empreendimento de pequeno porte, não os torna independentes para esse grupo. Ainda, a menor diversidade na Área 02 e 03 pode ser explicada pela proximidade com a pedreira que fica localizada na margem oposta.

Tabela 70: Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral.

ÁREA	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
Área 1	5,69	0,90	0,02
Área 2	4,99	0,85	0,04
Área 3	5,13	0,88	0,03
TOTAL	5,68	0,84	0,03

Guildas tróficas

A estrutura trófica de um ecossistema é a organização de uma comunidade baseada nas relações de alimentação das populações (RICKLEFS, 2003). Assim, uma guilda é formada por um grupo de espécies que exploram o mesmo grupo de recursos, presentes no ambiente onde vivem de uma forma similar. As espécies registradas foram agrupadas em guildas tróficas com base em Sick (1997), sendo as espécies onívoras (36%) e insetívoras (31%) as mais representativas nas campanhas de estudo.

As aves onívoras são aquelas que se alimentam de sementes, frutos, insetos e demais recursos de origem animal e vegetal (ex. *Cyanocorax chrysops*, *Crotophaga ani*). A predominância de aves onívoras em um local pode indicar desequílibrio ambiental, já que as mesmas possuem hábitos generalistas de forrageamento e se alimentam de uma grande

quantidade de recursos (PAIVA, 2021). As aves insetívoras prestam um importante serviço ecológico relacionado ao controle de pragas, no entanto, estudos tem demonstrado que há um risco de declínio dessas populaçãos devido ao uso indriscriminado de agrotóxicos (STANTON et al., 2018; BATISTA et al., 2020). As aves especialistas, como por exemplo as frugívoras e carnívoras, possuem maiores chances de serem extintas localmente se a quantidade de recursos não for abundante (BENEDITO, 2017). No gráfico abaixo é apresentada a distribuição por guildas tróficas das espécies registradas.

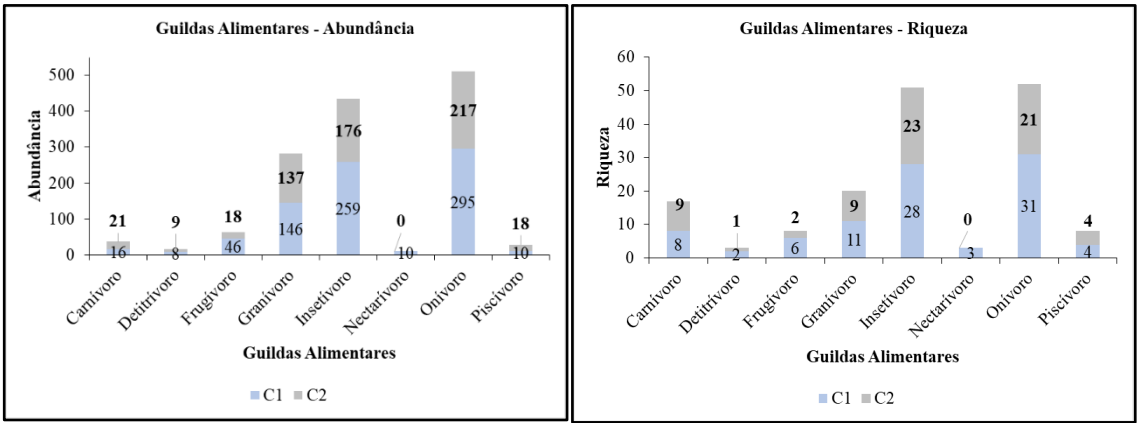


Figura 130: Riqueza (a) e Abundância (b) da avifauna registrada de acordo com a classificação das guildas alimentares.

Estratégia Ecológica (r e K)

De maneira geral, as Estratégias *r* e *K* referem-se à alocação de recursos para a reprodução de organismos em geral (PIANKA, 1970). As aves são classificadas como "*K* estrategistas". As espécies com estratégia demográfica de tipo seleção "K" são tipicamente competidoras com outras espécies, em nichos já bem preenchidos, investindo mais numa descendência menos prolífica, com cada descendente tendo uma maior probabilidade de sobreviver até à idade adulta. Apresentam comumente comportamentos de cuidados parentais, já que investem principalmente na sobrevivência e longevidade da prole (PIANKA, 1970).

Comparação entre os Pontos Amostrais (Sazonalidade)

A análise de similaridade entre as áreas amostradas e as campanhas realizadas, foi elaborada com os dados de abundância acumulados por todos os métodos aplicados nas duas campanhas, excluindo-se informações coletadas fora dos métodos padronizados.

O agrupamento formado obteve o valor do Coeficiente de Correlação Cofenética (ccc=0,882), demonstrando que o mesmo foi representativo, por ser maior que 0,7. No caso da CGH Giacomini verificou-se através dos agrupamentos formados que a Área 01 ficou separada,

isso porque a mesma apresentou uma composição de espécies diferente das demais. Por outro lado, também houve uma separação baseada na sazonalidade e campanhas amostrais, como pode ser observado na figura abaixo, as Áreas 02 e 03 ficaram agrupadas com base nas campanhas amostrais, demonstrando uma influência da sazonalidade. A principal diferença na composição das espécies de aves baseada na sazonalidade é em relação as espécies que realizam migrações e deixam a região durante os períodos mais frios do ano.

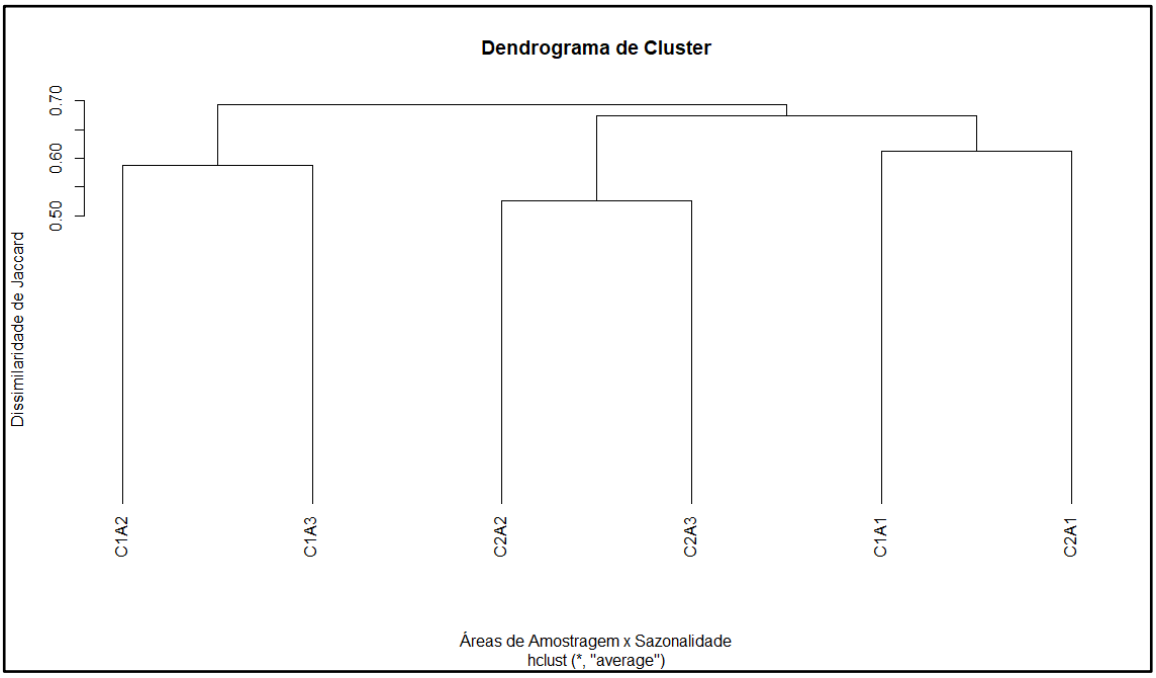


Figura 131: Dendrograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2: Áreas amostrais.

Tabela 71. Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais.

	C1-A1	**C1-A2**	**C2-A3**	**C2-A1**	**C2-A2**
C1-A2	0,6933				
C1-A3	0,6933	0,5875			
C2-A1	0,6124	0,6933	0,6933		
C2-A2	0,6734	0,6933	0,6933	0,6734	
C2-A3	0,6734	0,6933	0,6933	0,6734	0,5256

Curva de Acumulação de Espécies

A curva de acumulação de espécies não demonstrou tendência a estabilização da assíntota, evidenciando que novas espécies podem ser registradas ao longo de novas campanhas de amostragem. A riqueza observada por meio dos métodos sistemáticos (S=108) representou 78% e 88% da estimada pelos estimadores Jaccknife (S=137) e Bootstrap (S= 122).

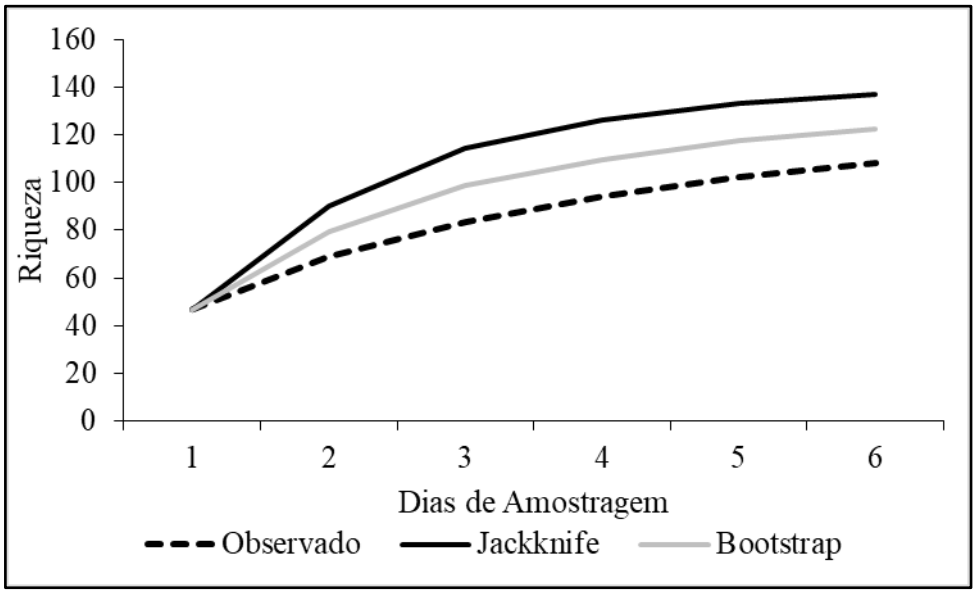


Figura 132: Curva de acumulação de espécies da avifauna durante o diagnóstico de fauna.

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio ou baixo)

Com relação a classificação quanto à sensibilidade a distúrbios ambientais as espécies foram classificadas em três grupos: alta sensibilidade para espécies exigentes em relação ao habitat ou ameaçadas de extinção; média sensibilidade para espécies raras e parcialmente exigentes quanto ao habitat; e baixa sensibilidade para as espécies que toleram distúrbios e são comumente registradas em inventários. Essa classificação teve como base o trabalho de Stotz et al. (1996) e foi adaptada para as seguintes situações: atualização de espécies; aves não constantes na lista de referência; listas de ameaçadas; raridade ou abundância da espécie na região do estudo.

O maior número de registros (n = 998) e espécies (S = 78) pertenceu a aves categorizadas como de baixa sensibilidade ambiental, por haver a maioria das espécies de distribuição ampla e menos exigentes quanto ao habitat. As espécies classificadas como de média sensibilidade são em sua maioria dependentes em algum nível de habitats florestais, porém não são ameaçadas de extinção, como por exemplo pode citar o anu-coroca (*Crotophoga major*), que é uma ave associadas a ambientes ripários e depende da mata ciliar para nidificação. Outro exemplo de classificação em média sensibilidade é o tico-tico-de-costas-cinza (*Arremon polionotus*) essa é uma espécie de pequeno porte que também habita matas ciliares e possui poucos registros na região. Nenhuma espécie foi classificada como de alta sensibilidade as alterações ambientais.

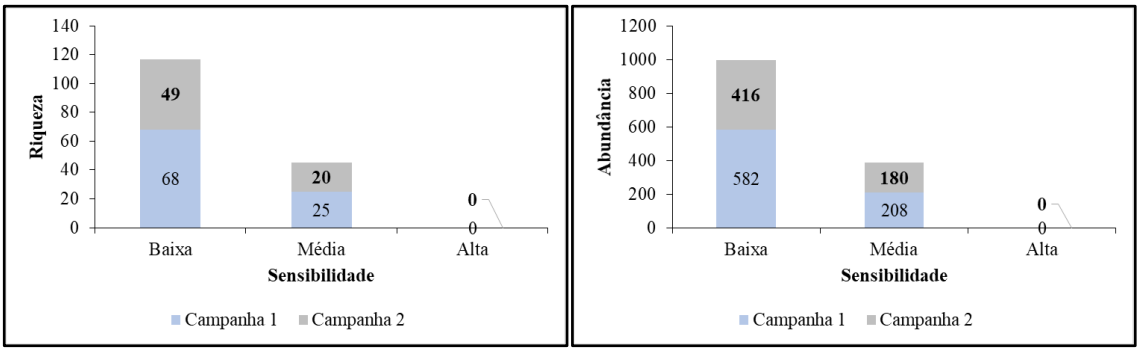


Figura 133: Riqueza (a) e Abundância (b) de aves registradas de acordo com a sensibilidade a alterações ambientais.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Para conferência de espécies ameaçadas de extinção foram seguidas as três listas a seguir: Decreto estadual do Paraná nº 11797 (2018), Lista Nacional de Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022) e a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Internacional (IUCN, 2023). Durante as amostragens não foram registradas aves ameaçadas de extinção na área de abrangência do empreendimento.

Em relação as espécies endêmicas da Mata Atlântica, foram registradas quatro espécies, mas nenhuma delas possui distribuição restrita à AID do empreendimento ou se encontra ameaçada de extinção (

Tabela 72).

Tabela 72: Avifauna endêmica do bioma Mata Atlântica registrada na área de influência do empreendimento.

ESPÉCIE	NOME POPULAR
Automolus leucophthalmus	Barranqueiro-de-olho-branco
Leucochloris albicollis	Beija-flor-de-papo-branco
Pyrrhura frontalis	Tiriba-de-testa-vermelha
Aramides saracura	Saracura-do-mato

Para a classificação das espécies com hábitos migratórios foi seguido SOMENZARI e al. (2018). Dentre aquelas espécies que efetuam longas migrações ao longo do continente americano foram registradas três: *Pandion haliaetus*, *Tringa flavipes* e *Tringa solitaria*. Dentre aquelas que efetuam deslocamentos de menores proporções foram registradas 18 espécies, conforme a tabela a seguir.

Tabela 73 – Avifauna parcialmente migratória registrada na área de influência do empreendimento.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	HÁBITO
Pandion haliaetus	Águia-pescadora	MGT

ESPÉCIE	NOME POPULAR	HÁBITO
Tringa flavipes	Maçarico-de-perna-amarela	MGT
Tringa solitaria	Maçarico-solitário	MGT
Ictinia plumbea	Sovi	MPR
Pachyramphus validus	Caneleiro-de-chapéu-preto	MPR
Myiodynastes maculatus	Bem-te-vi-rajado	MPR
Myiopagis viridicata	Guaracava-de-crista-alaranjada	MPR
Pitangus sulphuratus	Bem-te-vi	MPR
Megarynchus pitangua	Neinei	MPR
Stelgidopteryx ruficollis	Andorinha-serradora	MPR
Pygochelidon cyanoleuca	Andorinha-pequena-de-casa	MPR
Tyrannus melancholicus	Suiriri	MPR
Tyrannus savana	Tesourinha	MPR
Legatus leucophaius	Bem-te-vi-pirata	MPR
Myiarchus swainsoni	Irré	MPR
Vireo chivi	Juruviara	MPR
Myiozetetes similis	Bentevizinho-de-penacho-vermelho	MPR
Turdus amaurochalinus	Sabiá-poca	MPR
Machetornis rixosa	Suiriri-cavaleiro	MPR
Tyrannus albogularis	Suiriri-de-garganta branca	MPR
Sporophila caerulescens	Coleirinho	MPR

Legenda: MPR – parcialmente migratória; MGT – Migradora de longa distância.

Preferência de Habitat

Os ambientes em que ocorreram os maiores registros das espécies foram em ambiente aberto com 638 registros, seguida por fragmento de mata em estágio médio, com 385 registros, floresta em estágio inicial com 189 registros e por fim ambiente aquático com 174 registros. Houve espécies que foram encontradas em mais de um tipo de ambiente. Apesar da matriz de uso do solo apresentar vegetação ciliar ao longo de praticamente todo Arroio Guaçu, a região ainda pode ser considerada altamente fragmentada, com remanescentes de vegetação pequenos e muitas vezes descaracterizados. Essas alterações da paisagem refletem nos animais que utilizam esses habitats, por isso da maior parte das aves encontradas em ambientes abertos durante o levantamento. Ainda que a maior parte das aves utiliza para forragear os ambientes abertos, a grande maioria faz o uso dos remanescentes de vegetação para nidificar, como no exemplo abaixo, onde foi possível registrar um ninho de suiriri nas margens da vegetação.

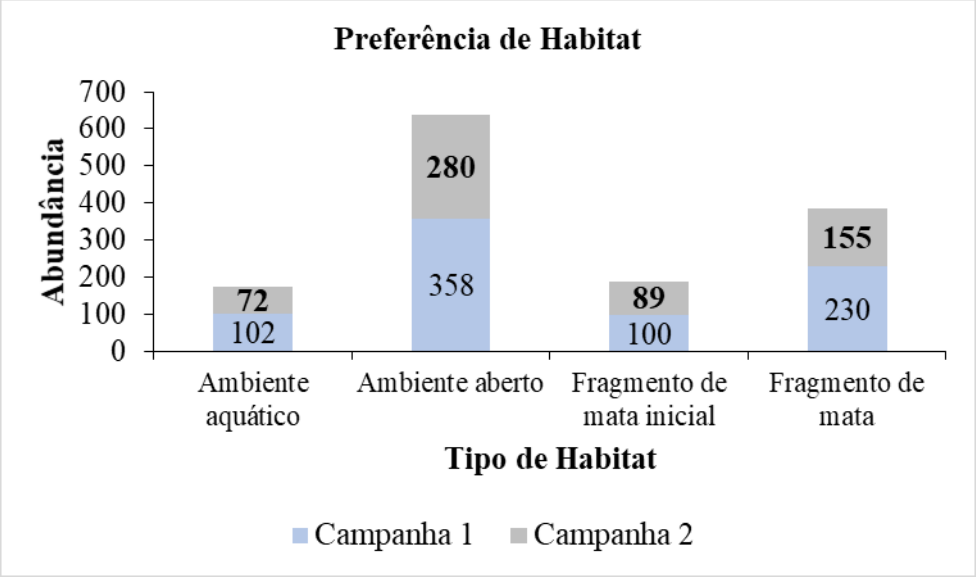


Figura 134: Registros da avifauna de acordo com a preferência de hábitat.



Figura 135: Ninho visualizado na área de levantamento.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

O tráfico de animais silvestres é o terceiro maior comércio ilegal do mundo, ficando atrás apenas do comércio de armas e o de drogas (LE DUC, 1996). A cada 10 animais capturados na natureza pelo tráfico, apenas um sobrevive (GLOBO, 2011). Em âmbito mundial, o comércio ilegal da fauna silvestre, o qual inclui os animais e seus produtos, movimenta cerca de 10 a 20 bilhões de dólares por ano (WEBB, 2001). Quando esses animais silvestres são confiscados pelo governo, este torna-se responsável pela sua destinação de forma apropriada.

A devolução dos animais na natureza é comumente adotada, porém tal medida pode trazer um risco para as populações, uma vez que esse indivíduo pode carregar patógenos que adquiriu e que nunca passaram pela comunidade (IUCN, 2000). A taxa de sobrevivência quando ocorre a soltura é pouco estudada e não se tem muitos dados referentes a isso.

Entre os inúmeros problemas de ordem sócio-ambiental, o comércio ilegal de animais silvestres é reconhecido hoje como uma atividade prejudicial ao meio ambiente em virtude da alta importância ecológica dos mesmos. Dentre os animais traficados, as aves por sua beleza e canto, aliado a ampla distribuição geográfica e alta diversidade, são o grupo mais procurado. Dado a sua relativa abundância, as aves são preferidas pelos criadores, onde esses animais são destinados a coleções particulares, lojas de mascotes, feiras livres ou ao mercado exterior (VANNUCCI-NETO, 2000). Esse fato, segundo Souza & Soares Filho (2005) e Rocha et al. (2006), pode aumentar o risco de extinção das espécies e reduzir, como consequência a biodiversidade das áreas pressionadas.

Espécies que sofrem elevada pressão de caça são classificadas como cinegéticas. Como descrito na metodologia, foram indicadas as aves que sofrem maior pressão de caça de acordo com QUEIROZ et al, 2016 e listadas na CITES - *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (2022).

As espécies registradas foram avaliadas em função da ameaça em relação ao tráfico e comércio ilegal de animais silvestres (CITES), através das categorias:

- Apêndice I: inclui espécies ameaçadas de extinção. O comércio de indivíduos destas espécies só é permitido em circunstâncias excepcionais;
- Apêndice II: inclui espécies que não necessariamente estão ameaçadas com extinção, mas o comércio deve ser controlado para evitar uso incompatível com sua sobrevivência;
- Apêndice III: contém espécies que estão protegidas em ao menos um país, e que foram solicitadas a outras partes da CITES ajuda para controlar seu comércio.

Nesta região de estudo, conforme a tabela abaixo, são apresentadas as espécies que correm maior risco de caça ou que possuem a maior importância econômica. Das 108 espécies registradas, 35 são citadas em alguma das listas abaixo, são aves, como por exemplo, o trinca-ferro que costumam ser capturadas e removidas do habitat natural para comercialização.

Tabela 74: Avifauna cinegéticas registrada na área de influência do empreendimento.

ESPÉCIE	NOME COMUM	QUEIROZ et. al, 2016	CITES, 2022
Pandion haliaetus	águia-pescadora	-	II

ESPÉCIE	NOME COMUM	QUEIROZ et. al, 2016	CITES, 2022
Leucochloris albicollis	beija-flor-de-papo-branco	-	II
Florisuga fusca	beija-flor-preto	-	II
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	-	II
Sicalis flaveola	canário-da-terra	X	-
Caracara plancus	carcará	-	II
Milvago chimachima	carrapateiro	-	II
Molothrus bonariensis	chupim	X	-
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	-	II
Megascops choliba	corujinha-do-mato	-	II
Euphonia chlorotica	fim-fim	X	-
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	-	II
Cyanocorax chrysops	gralha-picaça	X	-
Cacicus haemorrhous	guaxe	X	-
Pionus maximiliani	maitaca-verde	X	-
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto	X	-
Brotogeris chiriri	periquito-do-encontro-amarelo	X	II
Sturnella superciliaris	polícia-inglesa-do-sul	X	-
Turdus leucomelas	sabiá-barranco	X	-
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	X	-
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	X	-
Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	X	-
Ictinea plumbea	sovi		II
Cacicus chrysopterus	tecelão	X	-
Zonotrichia capensis	tico-tico	X	-
Coryphospingus cucullatus	tico-tico-rei	-	-
Tachyphonus coronatus	tiê-preto	X	-
Pyrrhura frontalis	tiriba-de-testa-vermelha	-	II
Saltator similis	trinca-ferro	X	-
Sicalis luteola	tipio	X	-
Volatinia jacarina	tiziu	X	-
Sporophila caerulescens	coleirinho	X	-
Arremon polionotus	tico-tico-de-costas-cinza	X	-
Icterus pyrrhopterus	encontro	X	-
Chrysomus ruficapillus	garibaldi	X	-

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

As zoonoses são causadas por patógenos como bactérias, fungos, vírus, protozoários e parasitas, como visto nos exemplos citados acima. Animais vertebrados e invertebrados podem servir como hospedeiros definitivos ou intermediários para esses agentes, dependendo de seu ciclo de manutenção. A transmissão de zoonoses pode ocorrer de forma direta, por meio do contato com secreções (saliva, urina, fezes ou sangue) ou por arranhões e mordidas de animais contaminados. De forma indireta, se dá por meio de vetores, como mosquitos, e pelo consumo de água ou alimentos contaminados com os agentes patológicos. Nenhuma espécie apresentou abundância elevada e não há evidências de surtos epidemiológicos na região.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras

Foram registradas duas espécies exóticas durante o levantamento avifaunístico. A garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) é originária da África e colonizou naturalmente o continente americano, possivelmente a partir do final do século XIX. Atualmente está amplamente distribuída no Brasil, tendo sua dispersão facilitada pelas extensas criações de gado no país (SICK, 1997). Esta espécie habita ambientes urbanizados a rurais (campos agropecuários).

Busca seu alimento longe da água, é uma garça insetívora, se alimentando principalmente dos insetos espantados pelos pastadores; essa garça tem também uma fonte de alimentação nas moscas do dorso destes animais. Quando o gado está em terreno alagadiço também busca alimentos no solo, até mesmo pequenos anfíbios. Come principalmente insetos, consumindo moscas, grilos, gafanhotos, cigarrinhas das pastagens, carrapatos, libélula, lagartas, besouros etc. Adaptou-se para seguir outros animais domésticos, incluindo cavalos, ovelhas, cabras, galinhas e gansos. Alimenta-se também de moluscos, crustáceos, anfíbios, pequenos répteis, cobras, pequenos pássaros e roedores.

O pardal tem sua origem no oriente médio e chegou na américa por volta de 1850 e no Brasil por volta de 1900. Atualmente essa espécie está disseminada por quase todos os países do mundo, o que lhe atribui a característica de cosmopolita (WIKIAVES, 2023). Em alguns lugares tem expandido também no espaço rural, sua alimentação abrange um grande espectro de alimentos, desde insetos e sementes, até restos de alimentos humanos.



Figura 136: *Passer domesticus* (pardal).

8.4.3.4.5 Considerações sobre a avifauna

Neste levantamento da avifauna para a futura CGH Giacomini obteve-se 1386 registros de aves e uma riqueza de 108 espécies. Todas as espécies registradas foram enquadradas em média ou baixa sensibilidade as alterações ambientais, nenhuma espécie registrada se encontra nas listas de espécies ameaçadas de extinção estadual, federal e mundial. Em relação as espécies endêmicas da Mata Atlântica, foram registradas quatro espécies, mas nenhuma delas possui distribuição restrita à área de influência do empreendimento.

Foi registrada duas espécies exóticas, *Passer domesticus* (pardal) e *Bubulcus ibis* (garça-vaqueira), amplamente distribuídas no Brasil. De modo geral, este estudo foi produtivo e gerou uma quantidade satisfatória de dados. Espera-se que, com a continuação do levantamento, a riqueza de espécie aumente gradativamente, pois a curva de acumulação de espécies ainda não estabilizou a assíntota. Foram registradas na região três espécies migradoras de longa distância (*Pandion haliaetus, Tringa solitaria* e *Tringa flavipes*) e 18 espécies parcialmente migradoras. Foram efetuados importantes registros para a região, com a adição de 06 espécies que não constavam nos dados secundários (ex. *Florisuga fusca*; *Fluvicola nengeta*; *Tigrisoma lineatum*).

Deverá se ter atenção para a presença de ninhos na mata de galeria, já que foram registradas espécies associadas ao ambiente ripário e aquático. Diante da CGH Giacomini ser implantada em área composta por vegetação nativa é preciso atenção durante a fase de obras,

evitando-se supressão durante o período reprodutivo, que vai em setembro a março, bem como realizar o acompanhamento das atividades de implantação, visando o resgate e afugentamento.

Registros fotográficos



Figura 137: *Hemitriccus margaritaceiventer* (sebinho-de-olho-de-ouro) e *Tersina viridis* (saí-andorinha).



Figura 138: *Tigrisoma lineatum* (socó-boi) e *Aramides saracura* (saracura-do-mato).



Figura 139: *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho) e *Chloroceryle americana* (martim-pescador-pequeno).



Figura 140: *Crotophoga major* (anu-coroca) e *Leistes superciliaris* (polícia-inglesa-do-sul).



Figura 141: *Arremon polionotus* (tico-tico-de-costas-cinza) e *Pachyramphus validus* (caneleiro-de-chapéu-preto).



Figura 142: *Ardea cocoi* (garça-moura) e *Trinag solitaria* (maçarico-solitário).



Figura 143: *Columbina squammata* (rolinha-fogo-apagou) e *Zenaida auriculata* (avoante).



Figura 144: *Todirostrum cinereum* (ferreirinho-relógio) e *Fluvicola nengeta* (lavaeira-mascarada).



Figura 145: *Nyctidromus albicollis* (bacurau) e *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira).

8.4.3.4.6 Referências Bibliográficas

BARKER, F. KEITH; BARROWCLOUGH, GEORGE F.; GROTH, JEFF G. A phylogenetic hypothesis for passerine birds: taxonomic and biogeographic implications of an analysis of nuclear DNA sequence data. Proceedings of the Royal Society of London B: BiologicalSciences (em inglês). 269 (1488): 295–308. 2020.

BATISTA, J.L.F e A.C.S. SCHILLING. Um algoritmo matricial para construção da curva de acumulação de espécies. 2006. http://lmq. esalq.usp.br/METRVM

BATISTA, M. S.; BRUM, B. R.; HURTADO, T. C.; IGNÁCIO, A. R. A. Pesticidas em aves insetívoras: uma análise quantitativa sobre o panorama de contaminação. Research, Society And Development, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1-23, 14 ago. 2020.

BELTON, WILLIAN. Aves Silvestres do rio Grande do Sul. 4ª edição - Porto Alegre. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2004. 175p.

BENEDITO, E. Biologia e Ecologia de Vertebrados. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 259 p.

CBRO, Comitê Brasileiro de Registros Ornitológivos. Listas das aves do Brasil. Versão: 2021. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>. Acesso em junho de 2023.

CITES (UNEP-WCMC) (Comps.) The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: http://checklist.cites.org. Acesso em junho de 2023.

COLWELL, R. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. 2013.

DECRETO nº 11797 DE 22/11/2018 - Reconhece e atualiza Lista de Espécies de Aves pertencentes à Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná e dá outras providências, atendendo o Decreto nº 3.148, de 2004. https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-11797-2018-pr_369613.html. Acesso em: fevereiro de 2023.

GLOBO, O. Tráfico de animais silvestres é o terceiro maior negócio ilegal do mundo Leia mais: Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/trafico-de-animais-silvestres-o-terceiromaior-negocio-ilegal-do-mundo-2917102>. Acesso em junho de 2023.

HUTCHESON, K. A. Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. Journal of Theoretical Biology, v. 29, p. 151-154, 1970.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. https://www.iucnredlist.org/. Acesso em junho de 2023.

LE DUC, J. P. (1996) Trafficking in animals and plants: a lucrative form of crime. International Criminal Police 458/459: 19-31.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. A Wiley-Interscience publication. New York USA. 1988.

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its measurement. Princeton, Newjersey, VI+l79p. 1988.

PAIVA, L. M. S. Guildas tróficas da avifauna em uma área de Mata Atlântica, centro do estado de Minas Gerais, Brasil. 2021. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

PORTARIA MMA Nº 148, DE 07 DE JUNHO DE 2022. https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html. Acesso em junho de 2023..

QUEIROZ, A. L. L.; SANTOS FILHO, A. M. P.; DUAR, B. A. ; CARVALHO, C. B.; PINTO, C. J. C.; VILELA, D. A. R.; MONTEIRO, K. R. G.; COSTA, F. J. V.; SPRICIGO JUNIOR, L.; ALBUQUERQUE, M. M. P.; MAYRINK, R. R.; LOPES, V. A.. Guia de Identificação de Aves Traficadas no Brasil. 1. ed. Florianópolis: Beconn, 2016. v. 1. 248p.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/ 2018.

RICKLEFS, R.E. 2003. A Economia da Natureza. 5ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SIGRIST, T. Guia de Campo: Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis, 2009.

SIGRIST, T. Guia de Campo: Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis, 2013.

SIMPSON, E.H. Measurement of diversity. Nature, London, v.163, p. 688, 1949.

SOUZA, G. M.; SOARES FILHO, A. O. O comércio ilegal de aves silvestres na região do Paraguaçu e Sudoeste da Bahia. Enciclopédia Biosfera, v. 1, p. 1-11, 2005.

STANTON, R.L., MORRISSEY, C.A.,& CLARK, R.G. Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review. Agriculture Ecosystems & Environment. 244-254, 2018.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro. Curitiba. 2006.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade do Município de Toledo. Curitiba. 231 pg. 2016.

STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER III, T.A.; MOSKOVITS, D.K. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago. 1996.

WEBB, J. (2001) Prosecuting Wildlife Traffickers: Important Cases, a Many Tools, Good Results. Apresentação na 1. Conferência Sul Americana Sobre o Comércio Ilegal de Fauna Silvestre, 17 a 21 de agosto, Brasília, Brasil.

WIKIAVES - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: www.wikiaves.com.br. Acesso em junho de 2023.

VANNUCCI-NETO, R. Aves silvestres em cativeiro: considerações gerais do tráfico de Aves. O Curumim, n. 95, p.4-5, 2000.

8.4.3.5 Mastofauna

8.4.3.5.1 Introdução

A mata atlântica é um dos *hotspots* de biodiversidade mais importantes do mundo, possuindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (MYERS et al., 2000). As drásticas mudanças geradas pelos humanos na Mata Atlântica nos últimos 150 anos, resultantes da expansão das áreas urbanas e rurais, além da caça e tráfico ilegais, causaram a fragmentação dos ambientes e severas reduções no tamanho das populações, ocasionando graves ameaças a fauna silvestre, particularmente àquelas de maior porte, culminando no desaparecimento de algumas espécies em certas regiões. No Brasil são registrados um total de 775 espécies de mamíferos, distribuídas em 247 gêneros e 51 famílias. A maioria pertence a ordem Rodentia com 267 espécies, seguido por Chiroptera com 182 espécies (ABREU et al., 2022).

Os mamíferos ocupam um papel extremamente importante nos ecossistemas em que estão inseridos, desenvolvendo diversas funções ecológicas, como a polinização, dispersão de sementes, herbivoria e controle populacional de outras espécies (predação). A mastofauna é um importante grupo para estudo nos diagnósticos ambientais, especialmente no que diz respeito à inferência sobre o estado de conservação dos ecossistemas pois possuem diversos nichos ecológicos, incluindo espécies exigentes quanto a qualidade do ambiente (CEBALLOS & EHRLICH, 2002). Assim, os mamíferos servem como parâmetro para se medir condições ambientais, podendo indicar fatores de degradação ou de integridade do ambiente em que são encontrados.

Os mamíferos de médio e grande porte geralmente são os mais afetados pelas diferentes pressões antrópicas, devido a sua necessidade de grandes áreas de uso em comparação com outros grupos, maior exigência de recursos, pouca capacidade de dispersão por áreas abertas e/ou urbanas (MICHALSKI & PERES, 2007; PRIST et al., 2012), baixas taxas reprodutivas (TABARELLI & GASCON, 2005) e conflitos humanos (e.g. caça, predação de criações domésticas). Os mamíferos voadores (morcegos) possuem uma grande diversidade de espécies, possuindo uma considerável variedade de guildas tróficas, o que permite a atuação em diversos processos ecológicos importantes (PEREIRA, 2018). São exemplos, a polinização e dispersão de sementes de uma enorme variedade de espécies vegetais (LOBOVA et al., 2009; KUNZ et al., 2011) e o controle de populações de insetos e pragas agrícolas. Essas populações também podem sofrer com impactos negativos devido a fragmentação e perda de habitat, portanto a necessidade de amostragem dos mesmos.

8.4.3.5.2 Dados Secundários

Como forma de subsidiar os estudos para a CGH Giacomini foram realizadas buscas na literatura de mamíferos de possível ocorrência na região, foram utilizados artigos, planos de manejo e outros documentos pertinentes citados abaixo. Como alguns estudos são mais antigos e a nomenclatura e classificações estão em constante atualização, foram corrigidos os nomes das espécies e excluídas as que não possuem distribuição para a região.

R1 – MICHELLIN (2019): teve como objetivo analisar a riqueza de espécies, índice de densidade absoluta e abundancia relativa de mamíferos do Parque Nacional do Iguaçu através do uso de armadilhas fotográficas. Foram identificados 909 indivíduos, pertencentes a 23 espécies.

R2 – STCP – Plano de Ação (2016): teve como objetivo o levantamento de espécies, ecossistemas e atuais condições de conservaão das áreas remanescentes naturais do município de Toledo/PR, para elaboração do Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade de Toledo. Foram identificadas 27 espécies de mamíferos de médio e grande porte.

R3 – JURASZEK et al. (2014): estudou a mastofauna no município de Quedas do Iguaçu, PR, entre março de 2009 a dezembro de 2010. Com um esforço de 3.282 km de busca ativa, de 96 armadilhas/noite de armadilhas fotográficas e 129 amostras de fezes, foram registradas 29 espécies de mamíferos de médio e grande porte.

R4 – BROCARDO et al. (2019): neste trabalho apresenta-se o resultado de um intenso esforço amostral para o registro de mamíferos no Parque Nacional do Iguaçu. Ao total foram registradas 84 espécies de mamíferos silvestres, incluindo três espécies exóticas.

R5 – STCP - Plano de Manejo Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006): esse parque estadual possui área total de 60,98 hectares localizado no município de São Pedro do Iguaçu. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas mais de 17 espécies de mamíferos.

Somando-se as referências contabilizaram-se 89 mamíferos de possível ocorrência, dessas, três espécies são consideradas exóticas e 23 são classificadas em algum grau de ameaça. Na tabela abaixo são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 06.

Tabela 75: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Trabalho de Conclusão de Curso	2019	Floresta Estacional Semiecidual/Floresta Ombrófila Mista	Parque Nacional do Iguaçu
R2	Plano de Ação	2016	Floresta Estacional Semidecidual/Floresta Ombrófila Mista	Toledo
R3	Artigo	2014	Floresta Ombrófila Mista	Quedas do Iguaçu
R4	Artigo	2019	Floresta Estacional Semiecidual/Floresta Ombrófila Mista	Parque Nacional do Iguaçu
R5	Plano de Manejo	2006	Floresta Estacional Semidecidual	Parque Estadual Cabeça do Cachorro

Tabela 76: Mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	R5	Status de ameaça
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	gambá-de-orelha-branca	X	X	X	X	X	
		Didelphis aurita	gambá-de-orelha-preta	X		X	X		
		Caluromys lanatus	cuíca-lanosa				X		
		Chironectes minimus	cuíca-d'água				X		
		Marmosa paraguayana	catita-cinza				X		
		Monodelphis dimidiata	cuíca-marrom				X		
		Monodelphis iheringi	cuíca-de-três-listras				X		
		Philander quica	cuíca-de-quatro-olhos				X		
		Monodelphis scalops	Catita				X		
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	tatu, tatu-galinha	X	X	X	X		
		Dasypus sp.	Tatu					X	
		Cabassous tatouay	tatu-de-rabo-mole			X	X		
		Euphractus sexinctus	tatu-peba			X	X		
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua tetradactyla*	tamanduá-mirim	X		X	X	X	
		Myrmecophaga tridactyla	tamanduá-bandeira				X		VU-IUCN; VU-BR; CR-PR;
Primates	Cebidae	*Sapajus nigritus*	macaco-prego		X	X	X	X	NT-IUCN;
	Atelidae	*Alouatta guariba clamitans*	bugiu-ruivo				X	X	VU-IUCN; VU-BR; VU-PR;
		Alouatta caraya	bugio-preto				X		VU-PR;
		Alouatta sp.	bugio		X				
Rodentia	Sciuridae	*Guerlinguetus brasiliensis*	caxinguelê, esquilo	X	X		X		
	Cricetidae	*Akodon montensis*	rato-do-mato				X		
		Brucepattersonius iheringi	ratinho-cego				X		
		Holochilus brasiliensis	rato-d'água				X		
		Juliomys pictipes	rato-do-dorso-vermelho				X		
		Nectomys squamipes	rato-d'água				X		
		Oligoryzomys flavescens	rato-do-arroz				X		
		Oligoryzomys nigripes	rato-do-arroz				X		
		Oxymycterus quaestor	rato-do-brejo				X		
		Sooretamys angouya	rato-do-arroz				X		
		Thaptomys nigrita	rato-pitoco				X		
		Euryoryzomys russatus	rato-do-arroz				X		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	R5	Status de ameaça
	Muridae	**Mus musculus*	camundongo				X		
		**Rattus rattus*	rato-preto				X		
	Echimyidae	*Kannabateomys amblyonyx*	rato-da-taquara				X		
		Myocastor coypus	ratão-do-banhado				X		
	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	capivara	X	X	X	X	X	
		Cavia aperea	preá		X		X		
	Erethizontidae	*Coendou spinosus*	ouriço-caxeiro				X		
		Sphiggurus sp.	ouriço					X	
	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	paca	X	X		X	X	EN-PR;
	Myocastoridae	*Myocastor coypus*	ratão-do-banhado		X	X			
	Dasyproctidae	*Dasyprocta azarae*	cutia	X	X	X	X	X	
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	coelho, tapeti	X		X	X		EN-IUCN; VU-PR;
		**Lepus europaeus*	lebre		X	X	X		
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	morcego-de-cara-branca				X		
		Artibeus fimbriatus	morcego-de-cara-branca				X		
		Artibeus obscurus	morcego				X		
		Pygoderma bilabiatum	morcego-de-ipanema				X		
		Glyphonycteris sylvestris	morcego				X		
		Tonatia bidens	morcego				X		
		Diaemus youngi	morcego				X		
		Carollia perspicillata	morcego-de-cauda-curta				X		
		Chrotopterus auritus	morcego-bombachudo				X		
		Sturnira lilium	morcego-fruteiro				X		
	Molossidae	*Molossops neglectus*	morcego				X		EN-PR;
		Promops nasutus	morcego-narigudo				X		
		Tadarida brasiliensis	morceguinho-das-casas				X		
		Molossus rufus	morcego				X		
	Vespertilionidae	*Eptesicus brasiliensis*	morcego-marrom				X		
		Eptesicus diminutus	morcego				X		
		Lasiurus blossevillii	morcego-vermelho				X		
		Myotis levis	morcego				X		
		Myotis riparius	morcego				X		
		Myotis ruber	morcego				X		
		Myotis nigricans	morcego				X		
	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	morcego-pescador				X		VU-PR;

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VERNÁCULO	R1	R2	R3	R4	R5	Status de ameaça
Carnivora	Felidae	*Leopardus guttulus*	gato-do-mato-pequeno		X	X	X	X	VU-IUCN; VU-BR; VU-PR;
		Leopardus colocolo	gato-palheiro				X		VU-BR;
		Leopardus geoffroyi	gato-do-mato				X		VU-BR;
		Leopardus pardalis	jaguatirica	X	X	X	X		VU-PR
		Leopardus wiedii	gato-maracajá			X	X		NT-IUCN; VU-BR; VU-PR;
		Panthera onca	onça-pintada	X			X		VU-BR, CR-PR;
		Puma concolor	onça-parda, suçuarana	X	X	X	X		VU-PR;
		Herpailurus yagouaroundi	gato-mourisco	X	X	X	X		VU-BR;
	Canidae	*Cerdocyon thous*	cachorro-do-mato	X	X	X	X	X	
		Chrysocyon brachyurus	lobo-guará				X		VU-BR; VU-PR;
		Speothos venaticus	cachorro-vinagre	X			X		VU-BR; VU-PR;
	Mustelidae	*Eira barbara*	irara, papa-mel		X	X	X	X	
		Lontra longicaudis	lontra		X		X	X	
		Galictis cuja	furão	X	X	X	X	X	
	Procyonidae	*Nasua nasua*	quati	X	X	X	X	X	
		Procyon cancrivorus	mão-pelada	X	X	X	X	X	
Artiodactyla	Tayassuidae	*Tayassu pecari*	queixada		X	X	X		VU-IUCN; VU-BR; CR-PR;
		Pecari tajacu	cateto	X	X	X	X		VU-PR;
	Cervidae	*Mazama americana*	veado-mateiro	X		X	X		VU-PR;
		Mazama nana	veado-mão-curta			X	X		VU-IUCN; VU-BR; VU-PR;
		Mazama sp.	veado		X			X	
		Subulo gouazoubira	veado-catingueiro			X	X		
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	anta	X	X	X	X		VU-IUCN; VU-BR; EN-PR;
Total			**89**	**21**	**25**	**28**	**84**	**17**	**23**

Categoria de ameaça: NT- Quase ameaçado; VU – Vulnerável; EN – Em perigo; CR – Criticamente em perigo.
Status de conservação: BR – MMA (2022); IUCN (2023); PR – Decreto n° 7264/2010 (2010).
Referências: R1- MICHELLIN, 2019; R2 – STCP, 2016; R3 - JURASZEK et al., 2014; R4 – BROCARDO et al., 2019; R5 – STCP, 2006.

8.4.3.5.3 Materiais e Métodos

Armadilhas fotográficas

A amostragem através de armadilha fotográfica é considerada uma metodologia efetiva para o registro de mamíferos de médio e grande porte. Consiste em uma câmera digital adaptada com sensores, que é acionada para registrar foto ou vídeo quando detecta movimento. As armadilhas fotográficas foram fixadas em árvores, instaladas em áreas características de passagem de fauna ou próximo a corpos d'água, de modo a maximizar as chances de registro da fauna. Para facilitar o registro de espécies, foram dispostas iscas em frente a armadilha fotográfica, composta por mamão, banana, laranja, sardinha, carne e sachês para felinos. Ao total foram instaladas três armadilhas fotográficas (uma em cada área de amostragem) contemplando ambientes propícios para ocorrência de mamíferos na área de estudo.



Figura 146: Iscas e armadilhas fotográficas utilizadas no levantamento de mamíferos.

Rede de neblina

Foram utilizadas quatro redes de neblina de 15 m de comprimento por 3 m de altura para captura de indivíduos de mamíferos voadores. As redes foram instaladas em bordas de mata e em estradas abandonadas, as mesmas ficaram abertas por um total de 3h30 min em cada área amostral. Os morcegos capturados tiverem suas medidas biométricas tiradas, foram identificados, fotografados e soltos próximo ao local de captura.



Figura 147: Rede de neblina instalada para captura de mamíferos voadores.

Live traps – Sherman e Tomahawk

Esta metodologia foi aplicada para captura de pequenos mamíferos terrestres (roedores e marsupiais). Nas três áreas amostrais foram estabelecidos transectos com 10 pontos equidistantes 10 metros, nesses pontos foram instaladas as armadilhas do tipo sherman e tomahawk, totalizando 30 armadilhas por campanha. As armadilhas ficaram ativas por três noites consecutivas por campanha e foram iscadas com uma mistura de paçoca, sardinha, fubá e banana e re-iscadas quando necessário (ASTÚA *et al*., 2006; CÁCERES *et al*., 2011).





Figura 148: Armadilhas Sherman e Tomahawk instaladas.

Busca Ativa

Para o registro sistemático de mamíferos de pequeno, médio e grande porte também foram realizadas buscas ativas. A amostragem foi executada percorrendo-se trilhas e estradas já abertas, visando observações diretas (visualização, vocalização e carcaças) ou registros indiretos (tocas, pegadas, fezes). Também foram vistoriados locais propícios para ocorrência de pegadas, como entorno de cursos de água e margens do Arroio Guaçu.



Figura 149: Locais de busca ativa de vestígios de mamíferos.

Esforço Amostral

Tabela 77: Esforço amostral por método empregado.

ÁREAS	ESFORÇO POR MÉTODO			
	ARMADILHA FOTOGRÁFICA	*REDE DE NEBLINA*	*LIVE TRAPS*	*BUSCA ATIVA*
Área 01	144	1080	120	08
Área 02	144	1080	120	08
Área 03	144	1080	120	08
TOTAL	**432 horas de exposição**	**3240 m².h**	**360 armadilhas-noite**	**24 horas**

Análise de Dados

Os dados obtidos para mastofauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade da comunidade de mamíferos em cada unidade amostral.

Riqueza de espécies

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais).

As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade, endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras. Os mamíferos também tiveram suas espécies classificadas quanto a sua relação com a caça e captura ilegal. Foram indicadas espécies consideradas cinegéticas (usualmente caçadas) e espécies comumente domesticadas e atreladas ao tráfico de animais silvestres, categorizadas de acordo com a CITES (2023) e o trabalho de Travassos (2011).

Indicadores Ecológicos

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Similaridade entre as Áreas Amostrais

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza em cada ponto amostral e para campanha (primavera e outono). Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Sorensen). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo programa R (R CORE TEAM, 2018).

Curva de Acumulação de espécies

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016). A curva de acumulação de espécies é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi feita tendo os dias de amostragem como unidade amostral, incluindo as informações de todos os módulos. Apesar dos demais estimadores serem utilizados, um peso maior foi dado para Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

8.4.3.5.4 Resultados e Discussão

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante o levantamento de mamíferos na área de influência da CGH Giacomini ocorreram 61 registros pertencentes a 16 espécies de mamíferos, distribuídos em 12 famílias e 07 ordens correspondendo a 17,97% das espécies de possível ocorrência para a região. Na margem oposta das áreas amostrais e de implantação da CGH Giacomini existe em funcionamento uma pedreira, essa pedreira pode ter influenciado negativamente nos registros de mamíferos do local, já que as detonações e movimentação de maquinários pesados podem ocasionar o afugentamento da fauna da região.

Tabela 78: Espécies de mamíferos registrados através do levantamento primário.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	STATUS DE AMEAÇA	C1	C2
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	Gambá-de-orelha-branca	-	X	X
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Tatu-galinha	-	X	X
Primates	Cebidae	*Sapajus nigritus*	Macaco-prego	NT-IUCN	X	
Rodentia	Cricetidae	*Nectomys squamipes*	Rato-d'água	-		X
		Akodon sp.	Rato-de-chão	-		X
	Caviidae	*Hydrochoerus hydrochaeris*	Capivara	-	X	X
	Myocastoridae	*Myocastor coypus*	Ratão-do-banhado	-		X
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus europeaus*	Lebre	-	X	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Morcego-fruteiro	-	X	
		Artibeus lituratus	Morcego-da-cara-branca	-	X	X
		Artibeus fimbriatus	Morcego	-		X
	Vespertilionidae	*Myotis riparius*	Morcego	NT-PR	X	
	Canidae	*Cerdocyon thous*	Cachorro-do-mato	-	X	
	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	Lontra	NT-PR;NT-IUCN	X	X
	Procyonidae	*Procyon cancrivorus*	Mão-pelada	-	X	X
Carnivora		*Nasua nasua*	Quati	-	X	
Total			**16**		**12**	**10**

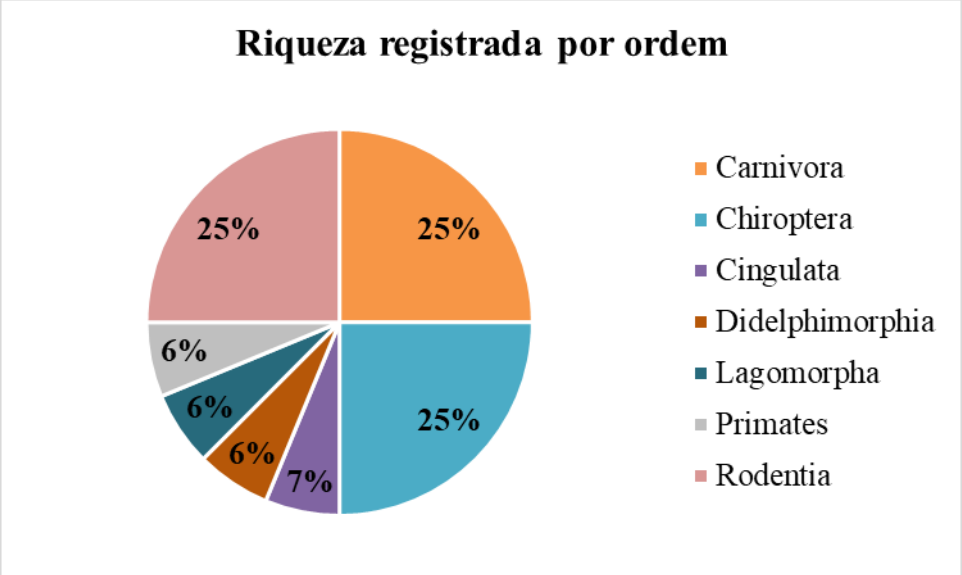


Figura 150: Riqueza de mamíferos registrada de acordo a ordem.

Com relação as ordens, Chiroptera, Carnivora e Rodentia foram as mais especiosas neste levantamento, com quatro espécies registradas cada, as demais ordens apresentaram apenas uma espécie. Dentre todas espécies identificadas a mais comumente registrada foi o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) que obteve 11 registros, com ocorrência em todas as áreas amostrais. Este foi seguido pelo quati (*Nasua nasua*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*) com 09 registros cada. As demais espécies apresentaram cinco registros ou menos, com ocorrência apenas pontual. A maior parte das espécies registradas são comuns e normalmente registradas em inventários mastofaunísticos, inclusive com o registro de espécies tolerantes a proximidade de centros urbanos e construções.

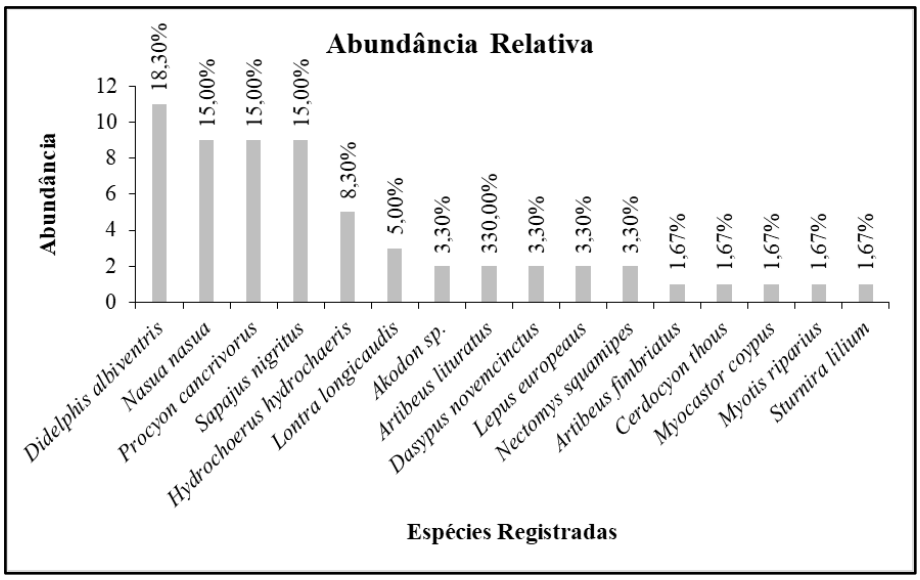


Figura 151: Abundância relativa de mamíferos registrados.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando apenas os dados padronizados obtidos através dos métodos quantitativos. Neste tópico são apresentados o Índice de Diversidade de Shannon, o Índice de Equitabilidade de Pielou e o Índice de Dominância de Simpson para cada unidade amostral e para o somatório total dos dados.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi maior do que 3 (H’ = 3,47), demonstrando alta diversidade encontrada na amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou (J=0,86) obtida neste estudo demonstra que as abundâncias das espécies registradas estão distribuídas regularmente na amostra, ou seja, as espécies são igualmente abundantes. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo (DS=0,09), indicando uma baixa dominância de espécies nas amostras.

Considerando as unidades amostrais separadamente, a Área 1 e Área 3 obtiveram os maiores índice de diversidade (H’ = 3,14; H’ = 3,00), essas áreas apresentaram 10 e 11 espécies registradas, respectivamente, por outro lado a Área 2 apresentou o índice mais baixo (H’ = 2,32) com apenas 06 espécies registradas. De modo geral, as três áreas amostradas apresentaram uma baixa dominância e alta equidade, ou seja, nenhuma espécie se sobressaiu sobre as demais no número de registros. De qualquer forma, por se tratar de um empreendimento de pequeno porte e com as áreas amostrais relativamente próximas, é provável que todas as espécies com alta mobilidade consigam transitar entre os ambientes.

Tabela 79: Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral.

ÁREA	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
Área 1	3,14	0,94	0,07
Área 2	3,00	0,86	0,13
Área 3	2,32	0,89	0,17
TOTAL	3,47	0,86	0,09

Guildas alimentares

Os dados padronizados referentes à mastofauna foram categorizados de acordo com suas guildas alimentares, tendo como base o trabalho de Paglia et al. (2012). As espécies utilizadas para esta categorização foram classificadas em quatro guildas (Frugívoro, Herbívoro, Insetívoro

e Piscívoro). Quando houve mais de um tipo de dieta registrado por espécie, foi considerada a dieta dominante. Quando considerada apenas a riqueza de espécies a guilda dos frugívoros se sobressaí sobre as demais em ambas campanhas amostrais. Considerando a abundância, frugívoros também foram dominantes em ambas as campanhas, considerando a abundância total as espécies classificadas como frugívoras corresponderam a 72% dos registros obtidos, seguido pelos herbívoros com 13% dos registros.

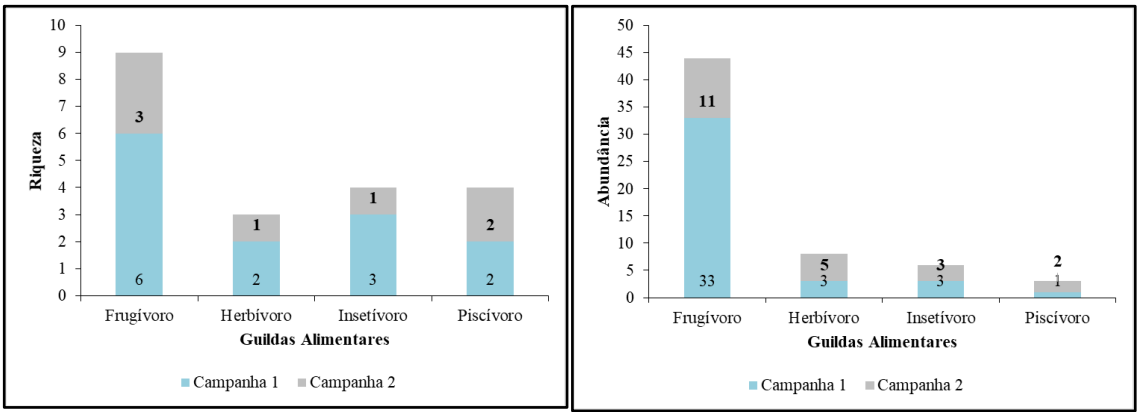


Figura 152: Riqueza (a) e Abundância (b) de mamíferos registrados de acordo com a classificação das guildas alimentares.

Estratégia Ecológica (r e K)

De maneira geral, as Estratégias *r* e *K* referem-se à alocação de recursos para a reprodução de organismos em geral (PIANKA, 1970). Os mamíferos são classificados como "*K* estrategistas", são hábeis competidores, geralmente exploram hábitats já colonizados, disputando por recursos. Dessa forma apresentam um tempo de vida mais longo e os pais demandam grande cuidado com a prole de forma a garantir a sobrevivência e longevidade (PIANKA, 1970).

Comparação entre os Pontos Amostrais (Sazonalidade)

A análise de similaridade entre as áreas amostradas e as campanhas realizadas, foi elaborada com os dados de abundância acumulados por todos os métodos aplicados nas duas campanhas, excluindo-se informações coletadas fora dos métodos padronizados. O resultado obtido demonstrou a separação de dois grupos principais, esses grupos estão separados pela campanha amostral, portanto a sazonalidade foi mais importante na separação das áreas, ou seja, a composição das espécies foi influenciada pela estação amostral, com mais espécies ocorrendo durante a primavera. O agrupamento formado obteve o valor do Coeficiente de

Correlação Cofenética elevado (ccc = 0,86), demonstrando que o agrupamento formado foi representativo.

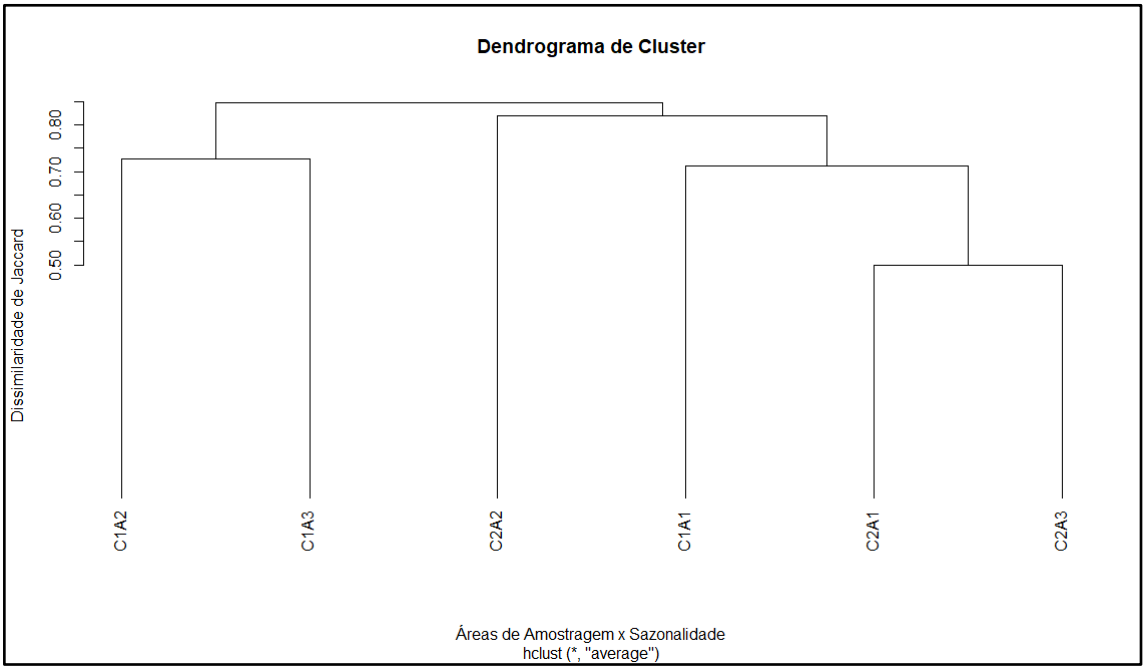


Figura 153: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais.

Tabela 80: Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas; A1-A2-A3: Áreas amostrais.

	C1-A1	C1-A2	C1-A3	C2-A1	C2-A2
C1-A2	0,8477				
C1-A3	0,8477	0,7227			
C2-A1	0,7128	0,8477	0,8477		
C2-A2	0,8190	0,8477	0,8477	0,8190	
C2-A3	0,7128	0,8477	0,8477	0,5000	0,8190

Curva de Acumulação de Espécies

A curva de acumulação de espécies não demonstrou tendência a estabilização da assíntota, ou seja, novas espécies ainda podem ser registradas na área de levantamento. Segundo os estimadores utilizados, Jackniffer (21,83) e Bootstrap (18,97), cerca de cinco espécies novas ainda podem ser acrescidas a lista de espécies de mamíferos. Ressalta-se que as campanhas de monitoramento deverão ter continuidade durante a implantação e operação, com a realização de mais campanhas amostrais será possível acompanhar a evolução da curva de acumulação com mais precisão.

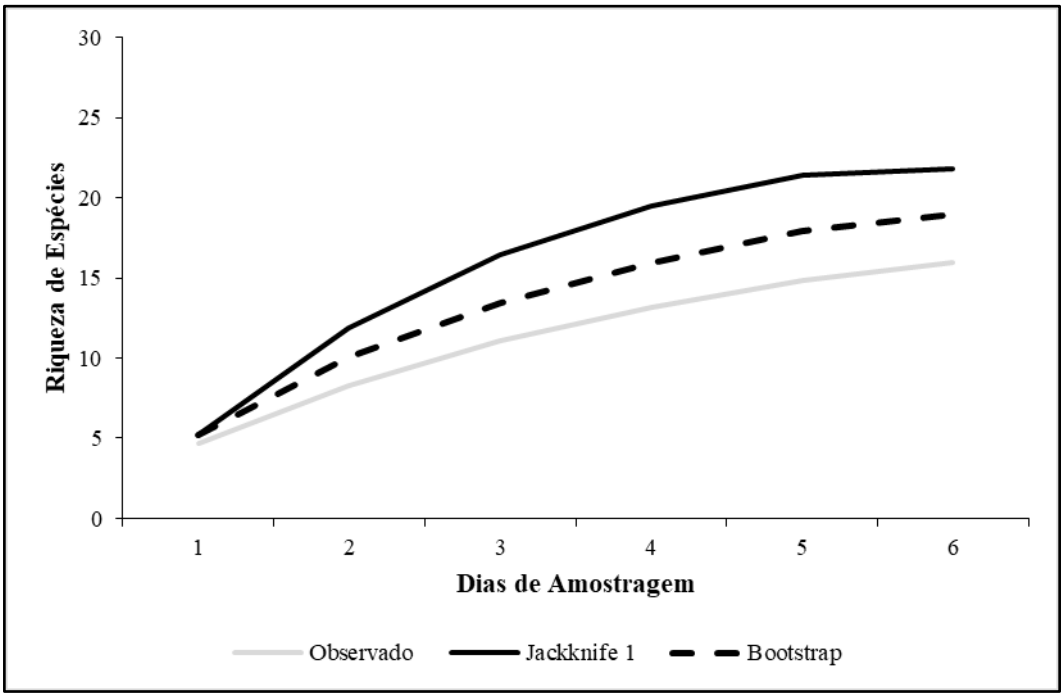


Figura 154: Curva de acumulação de espécies de mamíferos durante o diagnóstico de fauna.

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio ou baixo)

Para a classificação das espécies de mamíferos quanto a sensibilidade a distúrbios de habitat, foram utilizadas informações da literatura, especialmente Reis et al. (2010). A classificação foi feita de acordo com os hábitos das espécies (arborícola, terrestre, escansorial ou voador), distribuição (ampla ou restrita) e a dependência de ambientes florestais (generalistas ou especialistas), gerando três categorias (alta, média e baixa).

Para a região da amostragem foi registrada apenas uma espécie considerada como de grau alto de sensibilidade e se trata da *Lontra longicaudis*, isso levando em consideração principalmente a forte associação desses animais com os corpos hídricos. As lontras possuem ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em quase todas as regiões onde os corpos d'água são propícios, as perdas decorrentes de fatores como destruição de seu habitat natural, abate por retaliação ao conflito com a pesca e piscicultura, poluição, e expansão da malha hidro energética podem levar o declínio populacional a se aproximar de 30% nos próximos 20 anos, quase atingindo o limite para a categoria Vulnerável (VU) (RODRIGUES, 2013). Atualmente a espécie é classificada como quase ameaçada (NT) pela IUCN.

O macaco-prego (*Sapajus nigritus*) e o morcego (*Myotis riparius*) foram classificados como de média sensibilidade, isso porque são espécies consideradas quase ameaçadas de extinção e associadas a ambientes florestais, porém, possuem uma alta capacidade de dispersão.

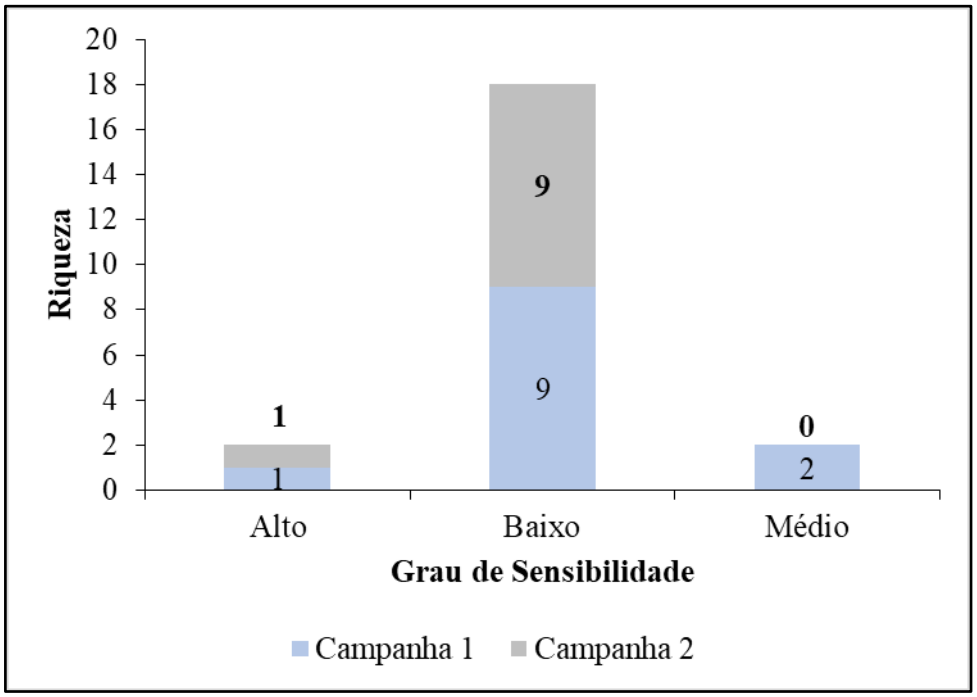


Figura 155: Grau de sensibilidade as alterações ambientais.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Para conferência de espécies ameaçadas de extinção foram seguidas as três listas a seguir: Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Internacional (IUCN, 2023), Lista Nacional de Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022) e o Decreto n° 7264/2010 do Estado do Paraná. No Brasil um total de 80 espécies (10,6%) estão incluídas em alguma categoria de ameaça global (12 em perigo crítico, 31 em perigo e 37 vulneráveis), 28 (3,7%) são consideradas quase ameaçado, duas espécies (0,3%) são presumíveis extintas, 96 (12,8%) são consideradas com dados deficientes para conservação (QUINTELA, ROSA, FEIJÓ, 2020).

Para a CGH Giacomini não foram registradas espécies de mamíferos classificados como ameaçados de extinção. Com relação ao endemismo, foi registrada uma espécie endêmica do bioma Mata Atlântica, que é o macaco-prego, *Sapajus nigritus*. O macaco-prego está diretamente relacionado a dois importantes processos ecológicos, a dispersão de sementes e o controle populacional de insetos. As principais ameaças identificadas para o táxon são: incêndio, agricultura, pecuária, aumento da matriz rodoviária, desconexão e redução de hábitat, caça e capturas para tráfico silvestre (MARTINS et al., 2015).

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Espécies que sofrem elevada pressão de caça são classificadas como cinegéticas. Como descrito na metodologia, foram indicados os mamíferos que sofrem maior pressão de caça de acordo com Travassos (2011) e listadas na CITES - *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (2022).

As espécies registradas foram avaliadas em função da ameaça em relação ao tráfico e comércio ilegal de animais silvestres (CITES), através das categorias:

- Apêndice I: inclui espécies ameaçadas de extinção. O comércio de indivíduos destas espécies só é permitido em circunstâncias excepcionais;
- Apêndice II: inclui espécies que não necessariamente estão ameaçadas com extinção, mas o comércio deve ser controlado para evitar uso incompatível com sua sobrevivência;
- Apêndice III: contém espécies que estão protegidas em ao menos um país, e que foram solicitadas a outras partes da CITES ajuda para controlar seu comércio.

Foram registradas seis espécies na área de estudo consideradas cinegéticas. De acordo com as categorias da CITES, a espécie *Nasua nasua* (quati) é classificada no apêndice III e as espécies *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Sapajus nigritus* (macaco-prego) são classificadas no apêndice II. A *Lontra longicaudis* (lontra) encontra-se enquadrada no apêndice I. As demais espécies citadas na tabela estão enquadradas como sobrecaçadas no trabalho de Travassos (2011).

Tabela 81: Espécies cinegéticas identificadas durante o levantamento de mamíferos.

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	CITES (2022)	TRAVASSOS (2011)
Cerdocyon thous	Graxaim	C1	II	-
Hydrochoerus hydrochaeris	Capivara	C1,C2	-	X
Nasua nasua	Quati	C1	III	X
Dasypus novemcinctus	Tatu-galinha	C1,C2	-	X
Lontra longicaudis	Lontra	C1; C2	I	-
Sapajus nigritus	Macaco-prego	C1	II	-

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

Sob o ponto de vista do risco epidemiológico, mamíferos são hospedeiros de uma gama de parasitos, bem como de diversos artrópodes que se adaptaram a esses hospedeiros e que podem ser importantes vetores de doenças (CHAVEZ, 2001). Os roedores são um importante grupo de transmissores de agentes infecciosos, como das bactérias responsáveis por doenças como a leptospirose e salmonelose (NÚNCIO & ALVES, 2014).

A doença de Chagas figura como uma das mais importantes nas Américas e é causada pela infecção por *Trypanosoma cruzi*. Entre os hospedeiros deste flagelado, três ordens de mamíferos se destacam: Didelphimorphia (gambás e cuícas), Cingulata (tatus) e Pilosa (bichos-preguiça e tamanduás) (COMINETTI, 2010).

As espécies de morcegos hematófagos atualmente conhecidos apresentam hábito alimentar altamente seletivo, alimentando-se quase que unicamente do sangue de mamíferos e aves, o morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) só ocorre na América Latina, onde é o principal transmissor da raiva aos herbívoros. Além da raiva, o morcego-vampiro pode transmitir histoplasmose, mal das caldeiras, encefalite equina e brucelose (FUNASA, 1996).

Embora esses animais possam ser vetores de doenças, o risco de infecção só é alto quando essas espécies apresentam elevadas abundâncias em locais específicos. Apesar do registro de algumas dessas espécies na área de estudo, nenhuma delas apresentou abundância elevada, e não há evidências de surtos epidemiológicos na região.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Quanto às espécies exóticas invasoras existentes na região, foi registrada a lebre-europeia (*Lepus europeaus*), a mesma foi visualizada em estrada de acesso a região. É uma espécie nativa da Europa e parte da Ásia, tendo sido introduzida em regiões das Américas, Europa e Oceania (HACKLANDER; SCHAI-BRAUN, 2019). Os impactos causados pela lebre estão relacionados economicamente à danos a cultivos agrícolas e de silvicultura, gerando conflitos com produtores além da redução da cobertura vegetal e competição com a fauna nativa, como o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*).



Figura 156: *Lepus europeaus*.

8.4.3.5.5 Considerações sobre a fauna de mamíferos

Durante a fase de levantamento de fauna para o empreendimento denominado CGH Giacomini ocorreram 61 registros de mamíferos, pertencentes a 16 espécies. De modo geral na área do empreendimento houve predominância de espécies adaptadas a ambientes com certo grau de antropização, sem o registro de espécies ameaçadas de extinção. Ainda assim, cabe frisar o registro de três espécies consideradas mais sensíveis as alterações ambientais e classificadas como quase ameaçadas de extinção: *Myotis riparius; Sapajus nigritus, Lontra longicaudis.* Sendo que está última foi considerada como de alta sensibilidade as alterações ambientais, por ser uma espécie estritamente associada aos corpos hídricos e quase ameaçada de extinção.

Ainda que a região seja altamente fragmentada e composta em sua maior parte por lavouras, notou-se que a mata nativa é basicamente restrita as margens dos corpos hídricos, formando conexões entre os fragmentos. Um impacto visualizado nas proximidades do empreendimento é o funcionamento de uma lavra a céu aberto, que possui desmonte por explosivos e constantemente são visualizados maquinários e pessoas trabalhando. Mesmo com esses impactos entende-se que os resultados encontrados para o grupo da mastofauna foram positivos, inclusive com registros de filhotes, indicando que os animais utilizam a região para forrageamento e reprodução, por isso torna-se fundamental o acompanhamento e resgate durante a supressão.

Somente com mais campanhas de monitoramento será possível conhecer melhor as espécies que habitam a região e sua frequência de ocorrência. Não obstante, as práticas de acompanhamento ambiental durante a implantação e operação, aliada a recuperação as áreas degradadas tende a diminuir os impactos relacionados a fauna terrestre.

Registros fotográficos



Figura 157: *Artibeus lituratus* e *Artibeus fimbriatus.*



Figura 158: *Akodon sp.* e *Nectomys squamipes.*



Figura 159: *Myotis riparius* e *Sturnira lilium.*



Figura 160: Fezes de *Lontra longicaudis* e de *Cerdocyon thous.*



Figura 161: *Didelphis albiventris* e *Dasypus novemcinctus* registrados com armadilha fotográfica.



Figura 162: *Nasua nasua* e fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris.*



Figura 163: Família de *Procyon cancrivorus.*



Figura 164: Grupo de *Sapajus nigritus*.

8.4.3.5.6 Referências Bibliográficas

BATISTA, J.L.F e A.C.S. SCHILLING. Um algoritmo matricial para construção da curva de acumulação de espécies. 2006. http://lmq. esalq.usp.br/METRVM.

BROCARDO, C. R.; SILVA, M. X.; FERRACIOLI, P.; CÂNDIDO JUNIOR, J. F.; BIANCONI, G. V.; MORAES, M. F. D.; GALETTI, M.; PASSAMANI, M.; POLICENA, A.; REIS, N.R. MAMÍFEROS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. Oecologia Australis, [S.L.], v. 23, n. 02, p. 165-190, jun. 2019.

CHAVEZ, J. Ectoparasites of small mammals of the lower Urubamba Region, Peru. In: Alonso, A., F. Dallmeier e P. Campbell (eds.): Urubamba: the biodiversity of a peruvian rainforest. – Smithsonian Intitution, Washington. p. 195-203, 2001.

CITES (UNEP-WCMC) (Comps.) The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: http://checklist.cites.org. [Accessed (04/02/2023)]. 2023.

COLWELL, R. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. 2013.

COMINETTI, M.C. Infecção natural por Trypanossoma sp. em Triatoma sordida, Didelphis albiventris e Sus scrofa em comunidade rural de Mato Grosso do Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado em Doenças Infecciosas e Parasitárias). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 99 p., 2010.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. BRASIL. Ministério da Saúde. Morcegos em Áreas Urbanas e Rurais. Manual de manejo e controle. Brasília,1a Ed. 1996. 117p.

HACKLANDER, K. & SCHAI-BRAUN, S. Lepus europaeus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T41280A45187424.

HUTCHESON, K. A. Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. Journal of Theoretical Biology, v. 29, p. 151-154, 1970.

INSTITUTO AMBIENAL DO PARANÁ (IAP). Lista de Fauna Ameaçada de Extinção no Estado do Paraná - Decreto Nº 7264/2010. 2010.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. https://www.iucnredlist.org. 2023.

JURASZEK, A.; BAZILIO, S.; GOLEC, C. Levantamento de mamíferos de médio e grande porte na RPPN Federal Corredor do Iguaçu na região Centro-oeste do Paraná. Acta Iguazu, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 113-123, out. 2014.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. A Wiley-Interscience publication. New York USA. 1988.

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its measurement. Princeton, Newjersey, VI+l79p. 1988.

MARTINS, W. P.; MIRANDA, J. M. D.; ALFARO, J. W. L. ALONSO, A. C.; LUDWIG, G.; MARTINS, J. N. Avaliação do Risco de Extinção de Sapajus nigritus nigritus (Goldfuss, 1809) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio, 2015.

MICHELLIN, G. G. D. Riqueza e abundância relativa de mastofauna em uma unidade de conservação: estudo de caso no Parque Nacional do Iguaçu. 2019. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

NÚNCIO, M. S.; ALVES, M. J. Doenças associadas a artrópodes vetores e roedores. Ministério da Saúde: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Lisboa, 2014.

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M; MENDES, S.L.; TAVARES, V.C.; MITTERMEIER, R.A.; AND PATTON, J.L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology. v. 6, p. 1–76, 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/. 2018.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N., ROSSANEIS, B. K. Mamíferos do Brasil Guia de identificação. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. 560p. 2010.

RODRIGUES, L. A. Avaliação do risco de extinção da lontra neotropical *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, 3(1), 216-227, 2013.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro. Curitiba. 2006.

STCP – Engenharia de Projetos LTDA. Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade do Município de Toledo. Curitiba. 231 pg. 2016.

TRAVASSOS, L. Impacto da sobrecaça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. Oecologia Australis. v. 15, n. 2, p. 380-411, 2011.

8.4.4 Fauna Aquática

8.4.4.1 Macrofauna Bentônica

8.4.4.1.1 Introdução

Os macroinvertebrados bentônicos compõem um grupo de grande importância ecológica em ambientes aquáticos (ABÍLIO *et al.*, 2007), habitando sedimento de corpos d'água e com capacidade de colonizar diversos tipos de substratos, tais como restos de árvores, folhas, rochas e macrófitas aquáticas, durante todo ou parte do seu ciclo de vida (CALLISTO, 2000). A composição do substrato e a disponibilidade de alimento afetam diretamente a distribuição desses organismos e de suas comunidades no ambiente aquático (TIKKANEN *et al.*, 2000), assim como as características físicoquímicas da água (BARBOSA, 2003).

Estes organismos possuem sensibilidade a diversos tipos de degradação ambiental e respondem de forma diferente as condições do ambiente em que são expostos, podendo apresentar alterações morfológicas ou na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, refletindo o estado de todo o ecossistema aquático (FERNANDES, 2007). O estabelecimento dessas espécies depende do tipo de substrato, dos padrões de corrente, da concentração dos nutrientes e do regime de luz a que são expostos (FERNANDES, 2007). A utilização de macroinvertebrados bentônicos possibilita a avaliação desses ecossistemas continentais e apresenta-se como um método eficaz para estudos de impactos ambientais, uma vez que a integridade dessa comunidade de animais está intimamente relacionada a possíveis alterações no habitat quanto à presença de substâncias poluidoras (BARBOSA, 2003).

Assim, esse grupo pode ser empregado como bioindicador de qualidade de água, permitindo uma avaliação associada aos efeitos ecológicos acarretados por diversos impactos no ambientes, tais como poluição (BELMEJO & MARTOS, 2008) ou implantação de empreendimentos. Dessa forma, as características desse grupo, tais como abundância em ecossistesmas aquáticos diversos (lênticos e lóticos), tipo de locomoção, e presença e ausência em amostragens antes e depois de impactos ambientais os tornam viáveis em estudos de qualidade ambiental (DORNFELD, 2002; BRANDIMART *et al.*, 2004).

Em função das características bioindicadoras dos macroinvertebrados bentônicos, o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade local, e inferir sobre sua relação com os fatores indicativos de qualidade na região de implantação do empreendimento.

8.4.4.1.2 Dados Secundários

Como forma de subsidiar os estudos para a CGH Giacomini foram realizadas buscas na literatura da fauna bentônica de possível ocorrência na região, devido à escassez de artigos científicos e trabalhos no município de Quatro Pontes a busca foi estendida para outros municípios na região. Foram utilizadas duas referências para compor os dados secundários de fauna bentônica, somando-se as referências foram contabilizadas 76 famílias de possível ocorrência. Os trabalhos encontrados para a região classificaram os táxons principalmente em nível de família.

R1 – RAMOS (2012): Este estudo teve como objetivo avaliar a integridade ecológico da rios localizados na região Oeste do Paraná por meio de uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.

R2 – MORETTO; PUJARRA (2017): Este estudo apresentou o primeiro inventário faunístico de macroinvertebrados bentônicos amostrados em rios e riachos do Parque Nacional do Iguaçu.

Na tabela a seguir são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas para apresentação dos dados e na sequência são apresentados os dados secundários, a mesma planilha segue no Anexo 07.

Tabela 82: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de invertebrados aquáticos de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	Dissertação	2012	Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual	Oeste do Paraná
R2	Artigo	2017	Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual	Parque Nacional do Iguaçu

Tabela 83: Invertebrados aquáticos de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMILIA	ESPÉCIE	R1	R2
ANNELIDA	Glossiphonidae	-	X	
	Tubificidae	-	X	
EPHEMEROPTERA	Baetidae	-	X	X
	Leptophlebiidae	-	X	X
	Leptohyphidae	-		X
	Oligoneuridae	-		X
	Caenidae	-	X	X
ODONATA	Gomphidae	-	X	X
	Libellulidae	-	X	X
	Aeshnidae	-	X	X
	Corduliidae	-		X
	Dicteriadidae	-		X
	Megapodagrionidae	-		X
	Calopterygidae	-	X	X
	Coenagrionidae	-	X	X
OLIGOCHAETA	-	-		X
HIRUNDINEA	-	-		X
TEMNOCEPHALIDA	Temnocephalidae	-		X
BASOMMATOPHORA	Planorbiidae	-		X
MESOGASTROPODA	Ampullariidae	-		X
SORBEOCONCHA	Hydrobiidae	-		X
NERITOPSINA	Neritidae	-		X
STYLOMMATOPHORA	Ancylidae	-		X
PLECOPTERA	Perlidae	-	X	X
	Gripopterygidae	-		X

ORDEM	FAMILIA	ESPÉCIE	R1	R2
OSTRACODA	-	-		X
HARPACTICOIDA	-	-		X
DIPLOSTRACA	-	-		X
AMPHIPODA	Hyalellidae	-		X
	Talitridae	-		X
COLLEMBOLA	-	-		X
HEMIPTERA	Gerridae	-	X	
	Veliidae	-	X	X
	Hydrometridae	-		X
	Helotrephidae	-		X
	Belastomatidae	-	X	X
	Mesoveliidae	-		X
	Naucoridae	-	X	X
	Pleidae	-	X	X
MEGALOPTERA	Corydalidae	-	X	X
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	-	X	X
	Hydroptilidae	-		X
	Leptoceridae	-	X	X
	Polycentropodidae	-		X
	Philopotamidae	-		X
	Odontoceridae	-		X
	Xephocentropodidae	-		X
	Calamoceratidae	-	X	X
LEPIDOPTERA	Pyralidae	-	X	X
COLEOPTERA	Gyrinidae	-	X	
	Hydrophilidae	-	X	X
	Dytiscidae	-	X	X
	Noteridae	-	X	
	Psephenidae	-	X	X
	Staphilinidae	-		X
	Dryopidae	-		X
	Lutrochidae	-		X
	Scirtidae	-	X	
	Elmidae	-	X	X
	Scirtidae	-	X	

ORDEM	FAMILIA	ESPÉCIE	R1	R2
	Curculionidade	-	X	
DIPTERA	Tipulidae	-	X	X
	Empididae	-		X
	Chironomidae	-	X	X
		Chironomus strenzkei		X
		Chironomus fittkaui		X
		Tanytarsus caipira		X
		Tanytarsus rhabdomanthis		X
	Syrphidae	-		X
	Ceratopogonidae	-		X
	Ephydridae	-		X
	Tabanidae	-	X	
	Tanypodinae	-		X
	Orthocladiinae	-		X
	Simuliidae	-	X	X
CRUSTACEA	Aeglidae	-	X	
	Palaemonidae	-	X	
	Trichodactylidae	-	X	X
MOLLUSCA	Corbiculidae	-	X	X
ARACHNIDA	Hydrachnidae	-	X	X
Total =	**76**	**-**	**31**	**69**

Fonte: R1 – RAMOS, 2012; R2 – MORETTO; PUJARRA, 2017 **Obs.: Não foram observadas espécies ameaçadas de extinção nos dados secundários.**

8.4.4.1.3 Materiais e Métodos

Surber

Para o levantamento de macrofauna bentônica foi utilizado o amostrador do tipo *Surber* com malha 250 micrômetros e área amostrada do Surber de 900cm² (Figura 166). Foram selecionados três pontos de amostragem: Montante do barramento (Lat. 24°33'35.34"S Long. 53°55'55.97"O), Vazão Reduzida (Lat. 24°33'29.56"S Long. 53°56'1.36"O) e Jusante da casa de força (Lat. 24°33'26.97"S Long. 53°56'12.55"O).

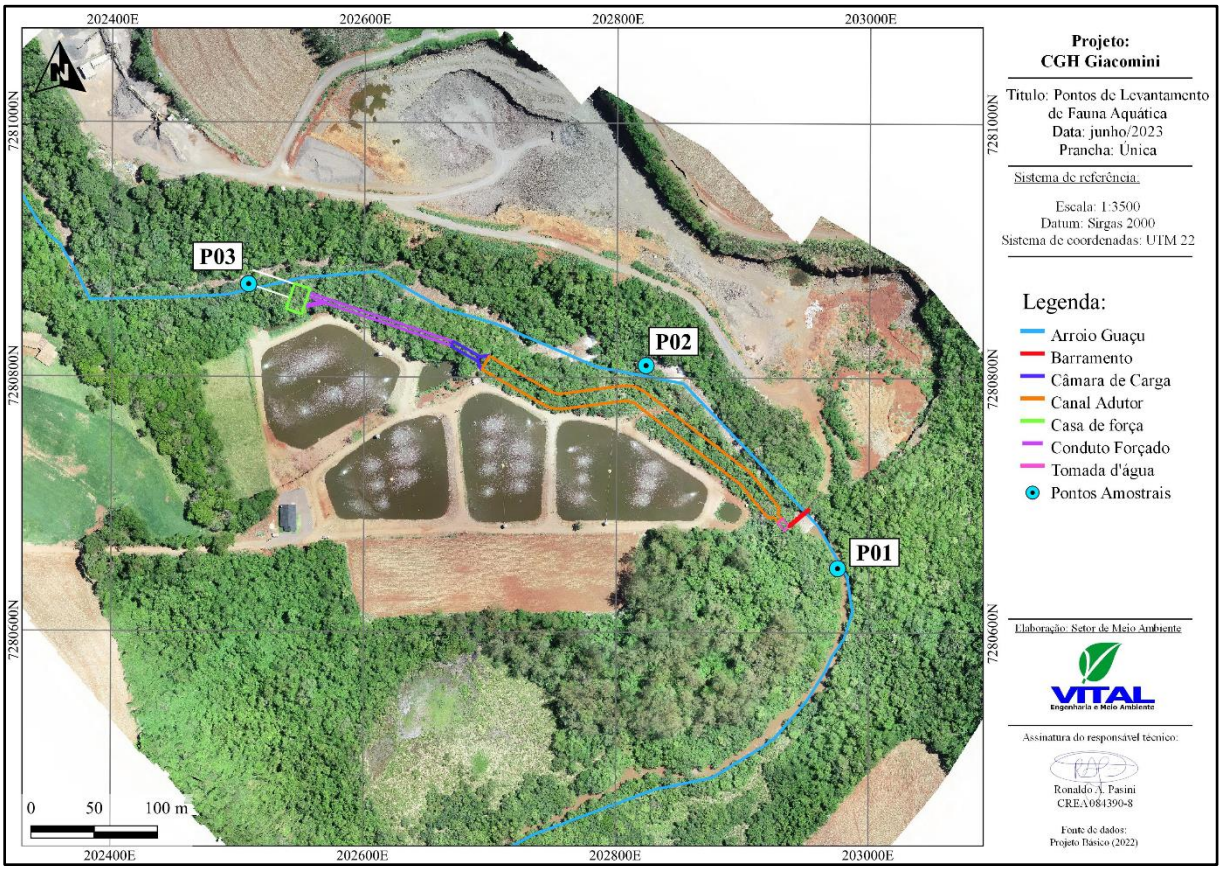


Figura 165: Pontos amostrais da macrofauna bentônica.

Os animais coletados foram imediatamente fixados em álcool 70% e acondicionados em frascos plásticos. Posteriormente o material foi encaminhado para a análise, onde os espécimes foram quantificados e identificados até a menor categoria taxonômica com auxílio de material de referência (PÉREZ, 1988; NEISER & MELO, 1997; COSTA et al., 2006; MUGNAI et al., 2010). A macrofauna bentônica identificada foi categorizada em grupos tróficos funcionais (MERRITT & CUMMINS, 1984).



Figura 166: Coleta de fauna bentônica com *surber*.

Esforço Amostral

Em cada ponto amostral (N = 3) foram realizadas quatro sub-amostragens para melhor caracterizar o ambiente totalizando 360 cm² amostrais em cada ponto. Esse esforço amostral foi repetido nas duas campanhas.

Tabela 84: Esforço amostral por método empregado.

UNIDADE AMOSTRAL	ESFORÇO POR MÉTODO
	SURBER
Ponto 01	720 cm²
Ponto 02	720 cm²
Ponto 03	720 cm²
TOTAL	**2160 cm²**

Todos os dados brutos registrados foram digitados em planilha eletrônica, incluindo a data de coleta, campanha, área, método, classificação taxonômica (ordem, família, espécie), nome popular, guilda trófica, estratégia ecológica, pontuação BMWP, status de ameaça, classificação da espécie (rara, endêmica, exótica, migratória, bioindicadora) e as coordenadas geográficas do registro.

Análise de Dados

Os dados obtidos para os macroinvertebrados foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade da comunidade de macrobentos em cada unidade amostral.

Riqueza de espécies

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais).

As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade, endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras.

Indicadores Ecológicos

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Similaridade entre as Áreas Amostrais

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza em cada ponto amostral. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Sorensen). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo programa R (R CORE TEAM, 2018).

Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)

O Índice BMWP é um índice qualitativo, que considera apenas a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados bentônicos. A cada uma das famílias discriminadas no índice, é atribuído um valor de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos (sendo 1 o valor atribuído para os organismos mais tolerantes, e 10 o valor atribuído

para os organismos mais sensíveis ao impacto), assim a pontuação para um determinado ponto amostral é obtida pela soma dos valores individuais de todas as famílias presentes (SILVEIRA, 2004).

Tabela 85: Tabela de Pontuação dos Grupos de Invertebrados Aquáticos Bentônicos para a Utilização no Cálculo do Índice BMWP.

TAXA	PONTUAÇÃO
Siphlonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae (Efemerópteros); Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae (Plecópteros); Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae (Tricópteros); Athericidae, Blephariceridae (Dípteros)	10
Astacidae (Crustáceos); Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae (Odonatas); Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae (Tricópteros).	8
Ephemerellidae (Efemerópteros); Nemouridae (Plecópteros); Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae (Tricópteros).	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae (Moluscos); Hydroptilidae, (Tricópteros); Platycnemididae, Coenagrionidae (Odonatas)	6
Oligoneuridae (Efemerópteros); Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae (Coleópteros); Hydropsychidae (Tricópteros); Tipulidae, Simuliidae, (Dípteros); Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae (Turbelárias); Aeglidae (Crustáceos)	5
Baetidae, Caenidae (Efemerópteros); Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae (Coleópteros); Tabanidae, Stratiomyiidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Psychodidae, Anthomyidae, Limoniidae (Dípteros); Sialidae (Megalópteros); Piscicolidae (Hirudíneas); Hidracarina (Ácaros)	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae (Hemípteros); Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae (Coleópteros); Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae (Moluscos); Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae (Hirudíneas); Asellidae, Ostracoda (Crustáceos)	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydridae (Dípteros)	2
Subclasse Oligochaeta (Todas as famílias)	1

Fonte: Adaptado de Loyola et al. (2000).
Nota: BMWP = *Biological Monitoring Working Party System*.

O método original do BMWP não faz menção a um sistema de classificação da qualidade da água. Contudo, tomando como base os índices bióticos existentes, é possível identificar faixas de pontuação para determinar classes de qualidade de água, conforme apresentado por Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988) e estabelecer um Sistema de Classificação, conforme adaptação de Monteiro *et al.* (2008). Esse sistema de classificação é dividido em cinco classes (graus de contaminação), que abrangem o espectro do somatório da pontuação das famílias encontradas no local. Cada classe recebe uma classificação quanto a

qualidade de suas águas, que são: excelente, boa, satisfatória, ruim e muito ruim. E consequentemente, cada classe recebe uma cor referente ao seu grau de contaminação, que são azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, respectivamente, tornando o BMWP é útil para se comparar locais com diferentes graus de integridade.

Tabela 86. Sistema de classificação da qualidade da água estabelecido para macroinvertebrados bentônicos.

CLASSE	BMWP	QUALIDADE	COR
I	≥ 150	Excelente	Azul
II	149 – 100	Boa	Verde
III	99 – 60	Satisfatória	Amarelo
IV	59 – 20	Ruim	Laranja
V	≤ 19	Muito Ruim	Vermelho

Fonte: MONTEIRO *et al.* (2008).

8.4.4.1.4 Resultados e Discussão

Riqueza de Espécies

Durante as campanhas realizadas para amostragem de fauna bentônica foi possível a identificação de seis ordens de invertebrados aquáticos. Dentro destas ordens, no total, foram amostrados 276 indivíduos. Os indivíduos amostrados estão alocados em 13 famílias indentificadas, dentre morfoespécies e espécies, foram registrados 18 *taxa*, correspondendo a 23,6% da fauna bentônica de possível ocorrência para a região. De forma geral, ao analisar todas as famílias registradas nos pontos amostrais, ao término das campanhas de amostragem, o BMWP ficou enquadrado na Classe III - Satisfatória.

Tabela 87: Táxons registrados durante as campanhas de amostragens na área de influência da CGH Giacomini.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	P1	P2	P3	N	Guilda trófica	BMWP
Bivalvia	Cyrenidae	*Corbicula sp.*	Corbícula	78	88	55	221	Coletor-filtrador	4
	Mycetopodidae	Mycetopodidae sp.1	-		2		2	Coletor-filtrador	6
	Hyriidae	Hyriidae sp.1	-		1		1	Coletor-filtrador	6
	Não identificada	Bivalvia sp.1	-		1		1	Coletor-filtrador	-
Decapoda	Aeglidae	*Aegla sp.*	-		2		2	Predador	5
	Trichodactylidae	*Trichodactylus* sp.	-	1		1	2	Predador	6
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.1	-		2		2	Coletor-catador	2
	Culicidae	Culicidae sp.1	-		1		1	Filtrador	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae sp.1	-	1			1	Raspador	10
	Leptohyphidae	Leptohyphidae sp.1	-	1		1	2	Coletor-catador	6
Hirudinida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae sp.1	-		1		1	Predador	4
	Não identificada	Hirudinida sp.1	-			1	1	-	-
Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp.1	-	5	12		17	Predador	8
	Coenagrionidae	Coenagrionidae sp.1	-		1		1	Predador	8
	Gomphidae	*Phyllocycla sp.*	-	10	5	2	17	Predador-engolidor	8
		Archaegomphus sp.	-	1			1	Predador	8
		Cyanogomphus sp.	-		1		1	Predador-engolidor	8
		Gomphidae sp.1	-			2	2	Predador	8
Total	**13**	**6**		**97**	**117**	**62**	**276**	-	**99**
BMWP				**54**	**59**	**34**	-	-	-

Indicadores Ecológicos

No que concerne aos aspectos dos indicadores ecológicos, de forma geral, o índice de Shannon indicou baixa diversidade na amostra (H' = 1,33). A Equitabilidade de Pielou revelou que, no contexto geral, os indivíduos amostrados podem ser considerados com distribuição irregular (J' = 0,31). O índice de Simpson mostra que existe uma dominância na amostragem (D=0,64), nesse caso a espécie dominante foi *Corbicula* sp., com 221 indivíduos coletados, o que representou 80% do total da amostra.

Os três pontos amostrais também apresentaram baixa diversidade quando visualizados individualmente. Também observou-se dominância da espécie *Corbicula* sp. em todos os pontos, mas principalmente no Ponto 03 (D=0,78). O Ponto 02 foi o que apresentou maior diversidade em comparação aos demais, com a ocorrência de 12 táxons, por outro lado, o Ponto 3 apresentou a menor diversidade, com apenas 05 táxons. Uma hipótese para explicar a baixa diversidade de organismos bentônicos no Arroio Guaçu foram as fortes correntezas e chuvas na época da coleta, tanto na campanha quente como na fria o rio apresentou cota alta e elevada turbidez. Esse fenômeno também é chamado de *drift* de invertebrados, que é o transporte dos mesmos na coluna d'água de rios e riachos (WATERS, 1972). Esse processos de movimento pode ser influenciado por fatores bióticos e abióticos, como por exemplo, velocidade da correnteza (WILCOX et al., 2008; GIBBINS et al., 2010).

Tabela 88: Valores dos Indicadores Ecológicos registrados para os pontos de amostragens na CGH Giacomini.

PONTOS	SHANNON	EQUITABILIDADE	DOMINÂNCIA
P1	1,08	0,38	0,65
P2	1,49	0,41	0,57
P3	0,76	0,29	0,78
TOTAL	**1,33**	**0,31**	**0,64**

Comparação entre os Pontos Amostrais

Conforme dados apresentados na Tabela 89, no que concerne aos aspectos de registros pontuais, o P1 e P3 apresentaram o menor número de famílias, o P2 apresentou o maior número de famílias registradas, sendo registradas 11 famílias, para este ponto foram considerados 12 *taxa*. Dentre os 18 *taxa* registrados, foi possível estabelecer seis gêneros, os demais grupos restantes foi possível apenas a determinação em nível de família.

Em relação a abundância dos organismos amostrados, o três pontos diferiram, mas não significativamente no número de indivíduos, com maior abundância no P2 (N=117) e menor abundância no P3 (N=62). Em relação aos organismos registrados os três pontos apresentaram dominância da espécie *Corbicula* sp., com registros escassos dos demais táxons.

Em relação aos aspectos da composição de espécies entre os pontos amostrais, observa-se que não houve influência da sazonalidade na separação dos pontos amostrais e sim a composição das espécies dos pontos amostrais foi mais importante nos agrupamentos formados (ccc=0,97), conforme pode ser observado no dendrograma abaixo. Na campanha realizada na primavera o P1 e P3 foram mais dissimilares da amostra, mas similares entre sua composição. Já o P2 foi agrupado nas duas campanhas amostrais, isso demonstra que esse ponto é diferente dos demais em sua composição, independente da sazonalidade.

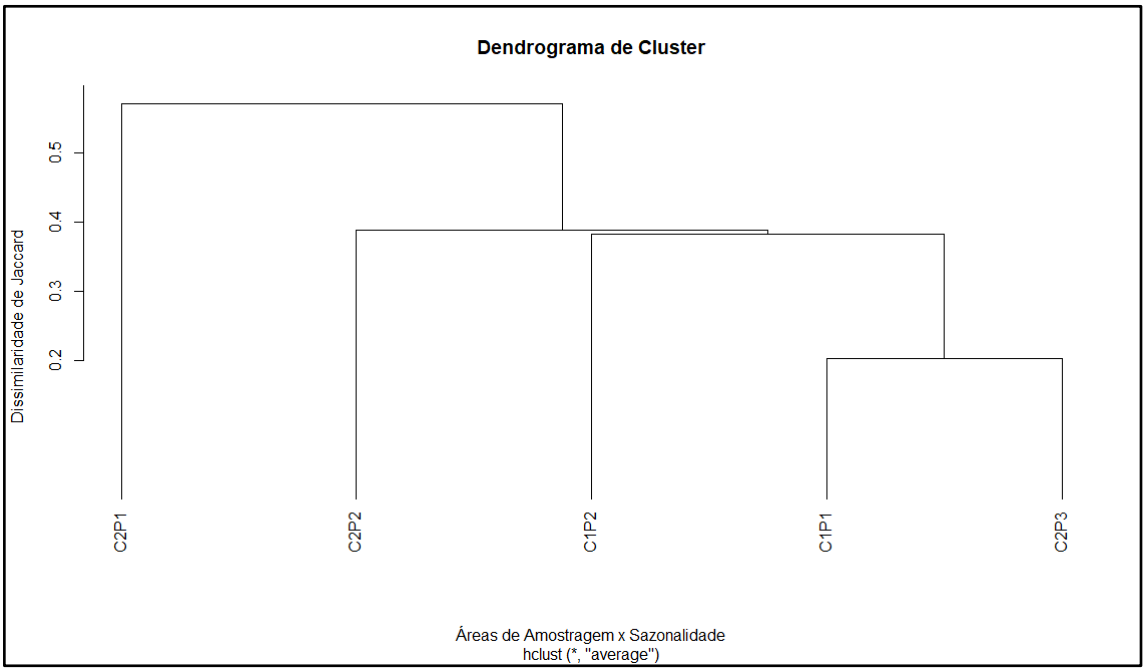


Figura 167: Dendrograma gerado comparando a composição de espécies entre os pontos de amostragens.

Tabela 89: Espécies registradas para os pontos amostrais na CGH Giacomini.

Ponto	N	TÁXON			BMWP
		ORDEM/CLASSE	FAMÍLIA	GÊNERO/ESPÉCIE/TAXA	
P1	78	Bivalvia	Cyrenidae	*Corbicula ap.*	4
	1	Decapoda	Trichodactylidae	*Trichodactylus* sp.	6
	1	Ephemeroptera	Leptophleibiidae	Leptophleibiidae sp.1	10
	1		Leptohyphidae	Leptohyphidae sp.1	10
	5	Odonata	Libellulidae	Libellulidae sp.1	8
	10		Gomphidae	*Phyllocycla sp.*	8
	1			Archeogomphus sp.	8
	97	**4**	**6**	**7**	**54**
P2	88	Bivalvia	Cyrenidae	Cornicula sp.	4
	2		Mycetopodidae	Mycetopodidae sp.1	6
	1		Hyriidae	Hyriidae sp.1	6
	1		Não identificado	Bivalvia sp.1	
	2	Decapoda	Aeglidae	*Aegla sp.*	5
	2	Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.1	2
	1		Culicidae	Culicidae sp.1	2
	1	Hirudinida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae sp.1	4
	1	Odonata	Coenagrionidae	Coenagrionidae sp.1	6
	5		Gomphidae	*Phyllocycla sp.*	8
	1			*Cyanogomphus sp.*	8

Ponto	N	TÁXON			BMWP
		ORDEM/CLASSE	FAMÍLIA	GÊNERO/ESPÉCIE/TAXA	
	12		Libelullidae	Libellulidae sp.1	8
	117	**5**	**11**	**12**	**59**
P3	55	Bivalvia	Cyrenidae	*Corbicula sp.*	4
	1	Decapoda	Trichodactylidae	*Trichodactylus* sp.	6
	1	Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphidae sp.1	10
	1	Hirudinida	Não identificado	Hirudinidae sp.1	
	2	Odonata	Gomphidae	*Phyllocycla sp.*	8
	2			Gomphidae sp.1	6
	62	**5**	**5**	**6**	**34**

Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)

Conforme a tabela apresentada acima, os padrões de dominância das abundâncias basicamente descreveram também os requisitos ecológicos dos organismos registrados. No que concerne os aspectos do BMWP todos os pontos amostrais foram enquadrados na Classe IV, descrevendo ambientes com qualidade ruim. Essa caracterização se dá principalmente pela baixa diversidade de invertebrados identificados no Arroio Guaçu, mesmo com a dominância da espécie Corbicula sp., também foram identificados alguns indivíduos pertencentes as ordens Ephemeroptera e Odonata que possuem pontuações altas para o BMWP.

Os cursos d'água são habitados por organismos que possuem adaptações evolutivas para colonização do ambiente aquático (MUGNAI et al., 2010). Consequentemente, ações antrópicas podem causar alterações na composição da comunidade aquática devido sua tolerância ou sensibilidade (BARBOSA et al., 2001). Desta forma, os macroinvertebrados bentônicos podem ser classificados em três grupos; organismos sensíveis ou intolerantes; organismos tolerantes e organismos resistentes, de acordo com tolerância flexibilidade às modificações ambientais (GOULART e CALLISTO, 2003). Assim, os organismos podem responder de forma diferente as alterações, onde, organismos sensíveis tendem a abandonar ambientes que sofrem alterações que afetem a sua sobrevivência (ALBA-TERCEDOR, 1996). Sendo assim, o estudo da distribuição, dos macroinvertebrados, em uma bacia hidrográfica pode ser útil para definir as características e prever mudanças no ecossistema aquático (TELES et al., 2013).

O primeiro grupo de organismos – sensíveis ou intolerantes – se caracteriza por indivíduos que necessitam de altas taxas de oxigênio dissolvido na água, podendo ser citados, Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera. No segundo grupo – organismos tolerantes -, há menos necessidade de oxigênio molecular, visto que uma parte dos representantes deste grupo utiliza o oxigênio atmosférico, podendo ser citados os representantes das ordens Diptera, Hemiptera, Odonata e Coleoptera. Devido a sua plasticidade, são menos exigentes quanto a diversidade de habitat e micro-habitat, a constar, muitos Hemiptera e Coleoptera vivem na lâmina d'água ou interface coluna d'água-superfície e usam oxigênio atmosférico. Entretanto para os Odonata pode-se considerar algumas espécies como indicadoras de qualidade da água. A respeito disto, pode-se destacar a ordem dos Odonata, que por serem exclusivamente predadores (MUGNAI et al., 2010), a maior parte das espécies necessita de condições restritas

para sua permanência em determinado ambiente, sendo sensíveis a alterações ambientais e indicadoras de ótima/boa qualidade da água (ROSENBERG e RESH, 1993).

Por fim, o terceiro grupo – organismos resistentes – é extremamente tolerantes a falta de oxigênio na água, visto que são organismos detritívoros, alimentando-se de matéria orgânica. É formado por larvas de Chironomidae, outros Diptera e pelas classes de Oligochaeta e Hirudinea. Pelo seu habito fossorial, este grupo não possui exigência de diversidade de habitat e micro-habitat.

Os Dípteros, especificamente a família Chironomidae, se caracteriza por um grupo de organismos geralmente mais tolerante aos distúrbios em ecossistemas aquáticos (MUGNAI et al., 2010). São predominante encontrados como dominantes em ambientes alterados (QUEIROZ et al., 2008; BEM et al., 2015; FLOR e SOUTO, 2016). A ocorrência de Chironomidae nas amostras pode estar relacionada ecologia alimentar, consumindo partículas finas de matéria orgânica, um tipo de recurso alimentar abundante em ambientes impactados por efluentes domésticos (KIKUCHI e UIEDA, 2005). Em adição, larvas de Dípteros ocupam todos os tipos de ambientes aquáticos devido aos diversos mecanismos de respiração incluindo brânquias, aérea ou a combinação de ambas (STERZ et al., 2011). Estas larvas possuem respiração apinêustica, conseguindo capturar oxigênio molecular através da superfície do corpo, por que possuem hemoglobinas que auxiliam na captura (TRIVINHO-STRIXINO, 2014), essa característica importante faz com que estes organismos possam ser encontrados com maior facilidade em ambientes com baixas concentrações de oxigênio.

Anelídeos das classes Oligochaeta e Hirundinea também mostram resistência às mudanças antrópicas em ambientes aquáticos. Conseguem sobreviver em ambientes com baixa oxigenação, alimentando-se de matéria orgânica, algas e bactérias que conseguem se desenvolver neste ambiente (BIS e KOSMALA, 2010). Inclusive podem ocorrer em ambientes classificados com diferentes categorias de BMWP (CLEMENTE, L. Z., et al., 2019). Podem ainda ser registrados em ambientes com corrente moderada, baixa profundidade e maior concentração de matéria orgânica (CARVALHO e UIEDA, 2004). Além disso, alguns representantes tem sua distribuição relacionada ao tipo de substrato e à vazão de água do ambiente (GORNI e ALVES, 2012). Estes organismos tendem a ficar na superfície no sedimento, desempenhando um papel crucial na decomposição da matéria orgânica, por exemplo, indivíduos de Oligochaeta participam ativamente da filtração da água, participando como consumidores primários ou decompositores (ABEBE et al., 2006).

Ephemeroptera, Plecoptera e Tricoptera, são as ordens de insetos consideradas mais sensíveis às mudanças em ambientes aquáticos (MUGNAI et al., 2010). Esse grupo de organismos é considerado dominante em substratos rochosos, visto que são compostos por espécies raspadoras, coletoras e filtradoras (COPATTI et al., 2010). Altas abundâncias de espécies destes grupos são comumente registradas em ambientes de água com boa oxigenação e consideradas limpas (MUGNAI et al., 2010; CLEMENTE, L. Z., et al., 2019). As formas larvais da ordem Tricoptera são exclusivamente aquáticas. Este grupo tem sido considerado um excelente indicador biológico, principalmente as espécies mais sensíveis à poluição (HOLZENTHAL, et al., 2015). Inclui espécies que constroem estruturas para proteção, predação ou para facilitar o habito alimentar por filtração, podendo tais estruturas, ser formadas por grãos de areia, pequenas rochas, folhas e outros, espécies de vida livre também estão incluídas neste grupo (HOLZENTHAL, et al., 2015).

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Informações sobre invertebrados ameaçados de extinção ou endêmicos são raras, espécies de insetos aquáticos passaram a ser incluídas em discussões sobre conservação recentemente e o único grupo com avaliação global é Odonata (CLAUSNITZER et al., 2009). A lista de espécies ameaçadas do Brasil atualizada em 2022 não apresenta organismos das ordens registradas classificados em categorias de ameaça.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Não foram encontradas nesse estudo espécies cinegéticas ou de importância econômica segundo o CITES (2022).

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

Não foram encontradas nesse estudo espécies da fauna bentônica de importância médica e risco epidemiológico.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras

Em relação a espécie *Corbicula* sp. como só foi possível determinar o gênero, não se pode associar às espécies exóticas. Entretanto, também não se pode destacar a possibilidade de os indivíduos amostrados serem da espécie *Corbicula fluminalis* (berbigão-de-água-doce), ou outras espécies do gênero, também exóticas, ou até mesmo, espécies nativas. De forma geral, nas últimas duas décadas tem sido verificado que onde ocorre a espécie invasora *L. fortunei*,

também está presente o berbigão de água doce (DARRIGRAN e DRAGO, 2000; MIYAHIRA, et al., 2020).

8.4.4.1.5 Considerações sobre a macrofauna bentônica

De forma geral, foram amostrados 276 indivíduos categorizados em 13 famílias. Dos táxons registrados merece destaque a espécie *Corbicula* sp., com 221 indivíduos coletados no Arroio Guaçu. Ecologicamente, estes dados mostram que ao longo do trecho de amostragem no Arroio Guaçu é encontrada uma baixa diversidade de invertebrados aquáticos, hipotetiza-se que essa baixa diversidade possa estar relacionada com fatores abióticos do rio, já que nas duas campanhas amostrais observou-se uma forte correnteza e elevada turbidez, o que pode ter ocasionado o *drift* de invertebrados.

Também se ressalta a importância do registro da espécie *Corbicula* sp. em virtude da possibilidade de ser uma das espécies exóticas. Esta espécie se destaca por ter característica de invasora e, em muitos casos estar associada a prejuízos econômicos em empreendimentos hidrelétricos. Destaca-se também as dinâmicas de competição de nicho ecológico com espécies da mesma família, mas que são nativas. Desta forma, conhecer a macrofauna bentônica de uma região onde se pretende implementar reservatórios artificiais, torna-se peça fundamental para prever e mediar ações de controle e manejo, caso sejam necessárias. Ao analisar as famílias registradas, através de suas ponderações, observou-se que ao final das amostragens, o trecho do Arroio Guaçu, onde terá influência do empreendimento, ficou caracterizado na Classe III, onde é descrito ambientes com qualidade ambiental satisfatória.

Registros fotográficos

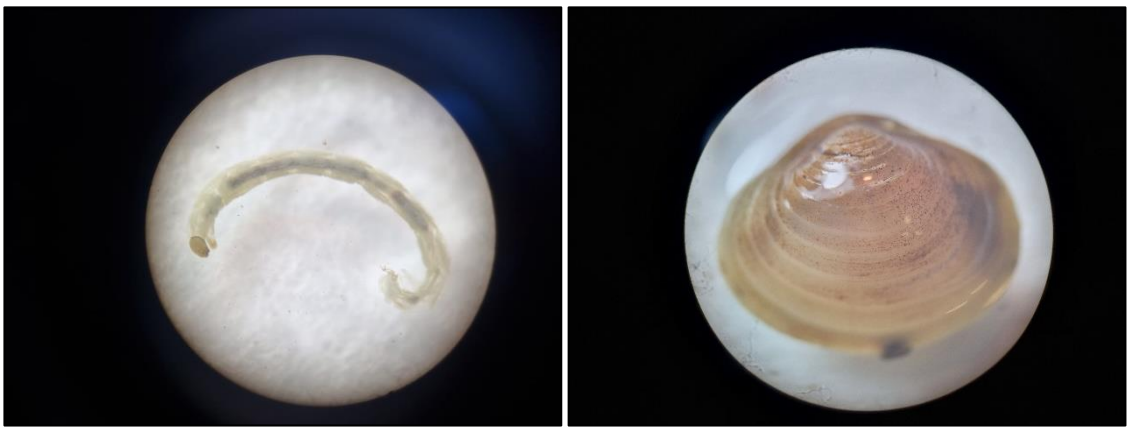


Figura 168: Chironomidae e *Corbicula* sp.



Figura 169: *Aegla* sp. e *Phyllocycla* sp.

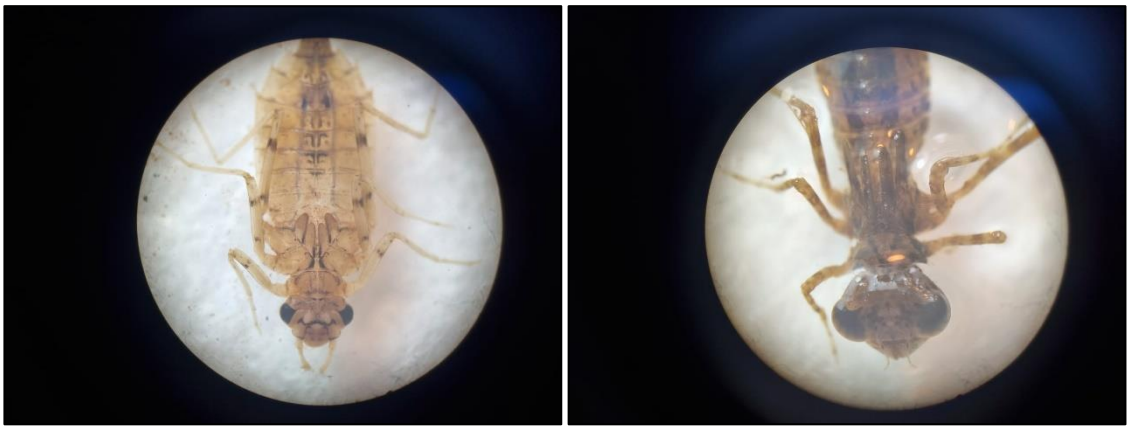


Figura 170: *Archaegomphus* sp. e Libellulidae.



Figura 171: *Trichodactylus* sp. e *Cyanogomphus* sp.

8.4.4.1.6 Referências Bibliográficas

ABEBE, E., TRAUNSPURGUER, W., ANDRÁSSY, I. Freshwater Nematodes: ecology and taxonomy. 1 ed p.46-76. Cabi Publishing, UK, 2006.

ABÍLIO, F.J.P.; RUFFO, T.L. DE M.; FREITAS, A.H.F.F. DE S.; FLORENTINO, H. DA S.; OLIVEIRA JR. E.T.; MEIRELES, B.N.; SANTANA, A.C.D. Macroinvertebrados bentônicos

como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. Oecologia Brasiliensis, 11 (3): 397-409, 2007.

ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). Limnética v. 4, p. 51-56, 1988.

ALBA-TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: IV Simposio del água em Andalucía (SIAGA), Almería, II, p. 203-213, 1996.

BARBOSA, D.S. Limnologia do rio Uberaba (MG) e a utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores das mudanças ambientais. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. 158p. 2003.

BARBOSA, F.A.R., CALLISTO, M. e GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. Aquatic Ecosystem Health and Management Society, n. 4, p. 5159, 2001.

BELMEJO L, MARTOS HL. Utilização de *Xiphophorus helleri* como bioindicador de poluição hídrica de derivados de petróleo em condições tropicais. Rev Eletr Biol.; 1(2):1-17. 2008.

BEM, C. C., HIGUTI, A., & AZEVEDO, J. C. R. Qualidade da água de um ambiente lótico sob impacto antropogênico e sua comunidade bentônica. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20(2), 418–429.p. 418-429. 2015.

BIS, B., & KOSMALA, G. Chave para identificação de macroinvertebrados bentônicos de água doce. São Paulo, SP: Programa Sócrates: Educação e Cultura: 20P. 2010.

BRANDIMART AL, SHIMIZU GY, ANAYA M, KUHLMANN ML. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: Bicudo CE, Bicudo DC, organizadores. Amostragem em limnologia. São Carlos: Rima; p. 213-30. 2004.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: Bozelli RL, Esteves FA, Roland F, editores. Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Limnologia/UFRJ; p. 141-51. 2000.

CARVALHO, E. M., & UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo. Revista Brasileira de Zoologia, 21(2), 287–293. 2004.

CITES (UNEP-WCMC) (Comps.) The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: http://checklist.cites.org. [Accessed (04/03/2023)]. 2023.

CLAUSNITZER, V.; KALKMAN, V.J.; RAM, M.; COLLEN, B.; BAILLIE, J.E.M.; BEDJANIC, M.; DARWALL, W.R.T.; DIJKSTRA K.D.B.; DOWF, R.; HAWKING, J.; KARUBE, H.; MALIKOVA, E.; PAULSON, D.; SCHUTTE, K.; SUHLING, F.; REAGAN, J.; VILLANUEVA, R.J.; ELLENRIEDER, N.V.; WILSON, K. Odonata enter the biodiversity crisis debate: The first global assessment of an insect group. Biological Conservation, 142: 1864-1869, 2009.

CLEMENTE, L. Z.; NAKAGAKI, J. M.; LIMA-JUNIOR, S. E. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of environmental quality in three streams of the Amambai River Basin, upper Paraná River, Brazil. 2019.

COLWELL, R. K. Statistical estimation of species richness and shared species from, sample. 2016.

COPATTI, C. E.; SCHIRMER, F. G.; MACHADO, J. V. V. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no Sul do Brasil. Perspectiva, v. 34, n. 125, p. 79-91, 2010.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. Insetos Imaturos - Metamorfose e Identificação. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249p.

DARRIGRAN, G.; DRAGO, I. E. Invasion of the exotic freshwatermussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. Nautilus, v. 114, p. 69-73, 2000.

DORNFELD CB. Utilização de análise limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP). [dissertação]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos; 2002.

FERNANDES, A.C.M. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade da água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. 2007.

FLOR, T. R., & SOUTO, H. N. Biomonitoramento do Lago Poço Verde na região de Coromandel (MG), utilizando macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade da água. Revista Getec, v. 5(10), 12–30. 2016.

GIBBINS, C.N., VERICAT, D. & BATALLA, R.J. Relation between invertebrate drif and flow velocity in sand-bed and rifle habitats and the limits imposed by substrate stability and benthic density. Journal of the North American Benthological. Society. 29:945-958, 2010.

GORNI, G.R.; ALVES, R.G. Oligochaetes (Annelida, Clitellata) in a neotropical stream: a mesohabitat approach. Iheringia. Série Zoologia, v. 102, n. 1, p. 106-110, 2012.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. Revista da FAPAM, ano 2, n. 1, 2003.

HOLZENTHAL, R.W.; THOMSON, R. E.; RÍOS-TOUMA, B. Order Trichoptera. In: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Academic Press, p. 965-1002, 2015.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. https://www.iucnredlist.org. 2023.

KIKUCHI, R. M., & UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. Entomologia y Vectores, v. 2(12), 193–231. 2005.

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.

LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. Statistical ecology: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 1988. 337p.

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its measurement. Princeton, Newjersey, VI+l79p. 1988.

MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W., 1984. An introdution to the aquatic insects of North America. 2ª ed., Dubuque, Kendall/Hunt. 722 p.

MIYAHIRA, I. C.; PEREIRA, L. S.; SANTOS, L. N. Non-native freshwater molluscs in the Neotropics: what can be learned from Brazilian reservoirs? Aquatic Invasions, v. 15(3), p. 455–472, 2020.

MONTEIRO, T.R., OLIVEIRA, L.G.; GODOY, B.S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: Adaptação do Índice Biótico BMWP à Bacia do Rio Meia Ponte-GO. 12, 553–563, 2008.

MORETTO, Y.; PUJARRA, S. Inventário da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em rios e riachos do Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. Rev. Latino Americana de Estudos Avançados. Vol. 1, n. 2, pg. 145-157, 2017.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN. J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

PÉREZ, G.R. 1998. Guía para el estúdio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá, Fondo Fen Colombia/ Colciencias/ Universidad de Antioquia.

QUEIROZ, J. F., SILVA, M. S. G. M., & TRIVINHO- STRIXINO, S. Organismos bentônicos: Biomonitoramento da qualidade das águas. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente: p. 91. 2008.

R CORE TEAM. 2018. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

RAMOS, S. M. Efeito do percentual florestal sobre a macrofauna bentônica em riachos no oeste do Paraná. Dissertação de Mestrado. Curitiba. 1-95p. 2012.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Journal of the North American Benthological Society, v. 12, n. 2, p. 220-222, 1993.

SANTOS, E. A. Influência da mata ripária na colonização e sucessão ecológica de invertebrados bentônicos, em afluentes do Rio Ampére, sudoeste do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso. Realeza, 2019. 1-40p. 2019.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

STERZ, C., ROZA-GOMES, M. F., & ROSSI, E. M. 2011. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondai, SC. Unoesc & Ciência, v. 2(1), 7–16. 2011.

TELES, H.F., LINARES, M.S., ROCHA, P.A. E RIBEIRO, A.S. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Revista Brasileira de Zoociências, v. 15, n. 3, p. 123-137, 2013.

TIKKANEN P, HUHTA A, MUOTKA T. Determinants of substrate selection in lotic mayfly larvae: is cryptic coloration importante? Arch Hydrobiol. 148(1):45-57. 2000.

TRIVINHO-STRIXINO, S. Ordem Diptera. Família Chironomidae. Guia de identificação de larvas In: N. Hamada, J. L. Nessimian & R. B. Querino (Eds.), Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. pp. 457– 660. Manaus, AM: INPA. 2014.

WATERS, T.G. Drift of stream insects. Annual Review of Entomology. 17:253-272, 1972.

WILCOX, A.C.; PECKARSKY, B.L.; TAYLOR, B.W.; ENCALADA, A.C. Hydarulic and geomorphic effects on mayfly drift in high-gradient streams at moderate discharges. Ecohydrology. 1:176-186, 2008.

8.4.4.2 Ictiofauna

8.4.4.2.1 Introdução

Entre os principais pontos a serem considerados no planejamento de um manejo sustentável de ambientes fluviais inclui-se os impactos causados pela construção de barragens

para a geração de hidroeletricidade (NILSSON et al., 2005), sendo um dos principais impactos antropogênicos causados em bacias hidrográficas, responsável por modificações substanciais na maior parte de seus rios (WINEMILLER et al., 2016). Problemática evidenciada com especial destaque no Brasil, país que ocupa a segunda posição na produção mundial de energia hidrelétrica (EPE 2017).

O represamento ou modificação dos cursos hidrológicos para produção de energia elétrica provocam mudanças no meio ambiente que afetam as comunidades aquáticas locais, pois acarretam em uma completa modificação estrutural na bacia de drenagem onde se localiza o empreendimento (AGOSTINHO et al., 2007; WINEMILLER et al., 2016).

Esta barreira modifica os padrões naturais de transferência de matéria e energia, causa mudanças no aporte de sedimentos e nutrientes, alterações na temperatura e composição química da água e o alagamento de grandes áreas marginais, provocando implicações sobre a biodiversidade do local as alterações são sentidas em diferentes níveis tróficos, principalmente sobre a assembleia de peixes (JORGENSEN et al., 2013; SCHORK e ZANIBONI-FILHO, 2020).

Ainda ocorre a fragmentação de corredores laterais e longitudinais dos rios transforma trechos lóticos em lênticos e prejudica uma grande gama de espécies que necessitam de diferentes hábitats para completarem seu ciclo de vida (FULLERTON et al., 2010; REYNALTE-TATAJE, et al., 2012). A interceptação do rio afeta principalmente os peixes migradores em que seus habitats de reprodução estão localizados nas porções superiores e, por isso, a presença de barragens forma obstáculos às rotas migratórias (AGOSTINHO et al., 2008, AGOSTINHO et al., 2016). A migração é uma forma de encontrar o habitat ideal para o desenvolvimento dos primeiros estágios, o qual difere dos adultos e varia de acordo com a espécie (BRONMARK et al., 2013).

Contudo, a migração reprodutiva requer um espaço essencial durante o ciclo de vida de um indivíduo, sendo esse gradiente espacial variável entre as espécies de peixes migradores, onde alguns requerem amplos trechos livres da bacia, entretanto, outras desenvolvem curtas migrações laterais para a reprodução e outras desenvolvem-se em curtos espaços dentro da calha principal do rio (AGOSTINHO et al., 2007).

Os peixes de água doce na sua maioria apresentam sazonalidade em seu período reprodutivo na procura de condições ambientais favoráveis que maximizem o desenvolvimento de sua prole (VAZZOLER, 1996). Entre essas condições encontram-se a temperatura, o regime de chuvas e as variações do nível da água, que ocasionam mudanças na

abundância e disponibilidade dos recursos alimentares (LOWE-MCCONNEL, 1999; ABUJANRA et al., 2009). Estudos realizados na Bacia do Prata têm mostrado que, de modo geral, o período reprodutivo dos peixes acontece durante os meses de outubro a março (BIALETZKI et al., 2005; REYNALTE-TATAJE ET AL., 2007).

Nesse sentido, além de levantamento da ictiofauna os estudos de ictioplâncton em ambientes aquáticos continentais fornecem informações relevantes para a compreensão da biologia e ecologia de espécies em estágios iniciais, pois algumas espécies tendem a ter uma gama maior de exigências são necessários gatilhos para a reprodução. Isso permite que sejam utilizadas técnicas de manejo e proteção das áreas de desova, alimentação e crescimento das larvas, procurando assim, garantir o equilíbrio da ictiofauna presente em uma bacia hidrográfica através de ações conservacionistas a fim de regulamentar também a atividade pesqueira promovendo assim, práticas de exploração sustentáveis (REYNALTE-TATAJE et al., 2008).

Consequentemente, devido aos sucessivos barramentos de rios, as espécies tendem a se adequar às novas situações ecológicas, para poder realizar satisfatoriamente o ciclo reprodutivo (AGOSTINHO, 1999). Assim, as espécies da ictiofauna que tem características alimentar generalistas, possuem maior flexibilidade adaptativa (menores exigências com relação à alimentação e reprodução) e são mais bem-sucedidas. Devido ao fato da maioria das espécies de peixes neotropicais apresentarem elevada plasticidade comportamental (com relação à alimentação e reprodução), não ocorrendo extinções na maioria dos represamentos, principalmente de pequeno porte. No geral espécies oportunistas que conseguem se beneficiar das novas condições hidrodinâmicas impostas pelo barramento, combinam estratégias alimentares e reprodutivas eficientes e garantem a manutenção de suas populações (AGOSTINHO et al., 2007).

Nesse sentido, o diagnóstico prévio da comunidade da ictiofauna em uma região que sofrerá um distúrbio de tal magnitude é uma das principais medidas geradoras de informação que direcionam para decisões mitigadoras e de manejo e conservação da ictiofauna local. Principalmente regiões como a Bacia do Rio Paraná que possui uma alta importância ecológica e também por ser uma região de abastecimento hídrico para diversas cidades da região. A prevista CGH Giacomini será implantada no Arroio Guaçu, o qual é afluente do Rio Paraná, sua foz está situada no lago do Itaipu.

Assim como em alguns outros estados brasileiros, os esforços de amostragem no Paraná têm sido historicamente financiados principalmente pelo setor elétrico, visando rios onde as barragens hidrelétricas foram construídas (BAUMGARTNER et al., 2012). Sendo assim as

principais informações e levantamentos da ictiofauna são realizados em rios de maior porte. Em um levantamento de 2020 da ictiofauna na Bacia do Paraná foram verificados 132 táxons desses (108 nativas e 11 endêmicas) a diversidade para a bacia (REIS, et al., 2020).

O levantamento de informações sobre a distribuição e composição taxonômica da ictiofauna, bem como de locais de desova fornecem embasamento e suporte para o seu monitoramento futuro. Nesse sentido, o conhecimento dos processos ambientais que influenciam as relações das espécies com meio biótico, em especial para o ambiente aquático, constitui-se em uma abordagem eficiente para o melhor entendimento da composição e estruturação das assembleias de peixes e dessa maneira realizar ações que diminuam os impactos negativos sobre a comunidade da bacia com um todo.

8.4.4.2.2 Dados Secundários

Como forma embasar os estudos para a CGH Giacomini foram realizadas buscas na literatura da ictiofauna de possível ocorrência na região, devido à escassez de artigos científicos e trabalhos no município de Quatro Pontes e para o Arroio Guaçu a busca foi estendida para outros municípios na região e para o Rio Paraná. Foram utilizadas três referências para compor os dados secundários de ictiofauna, somando-se as referências foram contabilizadas 105 espécies de peixes de possível ocorrência para o Arroio Guaçu. Na tabela a seguir são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas para apresentação.

Tabela 90: Dados secundários utilizados para levantamento da fauna de peixes de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Nº REFERÊNCIA	REFERÊNCIA	ANO	LOCALIDADE
1	Plano de ação e estratégias para a Biodiversidade de Toledo/PR	2016	Curitiba/PR
2	Projeto Socioambiental de Conservaçãoda Biodiversidade Urbana	2014	Toledo/PR
3	Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes	1997	Maringá/PR

Na tabela abaixo estão apresentadas as espécies de possível ocorrência de acordo com cada bibliografia, visto que algumas nomenclaturas foram atualizadas segundo Fricke e Eschmeyer, 2023.

Tabela 91: Ictiofauna de possível ocorrência para a região do empreendimento.

ORDEM	FAMILIA	ESPECIE	R1	R2	R3	Status de ameaça
Characiformes	Characidae	*Psalidodon bockmanni*	X			
		Psalidodon fasciatus	X	X	X	
		Astyanax lacustris	X			
		Psalidodon eigenmanniorum			X	
		Psalidodon paranae	X	X		
		Astyanax sp.			X	
		Galeocharax knerii			X	
		Roeboides descalvadensis			X	
		Oligosarcus paranensis				
		Oligosarcus sp.	X		X	
		Moenkhausia intermedia			X	
	Crenichidae	*Characidium zebra*	X	X		
	Erythrinidae	*Hoplias aff. malabaricus*			X	
		Hoplias sp.1	X	X		
	Prochilodontidae	*Prochilodus lineatus*			X	
	Cynodontidae	*Rhaphiodon vulpinus*			X	
	Anostomidae	*Leporinus lacustris*			X	
		Leporellus vittatus			X	
		Schizodon borellii			X	
		Leporinus friderici			X	
		Leporinus octofasciatus			X	
		Leporinus striatus			X	
		Megaleporinus obtusidens			X	
		Megaleporinus elongatus			X	
		Schizodon altoparanae			X	
	Bryconidae	*Brycon orbignyanus*			X	CR-BR; EN-PR;
		Salminus brasiliensis			X	VU-PR;
	Serrasalmidae	*Serrasalmus marginatus*			X	
		Serrasalmus spilopleura			X	
	Parodontidae	*Apareiodon affinis*			X	
		Parodon nasus			X	
	Acestrorhynchidae	*Acestrorhynchus lacustris*			X	
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Gymnotus inaequilabiatus*	X			
		Gymnotus paraguensis	X			
		Gymnotus pantanal		X		
		Gymnotus sylvius		X		
		Gymnolus carapo			X	
	Sternopygidae	*Sternopygus macrurus*			X	
		Eigenmannia sp.			X	
		Eigenmannia trilineata			X	
		Eigenmannia virescens			X	
	Apteronotidae	*Apteronotus albifrons*			X	
		Apteronotus sp.			X	
	Rhamphichthyidae	*Rhamphichthys rostratus*			X	
Siluriformes	Callichthyidae	*Hoplosternum littorale*	X		X	
	Heptapteridae	*Heptapterus mustelinus*	X	X		
		Rhamdia hilarii			X	
		Pimelodella sp.			X	

ORDEM	FAMILIA	ESPECIE	R1	R2	R3	Status de ameaça
		Pimelodella gracilis			X	
		Pimelodus cf. blochi			X	
		Pimelodus fur			X	
		Rhamdia spp.			X	
		Rhamdia quelen			X	
	Loricariidae	*Ancistrus sp.*	X	X	X	
		Ancistrus cirrhosus			X	
		Hypostomus albopunctatus	X			
		Hypostomus ancistroides	X	X		
		Hypostomus sp.			X	
		Rhinelepis aspera			X	
		Loricariichthys sp.			X	
		Megalancistrus parananus			X	
		Loricaria sp.			X	
		Loricariichthys platymetopon			X	
		Proloricaria prolixa			X	
		Neoplecostomus paranensis	X			
	Trichomycteridae	*Trichomycterus sp.*	X	X		
		Trichomycterus sp.1	X			
	Auchenipteridae	*Trachelyopterus galeatus*			X	
		Auchenipterus nuchalis			X	
		Ageneiosus ucayalensis			X	
		Ageneiosus valenciennesi			X	
	Doradidae	*Rhinodoras dorbignyi*			X	
		Pterodoras granulosus			X	
		Ossancora eigenmanni			X	
		Trachydoras paraguayensis			X	
	Pimelodidae	*Pimelodus maculatus*			X	
		Steindachneridion sp.			X	EN-BR;
		Zungaro zungaro			X	
		Pseudoplatystoma corruscans			X	NT-PR; VU-BR
		Hypophthalmus edentatus			X	
		Iheringichthys labrosus			X	
		Pinirampus pirinampu			X	
		Sorubim lima			X	
		Pimelodus ornatus			X	
		Pimelodus sp.			X	
		Hemisorubim platyrhynchos			X	
	Cetopsidae	*Cetopsis gobioides*			X	
Synbranchiformes	Synbranchidae	*Synbranchus marmoratus*		X		
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia reticulata*		X		
		Phalloceros harpagos	X	X		
		Xiphophorus hellerii		X		
Cichliformes	Cichlidae	*Cichlasoma paranaense*		X	X	
		Oreochromis niloticus	X	X		EX
		Crenicichla britskii		X	X	
		Crenicichla niederleinii		X	X	
		Geophagus aff. brasiliensis		X		
		Tilapia rendalli		X		

ORDEM	FAMILIA	ESPECIE	R1	R2	R3	Status de ameaça
		Geophagus iporangensis			X	
		Satanoperca pappaterra			X	
		Crenicichla haroldoi			X	
Perciformes	Sciaenidae	*Plagioscion squamosissimus*			X	
Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*			X	EX
Pleuronectiformes	Achiridae	*Catalhyridium jenynsii*			X	
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	*Potamotrygon motoro*			X	

Categoria de ameaça: VU – Vulnerável; EN – Em perigo; CR – Criticamente em perigo. **Status de conservação:** BR – MMA (2022); IUCN (2023); PR – Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná (2004). **Fonte:** R1 = Plano de ação e estratégias para a Biodiversidade de Toledo/PR/2014, R2 = Projeto Socioambiental de Conservação da Biodiversidade Urbana/2016, R3 = Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes/1997.

8.4.4.2.3 Materiais e Métodos

Área de Estudo

O diagnóstico ambiental com o levantamento prévio da ictiofauna foi realizado na área de influência da futura instalação da CGH Giacomini que está localizada no estado do Paraná, no município de Quatro Pontes (barramento/casa de força). A CGH será implantada no Arroio Guaçu, o qual é afluente do Rio Paraná, a foz do Arroio Guaçu está localizada a aproximadamente 90 km do empreendimento até o Lago da Usina de Itaipu.

O estudo prévio foi desenvolvido em duas campanhas, uma delas realizada nos dias 28 e 29 de novembro/2022 na primavera (estação quente) e a outra realizada nos dias 28 e 29 de março/2023 no outono (estação fria).

Assim, três pontos amostrais foram pré-definidos e foram selecionados buscando abranger diferentes ambientes, procurando sempre locais de melhores acessos, em busca de incumbir todos os pontos de possível influência do empreendimento, assim, procurou-se selecionar locais de amostragem com diferentes componentes como profundidade e velocidade da corrente. Porém, em geral, o trecho do Arroio Guaçu que será atingido pelo empreendimento é caracterizado por média profundidade e correnteza média a alta, sendo assim todos os pontos possuem características semelhantes.

Sendo assim o Ponto 1 corresponde a Montante do Barramento (MB), o Ponto 2 ao Trecho de Vazão Reduzida (TVR) e o Ponto 3 Jusante Casa de Força (CF). Ainda para o levantamento e conhecimento de possíveis locais de desova, desenvolvimento e crescimento de larvas de peixes foram realizadas amostragens de ictioplâncton em dois pontos, um a montante de onde será o barramento (P1; MB) e outro a jusante de onde será a casa de força (P2; CF), sendo o P1 e o P3 da ictiofauna, essa amostragem foi realizada na estação quente, visto que os

peixes neotropicais se reproduzem de setembro a março, com picos no mês de dezembro e janeiro.

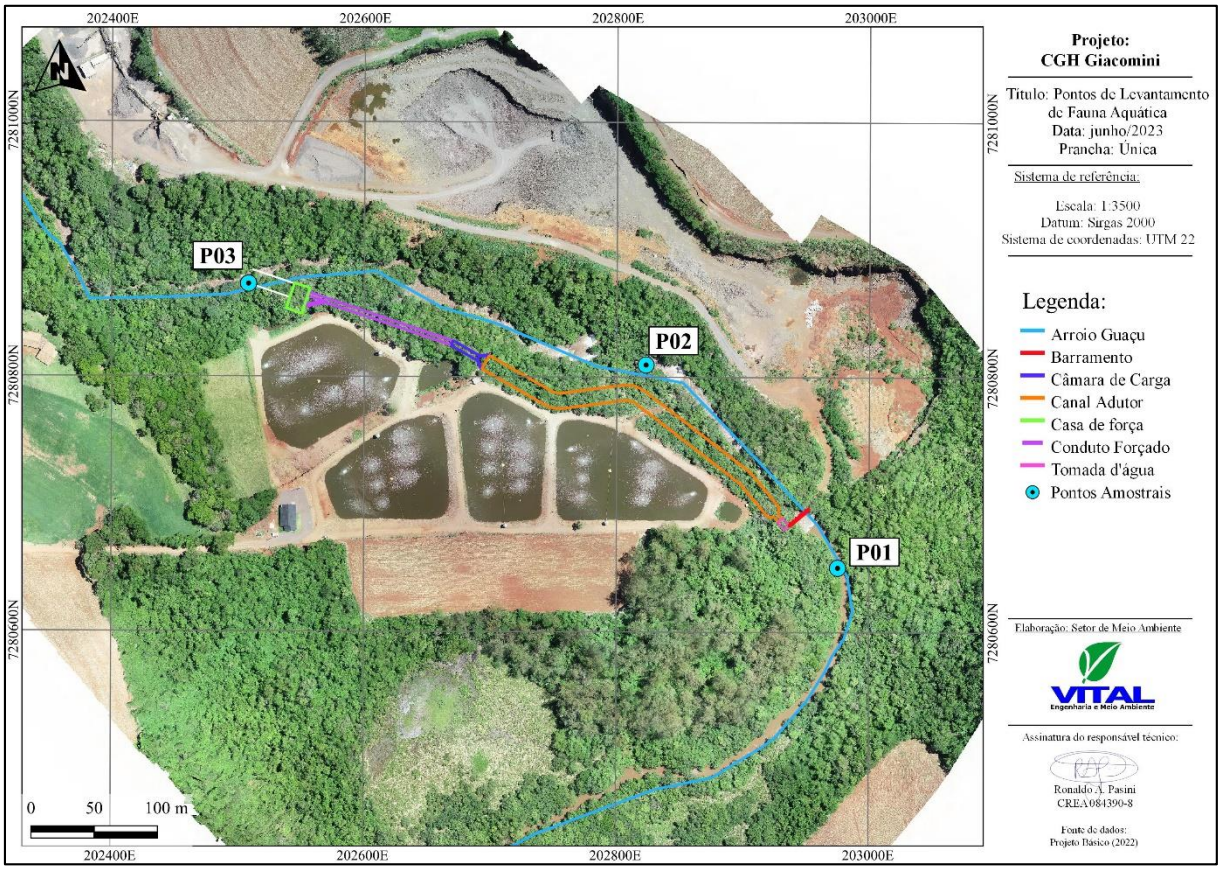


Figura 172: Pontos de amostragem da Ictiofauna e ictioplâncton na CGH Giacomini.

A tabela a seguir apresenta a descrição e caracterização dos pontos amostrais quanto a mata ciliar, profundidade e largura do rio, ambientes lênticos e lóticos.

Tabela 92: Caracterização dos pontos de amostragem da ictiofauna.

PONTO	CARACTERÍSTICAS
P1 – Montante do barramento	Esse ponto situou-se a montante do barramento de regularização. A mata ciliar encontra-se parcialmente conservada com uma mata densa na sua margem direita, na margem esquerda a mesma está em processo de regeneração. Quanto a hidrologia do Arroio Guaçu, o mesmo apresentou-se similar em todos os pontos amostrais, com ambientes semióticos a lóticos com algumas corredeiras, com locais de remansos, nas duas campanhas amostrais o mesmo apresentou cota alta. Localização geográfica: 24°33'37.29"S; 53°55'56.25"O
P2 – Trecho de Vazão Reduzida	Nesse ponto amostral está previsto o Trecho de Vazão Reduzida (TVR), a mata ciliar é muito similar ao das demais áreas, porém apresenta uma declividade mais acentuada e alguns pontos melhor conservados, nesse ponto também ocorre a captação da água para aquicultura. O Arroio Guaçu apresenta diversas corredeiras e uma cachoeira nesse percurso, a margem direita do rio apresenta APP entre 30 e 50 metros de largura, já na margem

PONTO	CARACTERÍSTICAS
	esquerda que será objeto de supressão a mesma possui em torno de 30 metros de largura, com divisa com uma pedreira. Localização geográfica: 24°33'30.49"S; 53°56'2.02"O
P3 – Jusante da Casa de Força	Esta área contemplou o ponto de construção da casa de força. A mata ciliar apresentou-se parcialmente conservada devido a presença de alguns bovinos no local. No Arroio Guaçu foi visualizada uma ilha, porém, essa não será atingida pelas obras construtivas. A APP encontra-se com pelo menos 40 m de largura em ambas as margens, possui elevada correnteza da água. Localização geográfica: 24°33'27.89"S; 53°56'13.31"O

Metodologia de amostragem

Ictiofauna

Para o levantamento da ictiofauna foram utilizadas rede de emalhe, sendo redes de espera com diferentes tamanhos de malhas. As malhas usadas foram de 1,5, 3,0 e 5,0 cm de diâmetro, entre nós, unidas entre si com um comprimento total de 5 m (em cada rede), totalizando 15 m e 1,5 m de altura. As redes foram dispostas no rio conforme a situação e volume de água de cada ambiente. O esforço amostral de captura constituiu de 12h entre a hora de instalação da rede e o seu monitoramento.

Os espécimes foram identificados ao menor nível taxonômico possível conforme literatura específica para a bacia (GRAÇA e PAVANELLI, 2007; OTA et al., 2018; REIS et al., 2020). As espécies de peixes foram classificadas com base em Van der Laan et al. (2023) e Froese e Pauly, 2023.

Todos indivíduos tiveram suas medidas morfométricas mensuradas, o comprimento padrão (CP) que vai do início da cabeça até a base da nadadeira caudal, para auxiliar na identificação dos mesmos, fotografados e posteriormente devolvidos ao local de captura.

Esforço Amostral

Tabela 93: Esforço amostral por método empregado.

UNIDADE AMOSTRAL	ESFORÇO AMOSTRAL
	Rede de espera
Ponto 01	270 m2.h/Campanha
Ponto 02	270 m^2.h/Campanha
Ponto 03	270 m^2.h/Campanha
Total	270 x 2 Campanhas =540 m^2.h

A seguir é demonstrado a instalação das redes de espera para a amostragem da ictiofauna em cada um dos pontos respectivamente (Figura 173 a Figura 175).



Figura 173: Ponto 1, Montante do Barramento (MB) da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023).



Figura 174: Ponto 2, onde será o Trecho de Vazão Reduzida da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023).



Figura 175: Ponto 3, região próxima onde será instalada a Casa de Força da CGH Giacomini. A primeira imagem referente a campanha 1 (28 e 29/11/2022), segunda imagem campanha 2 (28 e 29/11/2023).

Ictioplâncton

Para a amostragem de ictioplâncton foram utilizadas redes de plâcton do tipo cônico-cilíndricas, de malha 0,5 mm e 1,5m de comprimento (NAKATANI, et. al., 2001) onde foi acoplado um fluxômetro mecânico para posterior obtenção do volume de água filtrada (Figura

176). Como os ambientes amostrados têm características lóticas e os ovos e larvas tendem a estar à deriva, as amostragens foram realizadas de modo passivo. A rede ficou disposta a partir de uma corda transversal no rio, sendo a posição da rede regulada por cabos e depressores (poitas). As amostragens foram realizadas nos horários das 20:00 h, 00:00 h, 07:00 h e 09:00 h, com tempo de exposição entre 5 minutos, em cada horário, dependendo devido a elevada quantidade de detritos na água. Todo o material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixados no álcool a 90% e transportados para o laboratório para triagem.



Figura 176: Rede de plâncton utilizada para a amostragem de ictioplâncton com fluxômetro acoplado, 28/11/2022, Arroio Guaçu.

Através do multiparâmetro modelo AKSO/AK88 foram mensuradas as variáveis ambientais para determinar a qualidade da água, como a transparência (cm), oxigênio dissolvido (mg/l), temperatura (ºC), condutividade elétrica (µs/cm), pH e velocidade (m/s), com essas informações pode ser verificado se alguma variável possa ter influenciado no resultado (Figura 177). Para verificar a transparência da água foi utilizado o disco de Secchi (Figura 178).



Figura 177: Medição das variáveis abióticas da água com o multiparâmetros, 28/11/2022, Arroio Guaçu.



Figura 178: Medição da turbidez da água com o disco de Secchi.

As amostras foram triadas com auxílio de um microscópio estereoscópio, sob uma placa e as larvas foram separadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, de acordo com (NAKATANI et al., 2001; REYNALTE-TATAJE, ZANIBONI-FILHO, 2008). A identificação das larvas fixadas consistiu na separação dos espécimes nos níveis genérico e específico, mediante análise morfométrica e merística, com base nas descrições, chaves e ilustrações publicadas na literatura especializada. Ressalta-se, no entanto, que os ovos não foram passíveis de identificação e algumas larvas, pela escassez de referências, foram identificadas em categorias taxonômicas mais elevadas.



Figura 179: Triagem das amostras de ictioplâncton do Arroio Guaçu.

Análise de Dados

Os dados obtidos para ictiofauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade da comunidade de peixes em cada unidade amostral.

Riqueza de espécies

A riqueza de espécies (S) consistiu no número total de espécies registradas em cada unidade amostral. Para as análises de riqueza, assim como para as demais análises de assembleia, foram considerados os dados por ponto de amostragem e dados totais (cumulativos dos pontos amostrais).

As espécies foram categorizadas de acordo com sua raridade, endemismo, status de ameaça, sensibilidade a alterações ambientais, importância econômica, importância médica e espécies invasoras. Em relação ao status de ameaça de extinção foram consideradas as listas internacionais (IUCN, 2023) e nacionais (Portaria MMA nº 444/2014 e MMA nº 445/2014) e Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (IAP, 2004).

Os peixes também tiveram suas espécies classificadas quanto a sua relação com a caça e captura ilegal. Foram indicadas espécies consideradas cinegéticas (usualmente caçadas) e espécies comumente domesticadas (uso no aquarismo) e atreladas ao tráfico de animais silvestres, categorizadas de acordo com a CITES (2022).

Indicadores Ecológicos

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H’ apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J’) mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON,

1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Similaridade entre as Áreas Amostrais

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza em cada ponto amostral e para campanha (primavera e outono). Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Sorensen). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo programa R (R CORE TEAM, 2018).

Densidade do ictioplâncton

Como as abundâncias de ictioplâncton foram baixas não foi possível realizar analises estatísticas e correlações biológicas. A abundância dos táxons identificados em cada estação de amostragem foi padronizada em uma densidade de 10 m³ de água filtrada, conforme Tanaka (1973) modificado por Nakatani et al. (2001).

Fórmula = [n° org/ (DF*0,0029364) *10]

Onde: n° org = número de ovos/larvas;

DF = diferença do fluxômetro (FI: fluxo incial – FF: fluxo final);

0,0029364 = Valor de calibração do Fluxômetro.

8.4.4.2.4 Resultados e Discussão

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante as duas campanhas do diagnóstico ambiental para o estudo e avaliação da ictiofauna na área de influência da CGH Giacomini que ocorreu em duas estações do ano (primavera e outono), foram amostrados 35 indivíduos, distribuídos em 05 ordens, 07 famílias e 12 táxons (Tabela 94).

Como podemos observar, as campanhas foram bem similares em termo de riqueza de espécies e abundância de indivíduos. A campanha de primavera teve riqueza de espécies (n= 9) e abundância de indivíduos (n= 19). Na campanha outono foram amostrados (n=16) indivíduos distribuídos em (n=8) espécies. Essa variação está diretamente relacionada com as condições ambientais, visto que na primavera ocorre o aumento do fotoperíodo (dias com maior período de luminosidade), aumento da temperatura, chuvas que ocasionam aumento de nutrientes na

água e consequentemente aumento da turbidez, esses fatores são gatilhos para a reprodução dos peixes, provocando maiores movimentações e agregação de indivíduos, o que de modo geral favorece na captura dos mesmos.

Dos doze táxons registrados, cinco foram constantes nas duas campanhas, o *Astyanax lacustris*, *Geophagus iporangensis*, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus albopunctatus* e *Hypostomus sp.*, são espécies bastante comuns na bacia (GRAÇA e PAVANELLI, 2007) e sem exigências quanto demandas ecológicas. Pertencentes a diferentes guildas alimentares, o que nos dá um indicativo de equilíbrio quanto a coexistência entre diferentes espécies (interespecífica).

Tabela 94: Composição taxonômica da ictiofauna amostrada nas campanhas de novembro de 2022 e março de 2023 no Arroio Guaçu.

Táxon				**Migradores/exóticas/grau de ameaça**	**Campanhas**	
Ordem	**Família**	**Espécie**	**Nome comum**		**nov/22**	**mar/23**
CHARACIFORMES	Characidae	*Astyanax lacustris*	Lambari-do-rabo-amarelo	LC	3	5
		Oligosarcus paranensis	Cachorra	NE		1
	Erythrinidae	*Hoplias aff. malabaricus*	Traíra	LC	1	
CICHLIFORMES	Cichlidae	*Geophagus iporangensis*	Cará	NE	1	1
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	*Phalloceros harpagos*	Barrigudinho	LC	1	
SILURIFORMES	Loricariidae	*Hypostomus ancistroides*	Cascudo	LC	1	1
		Hypostomus albopunctatus	Cascudo	NE	4	3
		Hypostomus sp.	Cascudo	NE	5	2
		Pterygoplichthys anisitsi	Cascudo	NE	2	
	Heptapteridae	*Heptapterus mustelinus*	Bagre	NE		2
		Rhamdia quelen	Jundiá	LC	1	
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	*Synbranchus marmoratus*	Mussum	LC		1
Riqueza de espécies		**12**			**9**	**8**
Abundância de indivíduos					**19**	**16**
Abundância total					**35**	

Grau de ameaça IUCN= LC: pouco preocupante; NE= não avaliado; VU= Vulnerável. EX=Exótica

Dentre as ordens amostradas a dos Siluriformes foi mais representativa com 60% (n= 60) dos indivíduos amostrados e riqueza de (n= 7) espécies. Os Characiformes representaram 28% (n= 29) do total amostrado com (n=3) espécies. De modo geral o padrão verificado é de maiores abundâncias da ordem Characiformes, porém a elevada captura de cascudos do gênero *Hypostomus* influenciou diretamente esse resultado. Já a ordem dos Cichliformes teve percentual 6% dos indivíduos amostrados, com riqueza de espécies (n= 1), ainda as ordens dos Cyprinodontiformes e Synbranchiformes tiveram 3% dos indivíduos amostrados com apenas uma espécie para cada ordem (Figura 180).

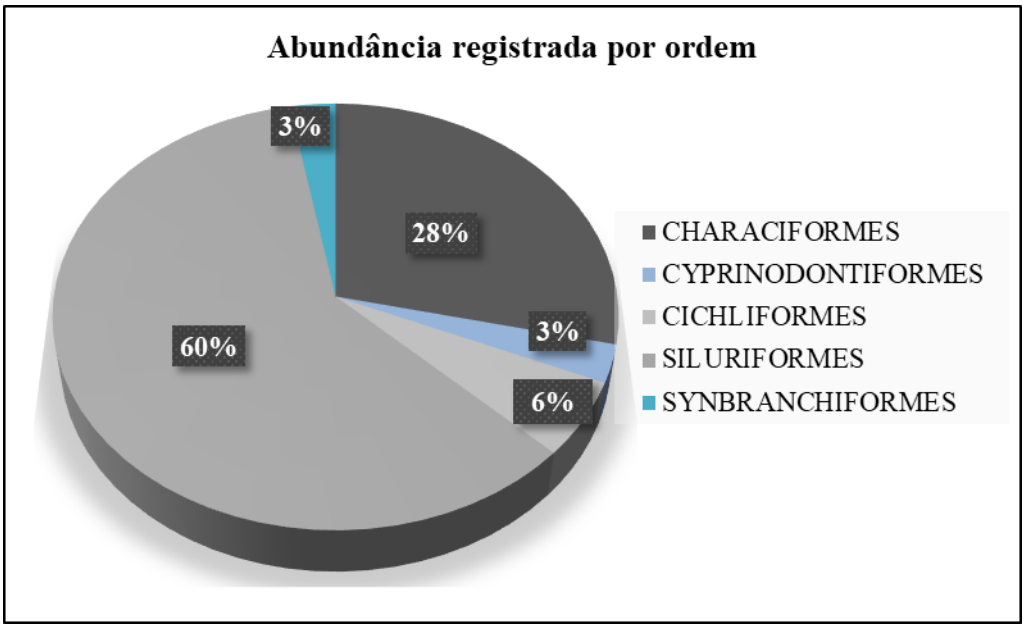


Figura 180: Abundância relativa de indivíduos dentre as ordens registradas durante as campanhas de levantamento da ictiofauna no Arroio Guaçu, CGH Giacomini.

A espécie mais abundante durante o diagnóstico foi o lambari-de-rabo-amarelo *Astyanax lacustris*, representando 22,9% (n= 8) do total amostrado, seguido dos cascudos *Hypostomus albopunctatus* e *Hypostomus sp.* com 20% e (n= 7) indivíduos. Lambaris do gênero *Astyanax* e *Psalidodon* possuem táticas reprodutivas eficientes, produção de numerosos ovos, rápida embriogênese e eclosão (REYNALTE-TATAJE et al. 2008; HIRT et al. 2011) esses fatores possibilitam que esses indivíduos sejam dominantes em vários rios do Brasil (AGOSTINHO et al. 1995; OLIVEIRA et al. 2008). *Hypostomus albopunctatus*, é uma espécie facilmente encontrada (BAUMGARTNER, et al., 2012), foi considerada detritívora no reservatório de Segredo, consumindo preferencialmente detrito/sedimento, porém, pode alternativamente utilizar outros itens alimentares como algas, insetos, microcrustáceos e outros invertebrados (HAHN, et al., 1997). O período reprodutivo estende-se de dezembro a fevereiro

(UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2002). Essa espécie apresenta distribuição geográfica por toda a bacia do rio Paraná (WEBER, 2003) e bacia do rio Iguaçu (GARAVELLO, et al., 1997; BAUMGARTNER, et al., 2006). São considerados excelentes bioindicadores de qualidade ambiental (GRAÇA; PAVANELLI, 2007). As demais espécies apresentaram, abundância ≥ 10%, porém todos são comumente encontrados na bacia do Paraná.

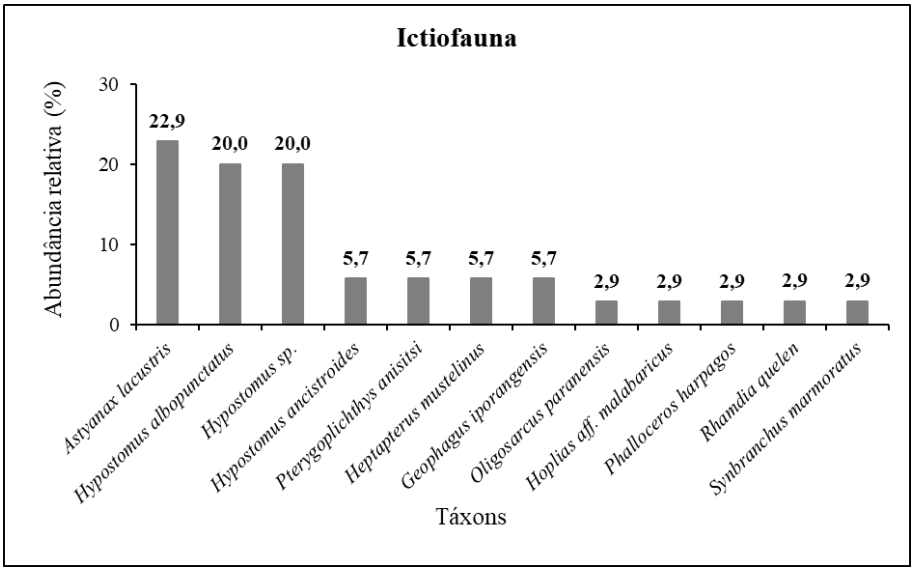


Figura 181: Abundância relativa das espécies de peixes amostradas no estudo ambiental do Arroio Guaçu.

Para a ordem dos Characifomes foram amostradas três espécies, duas pertencentes a família Characidae e uma a família Erythrinidae. Essa ordem representa grande parte das espécies continentais da região Neotropical, sendo a família Characidae com o maior número descrito, cerca de 1.236 espécies de “lambaris”, “piranhas”, “pacus”, “curimbatás”, “traíras”, entre outros (FRICKE e ESCHMEYER, 2021). Muitas destas espécies são de grande importância econômica, como os membros das famílias Prochilodontidae, Anostomidae e Bryconidae, capturados em pescas de subsistência e esportiva em razão da sua biomassa e valor comercial. Membros desta ordem são encontrados na África subsaariana, sul da América do Norte, Américas Central e do Sul, atingindo maior diversidade na região Neotropical onde representam aproximadamente um terço das espécies (PAVANELLI, 2003; BALDISSEROTTO, 2020; BUCKUP, 2021). Os táxons amostrados foram*:* *Astyanax lacustris*, *Oligosarcus paranensis* e *Hoplias aff. malabaricus*.



Figura 182: Lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax lacustris* e Cachorra *Oligosarcus paranensis*.



Figura 183: Traíra *Hoplias aff. malabaricus*.

A ordem Siluriformes agrupa peixes desprovidos de escamas e cobertos por couro ou placas ósseas. Atualmente são conhecidas cerca de 4.079 espécies, distribuídas em 38 famílias, 15 delas ocorrem exclusivamente na região Neotropical (BALDISSEROTTO et al, 2020; FRICKE & ESCHMEYER, 2021). As famílias mais representativas deste grupo são Loriicaridae (cascudos) com 1023 espécies, Trichomycteridae (cambevas e candirus) com 361 espécies, Heptapteridae (bagres, mandis) com 231 espécies, Callichthydae (tamboatás, coridoras) com 224 espécies e Pimelodidae (bagres) com 116 espécies; estas cinco famílias incluem algo em torno de 80% da diversidade de 9 Siluriformes (FROESE e PAULY, 2021). Para essa ordem foram registrados sete táxons com maior representatividade da família Loricariidae (n= 4), sendo *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus albopunctatus*, *Hypostomus*

sp. e *Pterygoplichthys anisitsi* e a família Heptapteridae com 2 espécies *Rhamdia quelen* e *Heptapterus mustelinus*.



Figura 184: Cascudos *Hypostomus ancistroides* e *Hypostomus albopunctatus.*



Figura 185: *Hypostomus sp*. e *Pterygoplichthys anisitsi*.



Figura 186: Jundiá *Heptapterus mustelinus*.

Os peixes da ordem Cichliformes formam um grupo natural, reconhecido recentemente através de estudos morfológicos e integrativos, incluindo análises moleculares (BETANCUR-R. *et al.*, 2017, ILVES, *et al.* 2018). São peixes teleósteos encontrados principalmente em águas doces, constituindo uma das principais famílias de vertebrados com mais de 1711 espécies, das quais, cerca de 600 habitam os Neotrópicos com muitas espécies ainda não descritas (MALABARBA et al., 2015). A ordem Cichliformes abrange cerca de 330 espécies descritas no ambiente dulcícola sul-americano. São representantes desta ordem os acarás", os jacundás, os tucunarés, as joaninhas, entre outros (REIS et al, 2003; NELSON et al, 2016).

Economicamente, algumas espécies são muito apreciadas no mercado de peixes ornamentais, devido à diversidade de formas e cores, e por sua complexidade comportamental. Teve uma espécie amostrada o cará *Geophagus iporangensis.*



Figura 187: Cará *Geophagus iporangensis*, predado na rede de espera.

Os Cyprinodontiformes se destacam como representantes de pequeno a médio porte com grande apreço pelos aquariofilistas, sendo as famílias Poeciliidae, Rivulidae e Anablepidae as mais abundantes (REIS et al, 2003; FERRER et. al., 2008; NELSON et al, 2016). Além disso, poecilídeos em geral apresentam importância como bioindicadores (JAMARILOVILLA; CARAMASCHI, 2008; BARRILLI et al., 2015), como espécies de importância na diversidade ictiíca da América do Sul (AMARAL et al., 2015), em diversas relações ecológicas em ambientes aquáticos (CASATTI, 2002; MONACO et al., 2014).

Foi amostrada ocasionalmente uma espécie pertencente a essa ordem da família Poeciliidae, *Phalloceros harpagos.* A espécie apresenta grande resistência em hábitats impactados, caracterizando-a como potencial bioindicador de qualidade ambiental (MORAIS, 2018).



Figura 188: Barrigudinho *Phalloceros harpagos*.

A ordem dos Synbranchiformes são caracterizados por possuírem o corpo serpentiformes e são muito escorregadios quando vivos, algumas nadadeiras são ausentes, outras vestigiais e as aberturas branquiais unidas em um único orifício situado na porção anteroventral do corpo (NELSON, 2006), corpo desprovido de escamas, nadadeiras dorsal e anal rudimentares ou atrofiadas, olhos pequenos, são de porte médio a grande, podendo chegar a 55 cm (KULLANDER, 2003). Suas espécies podem ocorrer em quase todos os continentes, principalmente na água doce, podendo ocasionalmente ser observadas em ambientes marinhos. No Brasil apenas uma família desta ordem possui representantes. Amplamente distribuída em todo o Brasil (AMORIM; MENEZES, 2007).

Podem sobreviver em ambientes quase sem água, mantendo-se enterrados na lama até a próxima chuva. Na região, ocorre o gênero Synbranchus Bloch, 1795. Vivem em lagoas e riachos, e são capazes de respirar o ar atmosférico (BRITSKI et al., 1999).



Figura 189: Mussum *Synbranchus marmoratus*.

Riqueza e abundância do Ictioplâncton

Dentre as amostras de ictioplâncton analisadas foram amostrados (n= 119) ovos e um juvenil. A maior densidade foi no Ponto 1 montante do barramento (P1-MB/07:00h) com 12,4125 m^3 de ovos amostrados, seguido do mesmo ponto (00:00h) com densidades de 11,94 m^3 de ovos (Tabela 95). Porém em relação a abundância de ovos foi verificado maior captura no ponto de Jusante da Casa de Força, esse local que possui maior velocidade da água visto que as corredeiras também auxiliam na oxigenação dos ovos e larvas recém eclodidas que ainda não possuem capacidade natatória (SILVA et al., 2012; SIMAS, 2013).

Conforme o que já foi verificado em outros estudos, as regiões com maior velocidade de fluxo tais como o canal principal do rio podem servir como biótopos de desova, colaborando para a deriva das larvas até as regiões de alimentação e crescimento.

Tabela 95: Densidades do ictioplâncton amostrado em novembro de 2022 no Arroio Guaçu, CGH Giacomini.

Ponto	Horário	Ovos	Larvas (N)	Juvenil	Densidade ovos (m3)	Início	Término	Tempo	Tempo	Giros
						n	n	min	seg	n
P1 (MB)	20:00	15	–		9,2491	861440	866963	5	300	5523
P1 (MB)	00:00	16	–	1	11,9492	878285	882845	5	300	4560
P1 (MB)	07:00	22	–		12,4125	905049	911085	5	300	6036
P1 (MB)	09:00	1	–		0,9439	911085	914693	5	300	3608
P2 (CF)	20:00	12	–		2,9182	847436	861440	5	300	14004
P2 (CF)	00:00	15	–		4,5063	866974	878310	5	300	11336
P2 (CF)	07:00	32	–		9,8657	882870	893916	5	300	11046
P2 (CF)	09:00	6	–		1,8360	893919	905048	5	300	11129
Total		**119**	**0**							

P1 (MB): Montante do Barramento; P2 (JC): Jusante Casa de Força

O juvenil amostrado pertence a ordem dos Siluriformes, do gênero *Hypostomus sp*., muitas espécies desse gênero constroem ninhos no fundo ou barrancos para desovar, algumas mantém os ovos aderidos na boca até a eclosão, ou seja, apresentam cuidado parental. De modo geral os representantes desse grupo tendem ter facilidade na adaptação a diferentes ambientes, por possuírem alimentação detritívora e suas larvas serem grandes se comparamos a outros gêneros, apesar de terem baixa fecundidade por apresentarem cuidado parental aumenta a probabilidade de sobrevivência de sua prole e posterior recrutamento.

Para os horários que foram realizadas as amostragens, todos horários tiveram registros de ovos, sendo o das 07:00h com maior abundância, estando relacionado com o aquecimento da água após o período da noite com menores temperaturas. Como sugere VAZZOLER (1996), os peixes apresentam diversas táticas reprodutivas que variam em função de variações do ambiente, como a qualidade e as flutuações das condições abióticas, a disponibilidade de alimento e a predação, buscando com isso maximizar o sucesso da prole. Com isso, ao entardecer a temperatura da água, que é fator determinante para a reprodução, ainda se encontra elevada, com a redução da luminosidade do sol diminui a visibilidade dos ovos e larvas e aumenta a disponibilidade de alimentos, principalmente insetos, esses fatores favorecem reprodução (BAUMGARTNER, 2001; REYNALTE-TATAJE et al., 2008) e no período da manhã quando a água aquece novamente pela incidência da luz solar, alguns peixes aproveitam para desovar.

Dos ovos amostrados todos estavam em estágio inicial de desenvolvimento, ou seja, recém fecundados e iniciando a clivagem (Figura 190), indo ao encontro de amplo espectro reprodutivo das espécies capturadas. Cabe salientar que não é possível realizar identificação de ovos por não apresentarem muitas características, ainda que acabam perdendo a coloração após sua fixação no álcool.

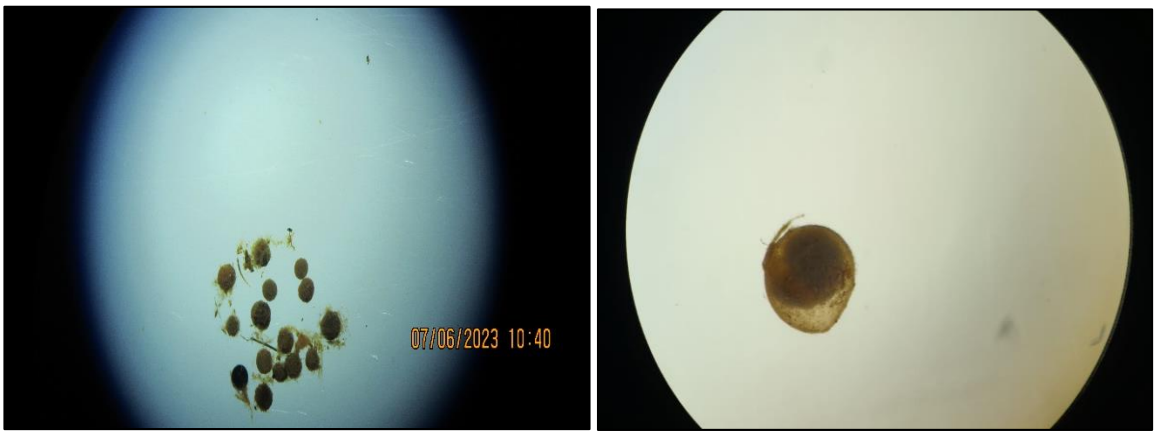


Figura 190: Ovos amostrados no Arroio Guaçu.



Figura 191: Juvenil de Cascudo *Hypostomus* sp.

As baixas capturas de ictioplâncton nas amostras podem ter sido influenciadas pelas variáveis abióticas, dentre as principais são observadas a temperatura da água, o fenômeno de La Niña que diminui os volumes de chuva. De modo geral, o período reprodutivo dos peixes acontece durante os meses de outubro a março (BAUMGARTNER et al., 1997; BIALETZKI et al., 2005; REYNALTE-TATAJE et al., 2007), com pico reprodutivo entre novembro e janeiro de acordo com Vazzoler (1996).

No quadro abaixo é possível verificar as variáveis abióticas verificadas no dia da amostragem do ictioplâncton, as variáveis ambientais podem afetar a comunidade de peixes, influenciando nas respostas fisiológicas, comportamentais e também nos padrões de distribuição e abundância das espécies (REYNALTE-TATAJE, 2007).

Na área de estudo verificamos que existem algumas mudanças significativas entre as variáveis abióticas entre os pontos amostrados, principalmente no que diz respeito à velocidade da água, onde o ponto de Montante do Barramento (MB) teve menor velocidade quando comparado com de Jusante Casa de Força (CF), por esse motivo apesar do ponto de (CF) ter abundância de ovos maiores, apresentou menores densidades. De modo geral as variáveis apresentaram bons valores para a reprodução.

Tabela 96: Variáveis abióticas observadas nos diferentes horários na amostragem Novembro de 2022, no Arroio Guaçu.

Ponto	Horário	Variáveis ambientais					
		Temperatura (C°)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Condutividade (µs/cm)	pH	Transparência (cm)	Velocidade (m^3/s)
P1 (MB)	20:00	23,3	6,9	53,2	8,2	10	5523
P1 (MB)	00:00	22,3	7,3	51,5	7,82	10	4560
P1 (MB)	07:00	22,3	7,2	51,4	7,84	15	6036
P1 (MB)	09:00	22,4	7,1	80,8	7,8	15	3608
P2 (CF)	20:00	23,3	8,5	53,9	8,63	10	14004
P2 (CF)	00:00	22,9	8,5	52,1	7,94	10	11336
P2 (CF)	07:00	22,3	8,7	51,6	7,89	15	11046
P2 (CF)	09:00	22,4	8,5	51,2	7,84	15	11129

P1 (MB): Montante do Barramento; P2 (JC): Jusante Casa de Força

Indicadores ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando apenas os dados padronizados obtidos através dos métodos quantitativos. Neste tópico são apresentadas o Índice de Diversidade de Shannon, o Índice de Equitabilidade de Pielou e o Índice de Dominância de Simpson para cada ponto amostral e para o somatório total dos dados (Tabela 97). Cabe salientar que para essas analises os registros ocasionais, que foram de quatro espécies não foram considerados, sendo utilizados apenas as capturas em rede de espera.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi, em média, menor do que 3 (H’ = 2,53), podendo estar relacionado a baixa diversidade no ponto 3 (H’ = 0,81), com duas espécies registradas. Considerando as unidades amostrais separadamente, o Ponto 2 obteve o maior índice de diversidade (H’ = 1,97), onde dos 8 táxons registrados, cinco estiveram presentes neste ponto.

Já o índice de Equitabilidade de Pielou mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo que quanto mais próximo a 1 revela o quanto as espécies são igualmente abundantes, nas amostras foi verificado (J’ = 0, 84), demonstra que as abundâncias das espécies registradas estão distribuídas regularmente na amostra, ou seja, as espécies são igualmente abundantes.

Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice

varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo (DS= 0,23), indicando uma baixa dominância de espécies nas amostras, apenas o Ponto 3 teve maior dominância de espécie, estando correlacionado com a baixa abundância (n = 4), onde desses indivíduos 3 são do Táxon *Hypostomus* sp.

Tabela 97. Indicadores ecológicos apresentados por unidade amostral (Área 1, Área 2 e Área 3).

	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
P1	1,83	0,91	0,44
P2	1,97	0,85	0,43
P3	0,81	0,81	0,75
TOTAL	2,53	0,84	0,27

Guildas alimentares

Os dados padronizados referentes a ictiofauna foram categorizados de acordo com suas guildas alimentares, tendo como base os trabalhos: GRAÇA E PAVANELLI, 2007; BAUMGARTNER et al., 2012; SOUSA et al., 2017. As espécies utilizadas para esta categorização foram classificadas em cinco guildas tróficas (Detritívoro, Herbívoro, Onívoro, Piscívoro, Insetívoro e Carnívoro):

1. **Detritívoro:** espécies que consomem principalmente matéria orgânica em avançado estágio de decomposição;
2. **Insetívoro:** espécies que consomem insetos tanto de origem aquática quanto terrestre como itens predominantes;
3. **Onívoro:** espécies que consomem amplamente itens de origem vegetal e animal, sem qualquer predominância;
4. **Piscívoro:** espécies que consomem principalmente peixes.
5. **Carnívoro:** se alimentam de peixes, insetos ou outros invertebrados.

Considerando a riqueza das guildas tróficas, foram verificadas diferenças dentre as campanhas. Na campanha 1 (C1) peixes detritívoros tiveram a maiores riquezas (n= 5) e as demais guildas tiveram apenas uma espécie registrada e na campanha 2 (C2) a guilda dos detritívoros teve maior riqueza (n= 3), os carnívoros (n= 2) e os demais apenas uma espécie para cada guilda.

Para a abundância de indivíduos na C1, verificou-se dominância de indivíduos detritívoros e onívoros (n= 13; n= 3), estando diretamente relacionado com a abundância de

cascudos e lambaris que pertencem a essas guildas alimentares. Na C2 o padrão foi semelhante, pois ocorreu dominância cascudos e lambaris.

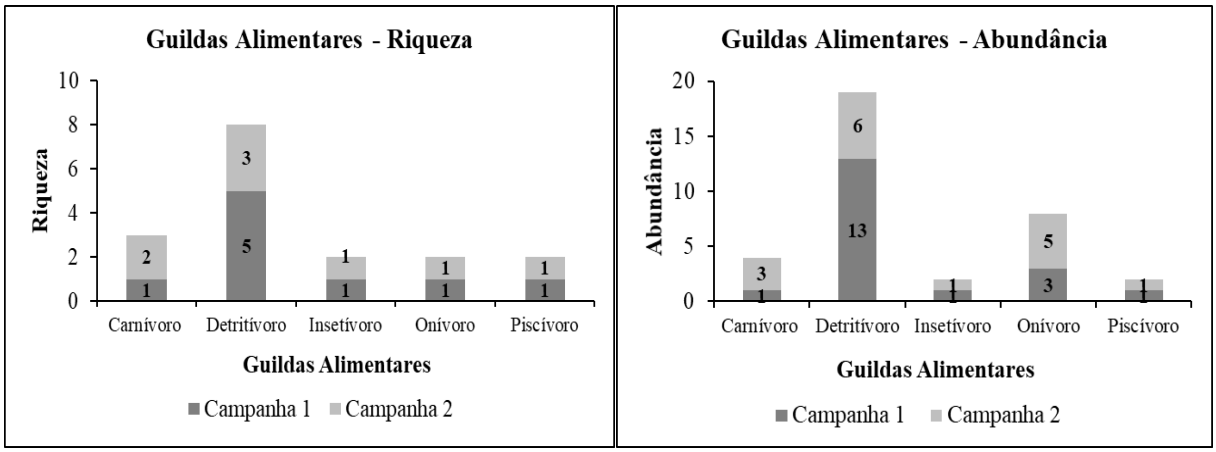


Figura 192: Riqueza e Abundância da ictiofauna registrados de acordo com a classificação das guildas alimentares no Arroio Guaçu.

Estratégia ecológica

A estratégia reprodutiva pode ser definida como um conjunto de características que uma espécie deverá manifestar para ter sucesso na reprodução, de modo a garantir o equilíbrio populacional. Para peixes de água doce, três padrões de estratégias reprodutivas são propostas: (1) estrategistas de equilibrio (K), que são peixes de tamanho corporal grande, primeira maturação tardia, desovas repetidas, com longo período de vida e cuidado parental; (2) estrategistas sazonais, são peixes de tamanho corporal intermediário a grande, fecundidade intermediária a alta e sem cuidado parental; (3) estrategistas oportunistas (r), são peixes de pequeno tamanho corporal com primeira maturação precoce, período de vida curto, desovas repetidos e com pouco ou nenhum cuidado parental (WINEMILLER & ROSE, 1992; KING & MCFARLANE, 2003; CHELLAPPA et al., 2013; BARROS et al., 2016).

Assim, foram identificadas duas espécies de peixes que são classificadas como estrategistas de equilíbrio (*K*)*: Rhamdia quelen* por possuir tamanho corporal grande e primeira maturação tardia, *Geophagus iporangensis* pois apresenta cuidado parental; oito espécies foram classificadas como estrategista sazonal, *Hypostomus ancistroides*. *Hypostomus albopunctatus*, *Hypostomus* sp., *Pterygoplichthys anisitsi*, *Heptapterus mustelinus*, *Synbranchus marmoratus*, *Oligosarcus paranensis* e *Hoplias aff. malabaricus* e uma espécies classificadas como estrategistas oportunistas (*r*): *Astyanax lacustris* e *Phalloceros harpagos* ambas apresentam tamanho corporal pequeno.

Ainda a espécie *Phalloceros harpagos* possui fecundação interna, ou seja, é vivíparo, com dimorfismo sexual, tendo os machos uma nadadeira anal modificada em gonopódio para fertilização interna (ENDLER, 1983).

Comparação entre os pontos amostrais (sazonalidade)

A análise de similaridade entre os pontos amostrais e as campanhas realizadas, foi elaborada com os dados de abundância acumulados por todos os métodos aplicados nas duas campanhas, excluindo-se informações coletadas fora dos métodos padronizados. O resultado obtido demonstrou a formação de três grupos, sendo que o principal fator desses agrupamentos foram as espécies e abundância amostrada, o primeiro grupo está isoladamente a C2-P3 que não teve nenhum indivíduo amostrado, o segundo grupo está o C1-P3-P2 e C2-P2 estando relacionado a similaridade de espécies registradas, e o terceiro grupo formado pelo C1-P1 e C2-P1 tendo também relação as espécies similares amostradas. Mesmo com o baixo número de registros, o agrupamento formado obteve o valor do Coeficiente de Correlação Cofenética elevado (ccc = 0,97), demonstrando que o agrupamento formado foi representativo.

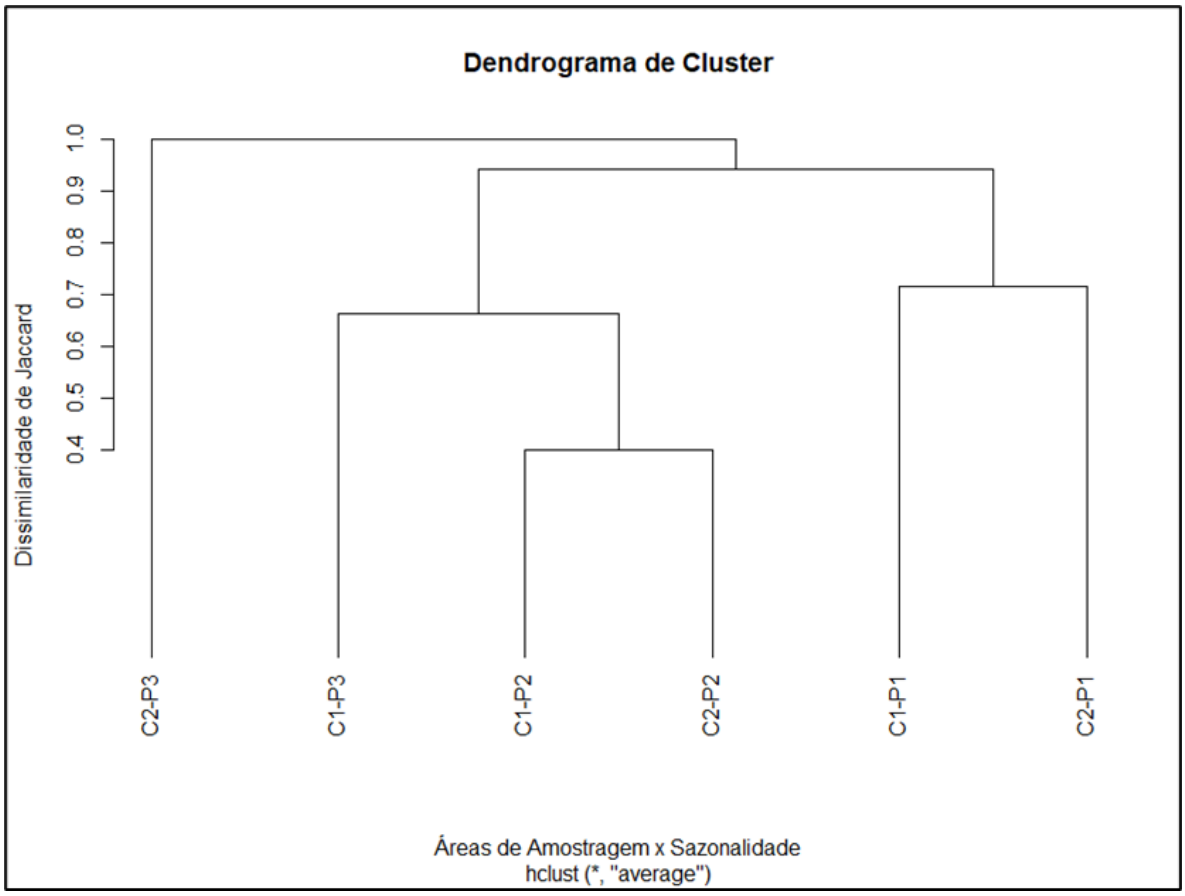


Figura 193: Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2 e P3: Pontos amostrais.

Tabela 98: Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2 e P3: Pontos amostrais.

	C1-P1	C1-P2	C1-P3	C2-P1	C2-P2
C1-P2	0,9419				
C1-P3	0,9419	0,6625			
C2-P1	0,7142	0,9419	0,9419		
C2-P2	0,9419	0,4000	0,6625	0,9419	
C2-P3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Grau de sensibilidade às alterações ambientais (alto, médio, baixo)

Para a classificação das espécies de ictiofauna quanto a sensibilidade a distúrbios de habitat, foram utilizadas informações da literatura, especialmente o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014). A classificação foi feita de acordo com os hábitos das espécies (bentônico, bentopelagico, pelágico), distribuição (ampla ou restrita) e a dependência de ambientes (generalistas ou especialistas), gerando três categorias (alta, média e baixa). Em relação ao grau de sensibilidade todas as espécies foram classificadas como de baixa sensibilidade, pois não possuem exigências ecológicas e biológicas especificas. Dessa maneira na campanha 1 a riqueza foi de (n= 9 e n= 8) respectivamente e na campanha 2 a abundância foi de (n= 19 e n= 16) respectivamente.

Espécies ameaçadas de extinção, raras, endêmicas ou migratórias

As espécies da ictiofauna registradas na área de estudo foram categorizadas de acordo com os graus de ameaça nas listas estadual do Paraná (IAP, 2004), nacional (MMA, 2022) e global (IUCN, 2023). Não foram registradas espécies de peixe consideradas ameaçadas de extinção, nem portanto, espécies migratórias.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Espécies que sofrem elevada pressão de caça extrativista e comercialização de espécies para o aquarismo são classificadas como cinegéticas. Como descrito na metodologia, são indicadas espécies da ictiofauna que sofrem maior pressão de caça de com o CITES - *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (2022).

A área de estudo situada no Arroio Guaçu situada a uma distância de aproximadamente 90 km da sua foz com o Rio Paraná, tendo outros empreendimentos antes o que dificulta a passagem de peixes de maior porte. A pesca é uma atividade comum na área de estudo, foi

possível observar pessoas realizando essa atividade. Porém, é uma pesca extrativista de subsistência, ou seja, os recursos são utilizados somente para alimentação familiar e a utilização de espécies de pescado local.

Espécies de Importância Médica e Risco Epidemiológico

O pescado é uma fonte proteica importante, porém pode ser hospedeiro natural de vários agentes infecciosos. As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) veiculadas pelo pescado podem ser causadas por diferentes tipos de agentes etiológicos (biológicos, químicos e físicos), sendo que as biotoxinas, compostos não digeríveis, diferentes parasitos, vírus e bactérias, que podem causar agravos e transtornos à saúde dos consumidores (SARTORI e AMANCIO, 2012).

O risco de infecção parasitária ocorre pelo consumo do pescado cru, mal cozido ou defumado e as principais espécies parasitadas com impactos epidemiológicos são, normalmente, aquelas de sistema de cultivo (Carpas, Tilápias, Trutas etc.), e estão relacionados a doenças como as salmoneloses (GAZAL, et al., 2018), e zoonoses causadas por nematóses, trematóides, cestoides (OKUMURA et al., 1999). Problemas causados por espécies nativas normalmente estão relacionadas a toxinas compostas na carne dos peixes e em sua maioria em regiões costerias e litorâneas (MACHADO & MARQUES, 2014). Apesar que regiões como o Rio Amazonas, tem ocorrido surtos da doença Haff, conhecida como "doença da urina preta", que é uma doença que até então so havia registro em espécies marinhas (CARDOSO et al., 2021). Porém, peixes como o Pirapitinga, Pacu, Tambaqui podem ser os agentes transmissores nessa região. Para o local onde ocorreu o levantamento da fauna foi amostrada a Tilápia-do-nilo que pode provocar problemas a saúde caso sua carne seja mal cozida/frita

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

No levantamento dos dados secundários, algumas espécies exóticas são identificadas para a região de estudo. Elas estão descritas na planilha de dados secundários. No entanto ao longo do estudo de amostragem da ictiofauna para a CGH Giacomini não foram registradas espécies exóticas. Porém cabe salientar que a região e local onde está previsto a implantação do empreendimento apresenta grande concentração de tanques de piscicultura com a principal criação de Tilápia que é uma espécie exótica invasora, e também foi constatada a criação de dourado que é uma espécie de importância ecológica, sendo assim ocorre a possibilidade de extravasamento de tanques e adentramento dessas espécies para o Arroio.

8.4.4.2.5 Considerações sobre a ictiofauna

A construção de barragens para fins hidrelétricos ocasiona modificações na dinâmica fluvial e, consequentemente, nas comunidades aquáticas e terrestres das suas áreas de influência. Assim, o represamento é responsável por modificações físicas, químicas e geomorfológicas que causam perturbações na produtividade primária, na disponibilidade de alimentos e de outros recursos, acarretando alterações nas assembleias de invertebrados e peixes. Dessa maneira, o diagnóstico ambiental prévio para caracterização e identificação da comunidade de ictiofauna é de suma importância para definições dos programas de monitoramento ao longo do processo de instalação e operação. Ainda, com amostragem dos estágios iniciais dos peixes, o ictiopâncton podemos nos fornecer dados sobre a desova dos peixes.

O levantamento da ictiofauna no Arroio Guaçu identificou doze táxons na área de influência que está prevista instalação da CGH Giacomini, o total de indivíduos amostrados foi de (n= 35), esses distribuídos em cinco ordens e sete famílias. Dentre essas espécies tivemos a classificação em cinco guildas alimentares, Detritívoro, Carnívoro, Onívoro, Piscívoro e Insetívoro, essa variação na alimentação possibilita com que as espécies existentes no local possam coexistir sem atrelar competição e sobreposição alimentar, porém com a construção do barramento as características do rio modificam e consequentemente a disponibilidade de alimento, para isso, é importante concretizar um programa de recuperação de área degradas (PRAD), posterior o processo de instalação, para que a região tenha sua mata ciliar seja reestabelecida, melhorando a estrutura natural do ambiente em torno do rio, para que auxilie no mantimento das estruturas ecossistêmicas nesse ambiente. Essas áreas são de extrema importância para que as espécies detritívoras possam continuar seu processo natural, bem como as espécies que utilizam de suas raízes para esconderijos e deposição de ovos, sejam mantidas.

Além disso, a construção de barragens também poderá prejudicar o ciclo reprodutivo de diversas espécies de peixes migratórios de longas distâncias, ao interceptar suas rotas migratórias onde necessitam de trechos livres para maturação gonadal e desova. Porém, no estudo prévio não foram não foi registrado nem para ictiofauna e ictioplâncton espécies com hábitos migradores e também não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção.

Nas amostras de ictioplâncton coletados 119 ovos e um Juvenil de *Hypostomus* sp., esse que não possui hábito migrador, sendo assim a construção do barramento não impedirá sua reprodução. Foi possível verificar que os peixes existentes estão realizando sua reprodução,

porém não é possível a identificação dos ovos afim de determinar quais espécies estão desovaram no período de amostragem.

Apesar de no projeto da usina estar previsto apenas a construção de uma regula e sem formação de reservatório, de qualquer maneira, ressalta-se a importância do monitoramento ambiental em relação a ictiofauna, ictioplâncton e de qualidade da água no Arroio Guaçu nas fases de implantação e operação do empreendimento da CGH Giacomini a fim de acompanhar e manter a diversidade de espécies neste rio, pois com o acompanhamento a longo prazo é possível tomar conhecimento da dinâmica populacional e composição taxonômica para realizar programas que minimizem os impactos sobre a ictiofauna local.

8.4.4.2.6 Referências bibliográficas

ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazil J Biological,* 69, p. 469–479, 2009.

AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JR., H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE MC CONNEL, R. H. ed. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP. p.374-400, 1999.

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C.; SANTOS, N. C. L.; ORTEGA, J. C. G.; PELICICE, F. M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. Fisheries Research, v. 173, n. 1, p. 26-36, 2016.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem. 501 p. 2007.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management 51 related to diversity and fisheries. Brazilian Journal of Biology, v. 68. n. 4, 2008.

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E.; THOMAZ, S. M. The High River Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. eds. Limnology in Brazil. Rio de Janeiro: Abc/Sbl, p. 59-103, 1995.

AMARAL, S. V.; BEVELHIMER, M. S.; ADA, G. F.; GIZA, D. J.; JACOBSON, P.T.; MCMAHON, B. J.; PRACHEIL, B. M. Evaluation of behavior and survival of fish exposed to an axial-flow hydrokinetic turbine. N Am J Fish Manage 35: 97−113, 2015.

AMORIM, S.E.; MENEZES, N.A. Família Synbranchidae. In: BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S. (Ed.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil.** Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 138, 2007.

BALDISSEROTTO, B.; URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish. Elsevier, p. 344, 2020.

BARRILLI, G. H. C.; ROCHA, O.; NEGREIROS, N. F.; VERANI, J. R. Influence of environmental quality of the tributaries of the Monjolinho River on the relative condition factor (Kn) of the local ichthyofauna. Biota Neotropica, 15(1), 2015.

BARROS, N. H. C.; LIMA, L. T. B.; ARAÚJO, A. S.; GURGEL, L. L.; CHELLAPPA, N.T.; CHELLAPPA, S. ESTUDOS SOBRE AS TÁTICAS E AS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS DE SETE ESPÉCIES DE PEIXES DE ÁGUA DOCE DO RIO GRANDE DE NORTE, BRASIL HOLOS, vol. 3, p. 84-103, 2016.

BAUMGARTNER, D.; BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C.S.; SILVA, P.R.L.; FRANA, V.A.; OLIVEIRA, L.C.; MICHELON, M.R. Fish, Salto Osório Reservoir, rio Iguaçu basin, Paraná State, Brazil. Check List (UNESP), São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-4, 2006.

BAUMGARTNER, G. **Determinação dos locais de desova e criadouros naturais de peixes e influência dos fatores abióticos sobre a abundância de larvas no alto rio Paraná, Brasil.** 2001. Tese (Doutorado) – UniversidadeEstadual de Maringá, Maringá, 2001.

BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C. S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A.; DEBONA, T.; FRANA, V. Peixes do baixo rio Iguaçu. Maringá: Eduem, p. 203, 2012.

BETANCUR-R R, WILEY EO, ARRATIA G, ACERO A, BAILLY N, MIYA M, LECOINTRE G ORTI G. Phylogenetic classification of bony fishes. BMC evolutionary biology 17 (1): 162. https://doi.org/10.1186/ s12862-017-0958-3. 2017.

BIALETZKI, A. et al. Larval fish assemblage in the Baía river (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. Environmental Biology of Fishes, 73:p.37-47, 2005.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. de S. de; LOPES, B. S. Peixes do Pantanal: manual de identificação. Brasília, DF: Embrapa-SPI, p. 184, 1999.

BRÖNMARK, C.; HULTHÉN, K.; NILSSON, P. A.; SKOV, C.; HANSSON, L-A.; BRODERSEN, J.; CHAPMAN, B. B. There and back again: migration in freshwater fishes. Canadian Journal of Zoology, 92(6), p.467-479, 2013.

BUCKUP, P. A. Taxonomia E Filogenia De Peixes De Riachos Brasileiros. Oecologia Australis v 25, s. 2, p. 197–230, 2021.

CARDOSO, C. W. ET AL. Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016-2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease surveillance. The Lancet Regional Health - Americas V.2022, n. 5, 2021.

CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. Biota Neotropica, Campinas, v. 2, n. 2, p. 1- 14, 2002.

CHELLAPPA, S., Nascimento, W.S., BARROS, N. H. C., ARAÚJO, A. S., CHELLAPPA, N.T. Reproductive characteristics and strategies of freshwater fish species from the semiarid region of Brazil. Animal Biology Journal, v. 4, p. 85-114, 2013.

CITES (UNEP-WCMC) (Comps.) The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: http://checklist.cites.org. [Accessed (04/01/2023)]. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017: ano base 2016. Rio de Janeiro: Epe, Rio de Janeiro, BR, p. 232, 2017.

FERRER, J.; MALABARBA, L.R.; COSTA, W.J.E.M. Austrolebias paucisquama (Cyprinodontiformes: Rivulidae), a new species of annual killifish from Southern Brazil. Neotrop. Ichthyol, v. 6, n. 2, p. 175-180, 2008.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species. Disponível em: <(http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp)> Acesso em: junho 2023.

FROESE, R.; PAULY, D. Fishbase. Disponível em: < https://www.fishbase.se/search.php> Acesso em: junho 2023.

FROTA, A.; DEPRÁ, G.C.; PETENUCCI, L.M. & GRAÇA, W.J. Inventory of the fish fauna from Ivaí River basin, Paraná State, Brazil. Biota Neotropica, s.16, v. 3, 2016.

FULLERTON, A.H. et al. **Hydrological connectivity for riverine fish: measurement challenges and research opportunities**. Freshwater Biology, v. 55, p. 2215-2237. 2010.

GARAVELLO, J.C.; PAVANELLI, C.S.; SUZUKI, H.I. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.). Reservatório de Segredo: bases ecológicaspara o manejo. Maringá: eduem, p. 61-84, 1997.

GAZAL, L. E. S. et al. Salmonella sp. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado? PESQ. AGROP. GAÚCHA, Porto Alegre, v.24, ns.1/2, p. 55-64, 2018.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem; 2007.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L.; RUSSO, M.R.; LOUREIRO, V.E. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, p. 141-162, 1997.

HIRT, L. M.; ARAYA, P. R.; FLORES, S. A. Population structure, reproductive biology and feeding of Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones Argentina. Acta Limnologica Brasileira, v. 23, p. 1-12, 2011.

HUTCHESON, K. A. Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. Journal of Theoretical Biology, v. 29, p. 151-154, 1970.

ILVES KL, TORTI D, LÓPEZ-FERNÁNDEZ H. Exon-based phylogenomics strengthens the phylogeny of Neotropical cichlids and identifies remaining conflicting clades (Cichliformes: Cichlidae: Cichlinae). Mol Phylogenet Evol [serial on the Internet]. 2018.

INSTITUTO AMBIENAL DO PARANÁ (IAP). Lista de Fauna Ameaçada de Extinção no Estado do Paraná - Decreto Nº 7264/2010. 2004.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. https://www.iucnredlist.org. 2023.

JARAMILLO-VILLA, U.; CARAMASCHI, E. P. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: Uso nas regiões tropical e subtropical. Oecologia Brasiliensis 12 (3): 442-462, 2008.

JORGENSEN, S.; TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Handbook of inland aquatic ecosystem management. Boca Raton: CRC Press, New York, USA, 452 p., 2013.

KING, J.R., MCFARLANE, G. A. Marine Fish life history strategies: applications to fishery management. Fisheries Management and Ecology, v. 10, p. 249–264, 2003.

KULLANDER, S. O. Family Synbranchidae (Swamp-eels). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, Jr., C. J. (Ed.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. PortoAlegre: EDIPUCRS, p. 594-595, 2003.

LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução VAZZOLER,A. E.A. de M.; AGOSTINHO,A.A.; CUNNINGHAM, P. T. M. São Paulo: EDUSP, p. 534, 1999.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. A Wiley-Interscience publication. New York USA. 1988.

MACHADO, J.M. et al.Difilobortríase humana pelo consumo de peixe: revisão de literatura PUBVET, Londrina, V. 8, N. 23, Ed. 272, Art. 1815, Dezembro, 2014.

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its measurement. Princeton, Newjersey, VI+l79p. 1988.

MALABARBA L. R.; MARIA CLAUDIA MALABARBA1 AND ROBERTO E. REIS. Descriptions of five new species of the Neotropical cichlid genus *Gymnogeophagus* Miranda Ribeiro, 1918 (Teleostei: Cichliformes) from the rio Uruguay drainage. Neotropical Ichthyology, v.12, n.3, p. 637-662, 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria n° 444 de 17 de Dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna (espécies terrestres e mamíferos aquáticos) Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <http://www.icmbio .gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/ PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_ DEZEMBRO_DE_ 2014.pdf>. Acesso em: maio 2023.

MONACO, I. D. A.; SÚAREZ, Y. R.; LIMA-JUNIOR, S. E. Influence of environmental integrity on feeding, condition and reproduction of Phalloceros harpagos Lucinda, 2008 in the Tarumã stream micro-basin. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 36, n. 2, p. 181, 2014.

MORAIS, Herbert Patrick. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE Phalloceros harpagos LUCINDA, 2008 (CYPRINODONTIFORMES: POECILIIDAE) DE UMA MICROBACIA NEOTROPICAL. 2018. 32 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Aquicultura, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. 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. EDUEM, Maringá. 2001.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. H. **Fishes of the world**. John Wiley & Sons, v. 5, p. 752, 2016.

NELSON, J.S. **Fishes of the world.** 4th ed. New York: J. Wiley, p. 601, 2006.

NILSSON, C., REIDY, C.A., DYNESIUS, M., REVENGA. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. Science, v. 308, p. 405-408. 2005.

OKUMURA, M.P.M.; ALEXANDRINO DE PÉREZ, A.C.; ESPÍNDOLA FILHO, A. Principais zoonoses parasitárias tmnsmitidas por pescado - revisão. Revista de Educação Continuada do CRMV-SP I Continuou, Educo/ion Journal CRMV-SP. São Paulo, volume 2. fascículo 2, p.066 - 080, 1999.

OLIVEIRA, E. C.; SOUZA-SANTOS, L. E.; FAVARO, L. F.; ABILHOA. V. Caracterização da assembleia de peixes em um reservatório recém formado no sul do Brasil. Estudos de Biologia, v. 30, p. 125-132, 2008.

OTA, R. R.; DEPRÁ, G. C.; GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. Neotropical Ichthyology, v. 16, n. 2, p. 1-111, 2018.

PAVANELLI, C. S. Parodontidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, C. J.; FERRRARIS Jr, C. J. (Eds). Check list of the Freshwater Fishes of the South and Central America. Porto Alegre: EDUPUCRS, p. 46-50, 2003.

R CORE TEAM. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2018.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. (Org.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDPUCRS, 2003.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. (Org.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDPUCRS, 2003.

REIS, R.; FROTA A.; DEPRÁ, C. G.; OTA, R. R. & GRAÇA, W. J. Freshwater fishes from Paraná State, Brazil: na annotated list, with comments on biogeographic patterns, threats, and future perspectives. Zootaxa, v. 4, p. 451–494, 2020.

REYNALTE-TATAJE, D. A. Influência das variáveis ambientais na distribuição espaço-temporal do ictioplâncton em duas bacias hidrográficas brasileiras. Unpublished Ph.D. Thesis, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p.119, 2007.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; HERMES-SILVA, S.; CARVALHO-SILVA, M. M.; ABBUD, F. M.; CORREA, R. N.; ZANIBONI-FILHO, E. Distribuição de ovos e larvas de peixes na área de influência do reservatório de Itá (Alto Rio Uruguai). In: Zaniboni-Filho, E. & Nuñer, A.P.O. eds. Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Florianópolis: UFSC. p. 127-158, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; NUÑER, A. P. O.; NUNES, M. C.; GARCIA, V.; LOPES, C. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. Neotropical ichthyology, v. 10, n. 4, p. 829-835, 2012.

SCHORK, G.; ZANIBONI-FILHO, E. UHE Machadinho e Ictiofauna: impactos ao longo dos dez primeiros anos após a sua construção, GAIA SCIENTIA, 2020, v, 14, n. 2, p. 76-93, 2020.

SILVA, P. A.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. Neotropical Ichthyology, v.10, p. 425-438, 2012.

SIMAS, S. Poços e corredeiras como áreas de desova e criação de peixes num tributário do alto rio Uruguai, Brasil. 2013. 59 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina), Florianóplis, 2013.

SOUSA, J. I. M., Oliveira, J. C. D., Oliveira, J. F., Rebouças, L. G. F. Novaes, J. L. C., Costa, R. S. & Peretti, D. Variação temporal e espacial na dieta de Trachelyopterus galeatus (Siluriformes, Auchenipteridae) em dois reservatórios no semiárido Neotropical. Iheringia, Série Zoologia, 107, 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Nupélia/Copel. Reservatório de Salto Caxias: bases ecológicas para o manejo - Relatório final 2002. Elaborado por A.A. AGOSTINHO, C.S. PAVANELLI, H.I. SUZUKI, J.D. LATINI, L.C. GOMES, N.S. HAHN, R. FUGI, W.M. DOMINGUES. Maringá, p. 272, 2002.

VAN DER LAAN, R.; FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N. *Eschmeyer's Catalog of Fishes: Classification.* http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishesclassification, junho 2023.

VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos:* teoria e prática. Maringá: EDUEM, p. 169, 1996.

WEBER, C. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J., Jr. (Org.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 351-372, 2003.

WINEMILLER, K. O.; MCINTYRE, P. B.; CASTELLO, L.; FLUET-CHOUINARD, E.; GIARRIZZO, T.; NAM, S.; BAIRD, I. G.; DARWALL, W.; LUJAN, N. K.; HARRISON, I. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong**. Science,** v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.

WINEMILLER, K.O., ROSE, K.A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 49, p. 2196–2218, 1992.

8.4.5 Flora

8.4.5.1 Introdução

A Mata Atlântica é uma faixa que acompanha o litoral brasileiro, desde o Rio Grande do Norte até o sul do Brasil. A maior biodiversidade da América do Sul está presente neste bioma, onde existem 20 mil espécies de plantas, correspondendo a 7,2% do total mundial. Aproximadamente 120 milhões de brasileiros vivem na porção do território correspondente à área original deste bioma, tornando a Mata Atlântica o segundo bioma mais ameaçado do mundo. Atualmente são 276 espécies vegetais da Mata Atlântica na lista oficial de espécies ameaçadas, entre elas o palmito juçara (*Euterpe edulis*), a araucária (*Araucaria angustifolia*), além de várias orquídeas e bromélias (SEMA, 2018).

O Paraná é o estado brasileiro que apresenta o maior remanescente florestal da Mata Atlântica, considerando todos os estágios sucessionais com aproximadamente 6 milhões de hectares (AEN, 2020), dominada pelas formações de Floresta Estacional Semidecidual (47,6%) e Floresta Ombrófila Mista (45,9%), no entanto o percentual de remanescentes bem conservados é de apenas 12,4% (SEMA, 2018). A situação da Mata Atlântica no estado é crítica principalmente nas regiões de grande aptidão agrícola, por outro lado, a região da serra do mar ainda abriga um grande remanescente contínuo de floresta em função do relevo acidentado, que aliado a Unidades de Conservação, garante a conservação de parcelas de ecossistemas (SEMA, 2018).

O inventário florestal é uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada. Pode ser classificada de acordo com seus objetivos, abrangência, obtenção dos dados e abordagem da população no tempo (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). Tem como objetivo identificar, locar, caracterizar e quantificar a vegetação nativa existente nos locais de influência direta da implantação do empreendimento com a finalidade de solicitar a autorização de corte para supressão da vegetação nativa junto ao Órgão Ambiental competente, neste caso o Instituto do Água e Terra do Paraná – IAT.

A realização e elaboração do levantamento florestal e realização do inventário florestal, com o objetivo de solicitar supressão de vegetação nativa atendeu as prerrogativas legais, que nesta situação está fundamentada nas legislações ambientais: Lei n° 12.651/12, Lei n° 4.771/65; Lei n° 11.428/06, Resolução SEDEST nº 09; Resolução CONAMA 02/94, Decreto n° 6.660/08.

Serão consideradas as diferentes formações da cobertura arbórea, obtendo-se média quantitativa, geral ou estratificada, que seja representativa para a população de acordo com sua própria formação.

8.4.5.2 Dados Secundários

Para a comparação dos dados obtidos no inventário florestal foram utilizados estudos realizados na região do empreendimento ou o mais próximo deste possível. Somando-se as referências contabilizaram-se 804 espécies da flora de possível ocorrência, contabilizando-se árvores, arbustos, ervas e lianas.

R1 – STCP - Plano de Manejo do Parque Estadual Cabeça do Cachorro (2006): esse parque estadual possui área total de 60,98 hectares localizado no município de São Pedro do Iguaçu. O plano de manejo é um documento síntese, que teve como base os estudos do meio biótico, físico e socioeconômico. Ao todo foram registradas 121 espécies da flora nativa.

R2 – Toledo Energia Renovável (2015): Trata-se do Relatório Ambiental Simplificado para implantação de uma CGH em Toledo/PR. Durante o levantamento fitossociolóigico foram registradas 25 espécies da flora nativa.

R3 – STCP – Plano de Ação (2016): teve como objetivo o levantamento de espécies, ecossistemas e atuais condições de conservação das áreas remanescentes naturais do município de Toledo/PR, para elaboração do Plano de Ação e Estratégias para a Biodiversidade de Toledo. Foram identificadas 259 espécies da flora.

R4 – EIA – UHE Baixo Iguaçu (2008): Trata-se do diagnóstico biótico para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Baixo Iguaçu, a lista das espécies vegetais levantadas para a área de influência da UHE Baixo Iguaçu contabiliza 603 espécies vegetais, entre árvores, lianas, ervas e arbustos.

Tabela 99: Dados secundários utilizados para levantamento da flora de possível ocorrência para a região do empreendimento.

N° REFERÊNCIA	AUTOR	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R1	STCP	2006	Floresta Estacional Semidecidual	São Pedro do Iguaçu/PR
R2	Toledo Energia Reovável	2015	Floresta Estacional Semidecidual	Toledo/PR
R3	STCP	2016	Floresta Estacional Semidecidual	Toledo/PR

N° REFERÊNCIA	AUTOR	ANO	FITOFISIONOMIA	LOCALIDADE
R3	Sociedade da Água	2008	Floresta Estacional Semidecidual/Floresta Ombrófila Mista	UHE Baixo Iguaçu

Tabela 100: Flora de possível ocorrência para a região do empreendimento.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
Acanthaceae	*Geissomeria pubescens*	-				X	
	Hygrophila guianensis	-				X	
	Justicia brasiliana	-				X	
	Justicia laevilinguis	junta-de-cobra				X	
	Justicia lythroides	junta-de-cobra				X	
	Ruellia brevifolia	pingo-de-sangue			X		
	Ruellia sanguinea	-				X	
Agavaceae	*Cordyline dracaenoides*	uvarana	X				
Alismataceae	*Echinodorus grandiflorus*	-				X	
	Echinodorus uruguayensis	-				X	
Amaranthaceae	*Alternanthera tenella*	apaga-fogo				X	
	Chamissoa altissima	-				X	
	Gomphrena riparia	-				X	
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	-	X		X	X	
	Lithraea brasiliensis	aroeira			X		
	Lithraea molleoides	aroeira-periquita			X		
	Mangifera indica	mangueira			X		
	Schinus sp.	-					
	Schinus terebinthifolia	aroeira		X	X	X	
Annonaceae	*Annona cacans*	araticum-cagão	X		X	X	
	Annona crassiflora	araticum		X			
	Xylopia brasiliensis	pindaíba				X	VU-BR;
	Annona sylvatica	-			X	X	
	Annona emarginata	-			X	X	
	Annona muricata	graviola			X		
	Duguetia lanceolata	corticeira			X		
	Rollinia sp.	-	X				
Apiaceae	*Conium maculatum*	cicuta				X	
	Hydrocotyle callicephala	-				X	
	Hydrocotyle leucocephala	-				X	
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	peroba-rosa	X		X	X	RR-PR; PT-IUCN;
	Aspidosperma parvifolium	guatambu		X			EN-BR;

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Aspidosperma sp.	-	X				
	Condylocarpon isthmicum	-				X	
	Condylocarpum rauwolfie	-				X	
	Forsteronia thyrsoidea	-				X	
	Peschiera australis	-				X	
	Rauvolfia sellowii	-				X	
	Tabernaemontana hystrix	leiteiro			X		
	Tabernaemontana catharinensis	leiteiro				X	
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis*	erva-mate			X	X	NT-IUCN;
	Ilex theezans	caúna			X	X	
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia*	pinheiro-do-paraná			X	X	VU-PR; EN-BR; CR-IUCN;
Araceae	*Monstera sp.*	-	X				
	Monstera adansonii	imbé-furado			X		
	Monstera deliciosa	costela-de-adão			X		
	Syngonium podophyllum	aninga-cinco-dedo			X		
	Pistia stratiotes	alface-d'água			X		
	Philodendron elegans	filodendro-elegante			X		
	Philodendron bipinnatifidum	costela-de-adão			X	X	
Araliaceae	*Schefflera morototoni*	mandiocão			X	X	
Arecaceae	*Euterpe edulis*	palmito-juçara	X		X	X	VU-IUCN;
	Syagrus romanzoffiana	jerivá	X		X	X	
Aristolochiaceae	*Aristolochia triangularis*	cipó-milome			X	X	
Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	erva-de-rato				X	
	Araujia sericifera	-				X	
Asparagaceae	*Dracaena fragrans*	pau-d'água			X		
	Yucca guatemalensis	iuca			X		
Aspleniaceae	*Asplenium auritum*	-				X	
	Asplenium claussenii	-				X	
	Asplenium divergens	-				X	
	Asplenium scandicinum	-				X	
	Phyllitis brasiliensis	-			X	X	
Asteraceae	*Mikania glomerata*	guaco				X	
	Piptocarpha angustifolia	vassourão-branco			X	X	
	Acanthospermum australe	carrapicho				X	
	Achyrocline alata	marcela				X	
	Achyrocline satureioides	marcela			X		
	Aster squamatus	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Ageratum conyzoides	mentrasto				X	
	Ambrosia elatior	-				X	
	Ambrosia polystachya	-				X	
	Austroeupatorium inulaefolium	-				X	
	Austroeupatorium laetevirens	-				X	
	Baccharidastrum triplinervium	-				X	
	Baccharis caprariaefolia	-				X	
	Baccharis dracunculifolia	vassourinha			X		
	Baccharis salzmanii	-				X	
	Baccharis semiserrata	-				X	
	Baccharis trimera	carqueja				X	
	Baccharis uncinella	-				X	
	Bidens pilosa	picão-preto				X	
	Blainvillea biaristata	-				X	
	Calyptocarpus biaristatus	-				X	
	Chaptalia nutans	língua-de-vaca				X	
	Chromolaena laevigata	-				X	
	Conyza bonariensis	-				X	
	Conyza floribunda	-				X	
	Dasyphyllum flagellare	-				X	
	Eclipta prostrata	-				X	
	Elephantopus mollis	-				X	
	Emilia sonchifolia	-				X	
	Erechtites hieracifolia	-				X	
	Erechtites valerianaefolia	-				X	
	Eupatorium laevigatum	-				X	
	Eupatorium serratum	-				X	
	Gamoechaeta pensylvanica	-				X	
	Gnaphalium purpureum	-				X	
	Grazielia serrata	-				X	
	Hypochaeris brasiliensis	-				X	
	Jaegeria hirta	-				X	
	Lessingianthus glabratus	-				X	
	Mikania glomerata	guaco			X		
	Mikania micranta	-				X	
	Mikania hirsutissima	cipó-cabeludo				X	
	Moquiniastrum polymorphum	cambará			X		

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Parthenium hysterophorus	tostão				X	
	Perezia cubataensis	-				X	
	Picrosia longifolia	-				X	
	Porophyllum ruderale	-				X	
	Praxelis diffusa	-				X	
	Pterocaulon interruptum	-				X	
	Senecio brasiliensis	erva-lanceta				X	
	Solidago chilensis	rabo-de-foguete				X	
	Sonchus oleraceus	serralha				X	
	Sphagneticola trilobata	-				X	
	Urolepis hecatantha	-				X	
	Vernonanthura westiniana	assa-peixe				X	
	Xanthium cavanillesi	-				X	
	Vernonia balansae	-				X	
	Vernonia diffusa	-				X	
	Vernonia scorpioides	-				X	
	Vernonia sp.	-	X				
Balsamiaceae	*Impatiens walleriana*	beijinho			X		
Begoniaceae	*Begonia cucullata*	begônia				X	
	Begonia descoleana	-				X	
	Begonia fruticosa	-				X	
	Begonia subvillosa	-				X	
Berberidaceae	*Berberis laurina*	espinho-de-judeu			X		
Bignoniaceae	*Jacaranda puberula*	caroba	X			X	
	Jacaranda micrantha	caroba			X	X	
	Jacaranda cuspidifolia	jacarandá			X		
	Adenocalymma bracteatum	-				X	
	Adenocalymma marginatum	-				X	
	Adenocalymma paulistarum	-				X	
	Anemopaegma sp.	-				X	
	Fridericia mutabilis	-				X	
	Bignonia sciuripabulum	-				X	
	Handroanthus heptaphyllus	ipê-roxo			X	X	
	Handroanthus albus	ipê-amarelo-da-serra			X		
	Handroanthus chrysotrichus	ipê-amarelo			X		
	Handroanthus impetiginosus	ipê-roxo			X		
	Dolichandra unguis-cati	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Mansoa difficilis	-				X	
	Pyrostegia venusta	cipó-são-joão	X		X	X	
	Amphilophium crucigerum	pente-de-macaco				X	
	Amphilophium paniculatum	cipó-d'água			X		
	Pithecoctenium sp.	-	X				
	Stizophyllum perforatum	-				X	
	Handroanthus serratifolius	ipê				X	EN-IUCN;
	Tecoma stans	ipê-de-jardim			X		
	Tynanthus micranthus	cipó-cravo				X	
Blechnaceae	*Neoblechnum brasiliense*	-				X	
	Blechnum glandulosum	-					
	Blechnum gracile	-					
	Blechnum occidentale	-					
	Blechnum kunthianum	-					
Bombacaceae	*Chorisia speciosa*	paineira	X			X	
Boraginaceae	*Cordia trichotoma*	louro-pardo	X		X	X	
	Cordia ecalyculata	café-de-bugre				X	
	Varronia polycephala	-				X	
	Varronia multispicata	louro			X		
	Cordia rufescens	ameixeira-brava				X	
	Heliotropium transalpinum	-			X	X	
	Myriopus breviflorus	-				X	
	Patagonula americana	guajuvira	X	X	X	X	
Brassicaceae	*Coronopus didymus*	mentruz				X	
	Lepidium virginicum	agrião-do-seco				X	
Bromeliaceae	*Billbergia zebrina*	bromélia			X		
	Billbergia nutans	-			X	X	
	Aechmea distichantha	caraguatá				X	
	Aechmea recurvata	-				X	
	Bromelia antiacantha	bananeira-do-mato			X	X	
	Wittrockia cyathiformis	-				X	
	Dyckia microcalyx	caraguatá-da-pedra				X	
	Tillandsia stricta	-				X	
	Tillandsia tenuifolia	-			X	X	
	Tillandsia tricholepis	cravo-do-mato			X		
	Tillandsia usneoides	barba-de-bode				X	
	Tillandsia geminiflora	cravo-do-mato			X		

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Tillandsia mallemontii	barba-de-pau			X		
	Tillandsia recurvata	cravo-do-mato			X		
	Vriesea friburgensis	-			X	X	
Cactaceae	*Lepismium lumbricoides*	rabo-de-rato					
	Lepismium cruciforme	cruzeta			X	X	
	Epiphyllum phyllanthus	dama-da-noite			X	X	
	Cereus hildmannianus	mandacaru			X		
	Pereskia aculeata	-			X	X	
	Rhipsalis cereuscula	-				X	
	Rhipsalis floccosa	cacto-macarrão			X		
	Rhipsalis teres	cacto-macarrão			X		
Caesalpiniaceae	*Apuleia leiocarpa*	grápia	X		X	X	VU-BR;
	Schnella microstachya	escada-de-macaco				X	
	Bauhinia forficata	pata-de-vaca	X		X	X	
	Bauhinia sp.	-	X				
	Senna alata	-				X	
	Senna hirsuta	-				X	
	Cassia leptophylla	-				X	
	Senna occidentalis	-				X	
	Cassia speciosa	arranha-gato		X			
	Copaifera langsdorfii	copaíba	X				
	Chamaecrista nictitans	-				X	
	Gleditsia amorphoides	faveiro				X	VU-BR;
	Holocalyx balansae	alecrim	X	X			
	Hymenaea courbaril	jatobá	X				
	Peltophorum dubium	canafístula	X			X	
	Pterogyne nitens	amendoim-bravo	X	X			NT-IUCN;
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	guanandí			X		
Campanulaceae	*Lobelia hassleri*	-				X	
	Lobelia hederacea	-				X	
	Triodanis perfoliata	-				X	
	Siphocampylus verticillatus	-				X	
	Wahlenbergia linarioides	-				X	
Cannaceae	*Canna indica*	biru				X	
Cannabaceae	*Trema micrantha*	grandiúva		X	X		
Cannelaceae	*Cinnamodendron dinisii*	pimenteira				X	
Caricaceae	*Jacaratia spinosa*	jaracatiá	X		X	X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Carica papaya	mamoeiro				X	
Cecropiaceae	*Cecropia pachystachia*	embaúba	X	X		X	
	Cecropia sp.	-	X				
Chrysobalanaceae	*Licania tomentosa*	oiti			X		
Clethraceae	*Clethra scabra*	carne-de-vaca				X	
Combretaceae	*Combretum fruticosum*	-				X	
	Terminalia catappa	sete-copas			X		
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	trapoeraba				X	
	Dichorisandra hexandra	-				X	
	Dichorisandra thyrsiflora	canudinho				X	
	Dichorisandra sp.	-			X		
	Tradescantia crassula	trapoeraba				X	
	Tripogandra diuretica	trapoeraba				X	
Convolvulaceae	*Ipomoea cairica*	-				X	
	Ipomoea coccinea	-				X	
	Ipomoea purpurea	corda-de-viola				X	
	Ipomoea saopaulista	-				X	
	Distimake quinquefolius	cinco-folhas			X		
	Jacquemontia mucronifera	-				X	
Cucurbitaceae	*Cyclanthera tenuifolia*	maxixe				X	
	Melothria pendula	pepininho				X	
	Wilbrandia ebracteata	-				X	
	Wilbrandia longisepala	-				X	
Cyatheaceae	*Alsophila setosa*	-			X	X	
	Cyathea atrovirens	-			X		
Cyperaceae	*Cyperus meyenianus*	tiririca				X	
	Rhynchospora exaltata	-				X	
Dennstaedtiaceae	*Lindsaea botrychioides*	-				X	
	Pteridium aquilinum	-				X	
	Dennstaedtia globulifera	-				X	
	Dennstaedtia obtusifolia	-				X	
Dicksoniaceae	*Dicksonia sellowiana*	xaxim			X		EN-PR; EN-BR;
Dilleniaceae	*Tetracera sellowiana*	capa-homem				X	
	Tetracera oblongata	-				X	
Dioscoreaceae	*Dioscorea multiflora*	-				X	
Dryopteridaceae	*Didymochlaena truncatula*	-				X	
	Megalastrum abundans	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
Elaeocarpaceae	*Sloanea lasiocoma*	sapopema				X	
Erytrhroxylaceae	*Erythroxylum argentinum*	-				X	
	Erythroxylum deciduum	cocão			X		
	Erythroxylum myrsinites	-				X	
Euphorbiaceae	*Actinostemon concolor*	laranjeira-do-mato	X		X	X	
	Acalypha brasiliensis	-				X	
	Acalypha gracilis	-				X	
	Acalypha multicaulis	-				X	
	Alchornea glandulosa	tapiá	X		X		
	Alchornea sidifolia	-				X	
	Alchornea triplinervia	tapiá	X		X	X	
	Bernardia pulchella	-				X	
	Croton floribundus	capixingui	X			X	
	Croton gaudichaudi	-				X	
	Croton urucurana	-			X	X	
	Croton splendidus	-				X	
	Dalechampia micromeria	cipó-urtiga				X	
	Dalechampia stipulacea	cipó-urtiga			X	X	
	Margaritaria nobilis	-				X	
	Micrandra elata	leiteiro-branco			X		
	Phyllanthus caroliniensis	-				X	
	Phyllanthus niruri	quebra-pedra				X	
	Phyllanthus sellowianus	sarandi-branco				X	
	Ricinus communis	mamona			X	X	
	Sapium glandulatum	leireiro	X	X	X	X	
	Savia dictyocarpa	araçazeiro				X	
	Sebastiania brasiliensis	branquilho			X	X	
	Gymnanthes klotzschiana	branquilho			X		
	Gymnanthes schottiana	sarandi				X	
	Sebastiania commersoniana	branquilho	X				
Fabaceae	*Aeschynomene americana*	-				X	
	Bauhinia forficata	pata-de-vaca					
	Canavalia bonariensis	-				X	
	Centrolobium tomentosum	araribá				X	
	Clitoria falcata	-			X	X	
	Crotalaria micans	-				X	
	Crotalaria spectabilis	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Dalbergia brasiliensis	-			X	X	VU-IUCN;
	Dalbergia frutescens	rabo-de-bugio	X		X	X	
	Macropsychanthus violaceus	-				X	
	Dioclea virgata	-				X	
	Dalbergia sp.	-	X				
	Delonix regia	-			X		
	Dahlstedtia muehlbergiana	feijão-cru			X		
	Erythrina speciosa	mulungu			X		
	Gleditsia amorphoides	espinho-de-cristo			X		VU-BR;
	Lonchocarpus sp.	-	X				
	Muellera campestris	rabo-de-bugio			X	X	
	Leucaena leucocephala	ingá-do-brejo			X		
	Lonchocarpus muehlembergianus	feijão-cru	X			X	
	Dahlstedtia floribunda	rabo-de-bugio				X	
	Machaerium acutifolium	-			X	X	
	Machaerium brasiliense	sapuva			X		
	Machaerium hirtum	jacarandá-ferro				X	
	Machaerium minutiflorum	sapuva				X	
	Machaerium nictitans	bico-de-pato				X	
	Machaerium paraguariense	jacarandá				X	RR-PR;
	Machaerium stipitatum	sapuvinha	X			X	
	Myrocarpus frondosus	cabreúva	X		X	X	RR-PR
	Zornia reticulata	-				X	
	Schizolobium parahyba	guapuruvu			X		
	Tipuana tipu	-			X		
	Poincianella pluviosa var. peltophoroides	sibipiruna			X		
	Phanera variegata	pata-de-vaca			X		
	Parapiptadenia rigida	angico-vermelho			X		
Flacourtiaceae	*Abatia angeliana*	-				X	
	Banara tomentosa	açucará				X	
	Casearia decandra	guassatunga				X	
	Casearia sylvestris	cafezeiro-bravo	X		X	X	
	Casearia obliqua	guaçatunga	X			X	
	Prockia crucis	-				X	
Gesneriaceae	*Sinningia douglasii*	rainha-do-abismo				X	
	Sinningia sellowii	rainha-do-abismo				X	
Haloragaceae	*Myriophyllum aquaticum*	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
Hippocrateaceae	*Hippocratea volubilis*	-				X	
	Pristimera celastroides	-				X	
Hymenophyllaceae	*Didymoglossum reptans*	-				X	
Hypoxidaceae	*Molineria capitulata*	capim-palmeira			X		
Icacinaceae	*Citronella paniculata*	carina				X	
Lamiaceae	*Condea elegans*	-				X	
	Hyptis sinuata	-				X	
	Condea thyrsiflora	-				X	
	Leonotis nepetifolia	cordão-de-frade				X	
	Leonurus sibiricus	cordão-de-frade				X	
	Ocimum carnosum	alfavaca				X	
Lauraceae	*Cinnamommum sellowianum*	-				X	
	Cinnamomum verum	canela			X		
	Endlicheria paniculata	canela	X		X	X	
	Nectandra falcifolia	canela	X				
	Nectandra lanceolata	canela-amarela	X		X	X	
	Nectandra megapotamica	canela-imbuia	X	X	X	X	
	Nectandra membranacea	canela-branca			X		
	Nectandra grandiflora	canela-amarela			X		
	Nectandra nitidula	canela			X		
	Nectandra puberula	-				X	
	Nectandra sp.	canela			X		
	Persea major	pau-andrade				X	
	Persea americana	abacateiro			X		
	Ocotea indecora	-				X	
	Ocotea kuhlmannii	-				X	
	Ocotea nutans	-				X	
	Ocotea acutifolia	canelão	X				
	Ocotea diospyrifolia	-	X				
	Ocotea odorifera	sassafrás			X		EN-PR; EN-BR;
	Ocotea sylvestris	canela				X	
	Ocotea pretiosa	canela-sassafrás				X	VU-IUCN;
	Ocotea porosa	imbuia			X		VU-PR; EN-BR; VU-IUCN;
	Ocotea pulchella	-				X	
	Ocotea puberula	canela-guaicá	X		X	X	
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis*	jequitibá	X		X		
	Cariniana legalis	jequitibá	X				EN-BR; VU-IUCN;

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
Liliaceae	*Cordyline dracaenoides*	uvarana				X	
	Cordyline spectabilis	uvarana			X		
Loganiaceae	*Spigelia beyrichiana*	-				X	
	Strychnos brasiliensis	-			X	X	
	Spigelia scabra	-				X	
Loranthaceae	*Phoradendron crassifolium*	erva-de-passarinho				X	
	Struthanthus polyrhizus	erva-de-passarinho				X	
	Tripodanthus acutifolius	erva-de-passarinho				X	
Lythraceae	*Cuphea calophylla*	sete-sangrias				X	
	Cuphea racemosa	-				X	
	Lagerstroemia indica	estremosa			X		
	Lafoensia pacari	dedaleira				X	
Malpighiaceae	*Dicella nucifera*	-				X	
	Heteropteris aceroides	-				X	
	Hiraea fagifolia	-				X	
	Mascagnia ovatifolia	-				X	
Malvaceae	*Bastardiopsis densiflora*	louro-branco	X		X	X	
	Ceiba speciosa	paineira			X		
	Malvaviscus penduliflorus	-				X	
	Pavonia garckeana	-				X	
	Pavonia sepium	-				X	
	Sida rhombifolia	guanxuma				X	
	Sida setosa	-				X	
	Wissadula hernandioides	-				X	
	Heliocarpus popayanensis	algodoeiro			X		
Marantaceae	*Goeppertia eichleri*	caeté				X	
	Goeppertia flavescens	caeté				X	
Melastomataceae	*Leandra australis*	pixirica			X	X	
	Leandra laevigata	pixirica			X		
	Leandra riograndensis	-				X	
	Miconia collatata	pixirica				X	
	Miconia discolor	pixirica				X	
	Miconia pusilliflora	-				X	
	Miconia cinnamomifolia	jacatirão-açu			X		
	Chaetogastra clinopodifolia	-				X	
	Chaetogastra gracilis	-				X	
	Chaetogastra longipilosa	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
Meliaceae	*Cedrela fissilis*	cedro	X		X	X	VU-BR; VU-IUCN;
	Cabralea canjerana	cangerana	X	X	X	X	
	Guarea kunthiana	baga-de-morcego			X	X	
	Guarea macrophylla	baga-de-morcego			X	X	
	Guarea guidonia	camboatã			X		
	Guarea sp.	-	X				
	Melia azedarach	santa-bárbara			X	X	
	Trichilia sp.	catiguá			X		
	Trichillia pallida	taúva				X	
	Trichila claussenii	catiguá	X				
	Trichilia casaretti	catiguá	X				VU-IUCN;
	Trichilia catigua	catiguá	X			X	
	Trichilia elegans	catiguá	X			X	
Menispermiaceae	*Abuta selloana*	pepino-de-rato				X	
	Cissampelos pareira	abutua				X	
Mimosaceae	*Acacia recurva*	unha-de-gato	X			X	
	Acacia polyphylla	angico-branco	X			X	
	Acacia paniculata	arranha-gato				X	
	Acacia plumosa	nhá-pindá				X	
	Albizia polycephala	-				X	
	Albizia hassleri	farinha-seca	X				
	Albizia niopoides	farinha-seca		X			
	Anadenanthera colubrina	monjoleiro	X		X	X	
	Anadenanthera macrocarpa	angico		X			
	Calliandra brevipes	caliandra			X	X	
	Calliandra foliolosa	sarandi			X	X	
	Calliandra selloi	-				X	
	Calliandra tweedii	cobéia			X		
	Enterolobium contortisiliquum	timbaúva	X		X	X	
	Holocalyx balansae	alecrim			X	X	
	Inga fagifolia	ingá	X				
	Inga marginata	ingá	X			X	
	Inga uruguensis	ingá-beira-rio	X				
	Inga sessilis	ingá			X	X	
	Inga vera	ingá			X	X	
	Inga sp.	-	X				
	Mimosa bimucronata	arranha-gato	X			X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Mimosa pigra	maricá				X	
	Mimosa pudica	sensitiva				X	
	Mimosa ramosissima	nhá-pindá				X	
	Pachystroma longifolium	olho-de-pomba		X			
	Piptadenia gonoacantha	pau-jacaré	X				
	Peltophorum dubium	canafístula			X	X	
	Parapiptadenia rigida	angico	X			X	
Monimiaceae	*Hennecartia omphalandra*	canema			X		
	Mollinedia widgrenii	-			X		
	Mollinedia elegans	-				X	
Moraceae	*Ficus luschnatiana*	figueira	X			X	
	Ficus auriculata	figueira-chilena			X		
	Ficus adhatodifolia	figueira	X			X	
	Ficus guaranitica	figueira	X				
	Ficus elastica	figueira			X		
	Ficus eximia	figueira-branca			X	X	
	Ficus monckii	-				X	
	Maclura tinctoria	tajuva	X			X	
	Morus nigra	amora			X		
	Sorocea bonplandii	soroca	X		X	X	
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	cereja			X		
Myrsinaceae	*Myrsine ferruginea*	capororoca	X				
	Myrsine coriacea	capororoca				X	
	Myrsine umbellata	capororocão	X		X	X	
	Rapanea ferruginea	capororoca		X			
Myrtaceae	*Myrtaceae sp.*	-	X				
	Feijoa sellowiana	goiaba-da-serra				X	
	Blepharocalyx salicifolius	guamirim			X	X	
	Eugenia subterminalis	guamirim				X	
	Myrcia glomerata	-				X	
	Campomanesia guazumifolia	sete-capotes			X	X	
	Campomanesia xanthocarpa	guabiroba	X	X	X	X	
	Eugenia burkartiana	guamirim-branco				X	
	Eugenia hyemalis	guamirim				X	
	Eugenia moraviana	-				X	
	Eugenia uniflora	pitanga	X	X	X	X	
	Eugenia jambolana	jambolão		X			

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Eugenia pyriformis	uvaia		X	X	X	
	Eugenia involucrata	cerejeira		X	X	X	
	Eugenia francavilleana	guamirim			X		
	Eugenia sonderiana	guamirim			X		
	Plinia rivularis	-			X	X	
	Psidium cattleianum	araçá			X		
	Psidium guajava	-				X	
	Psidium salutare	araçá-do-campo			X		
	Psidium sartorianum	cambú			X		
	Syzygium cumini	jambolão			X		
	Myrceugenia miersiana	caingué				X	NT-IUCN;
	Myrciaria cuspidata	-				X	VU-IUCN;
	Myrciaria delicatula	cambuí				X	
	Myrcia sp.	-	X				
	Myrcia obtecta	-				X	
	Myrcia rostrata	-				X	
	Myrcia glabra	guamirim-araçá			X		NT-IUCN;
	Myrcia selloi	cambuizinho-vermelho			X		
	Myrcia hatschbachii	caingá	X				
	Myrcianthes pungens	guabiju			X	X	EN-IUCN;
Nyctaginaceae	*Bougainvillea spectabilis*	buganvílea	X				
	Bougainvillea glabra	roseira-brava			X	X	
	Boerhavia coccinea	-				X	
	Pisonia aculeata	esporão-de-anta				X	
	Pisonia ambigua	maria-mole				X	
	Guapira opposita	maria-mole	X			X	
Nymphaeaceae	*Nymphaea sp.*	-	X				
Onagraceae	*Ludwigia elegans*	cruz-de-malta				X	
	Ludwigia octovalvis	cruz-de-malta				X	
Oleaceae	*Ligustrum japonicum*	ligustro			X		
	Ligustrum lucidum	alfeneiro			X		
Orchidaceae	*Sarcoglottis ventricosa*	orquídea-da-terra			X		
	Sacoila lanceolata	orquídea				X	
	Stenorhyncus australis	orquídea				X	
	Aspidogyne kuczynskii	orquídea-da-terra			X		
	Brasiliorchis chrysantha	orquídea			X		
	Brassavola tuberculata	orquídea			X		

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Capanemia micromera	micro-orquídea			X		
	Campylocentrum ulaei	micro-orquídea			X		
	Campylocentrum grisebachii	micro-orquídea			X		
	Catasetum fimbriatum	orquídea			X		
	Corymborkis flava	orquídea-da-terra			X		
	Cyclopogon elegans	orquídea-da-terra			X		
	Cyclopogon longibracteatus	orquídea-da-terra			X		
	Dichaea sp.	micro-orquídea			X		
	Epidendrum henschenii	orquídea			X		EN-BR;
	Gomesa sarcodes	oncídio			X		
	Maxillaria marginata	orquídea				X	
	Maxillaria vitelliniflora	orquídea				X	
	Miltonia flavescens	orquídea			X	X	
	Octomeria sp.	orquídea				X	
	Gomesa cornigera	orquídea				X	
	Gomesa florida	orquídea				X	
	Gomesa uniflora	orquídea			X		
	Oncidium sp.	orquídea				X	
	Oeceoclades maculata	orquídea-da-terra			X		
	Sanderella discolor	micro-orquídea			X		
	Trichocentrum pumilum	orquídea-miúda			X		
	Acianthera hatschbachii	orquídea				X	
	Acianthera hygrophila	orquídea				X	
	Acianthera ramosa	orquídea				X	
	Acianthera pubescens	orquídea				X	
	Pleurothallis sonderana	orquídea				X	
	Zygopetalum maxillare	orquídea-azul			X		
	Leptotes unicolor	micro-orquídea			X	X	
Oxalidaceae	*Oxalis linarantha*	azedinho				X	
	Oxalis rhombeo	-				X	
Passifloraceae	*Passiflora amethystina*	maracujá				X	
	Passiflora capsularis	maracujá				X	
	Passiflora sp.	maracujá-do-mato			X		
Phylotaccaceae	*Gallesia integrifolia*	pau-d'alho	X		X		
	Petiveria alliacea	guiné				X	
	Phytolacca dioica	ceboleiro				X	
	Phytolacca thyrsiflora	caruru				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Seguieria aculeata	limoeiro-do-mato				X	
	Seguieria guaranitica	limoeiro-do-mato				X	
Piperaceae	*Peperomia catharinae*	erva-de-vidro			X	X	
	Peperomia barbarana	-				X	
	Peperomia pereskiaefolia	-				X	
	Peperomia psilostachya	-				X	
	Peperomia rotundifolia	-				X	
	Peperomia tetraphyla	-			X	X	
	Peperomia trineura	-				X	
	Peperomia urocarpa	erva-de-vidro			X		
	Ottonia sp.	-	X				
	Piper aduncum	falso-jaborandi			X		
	Piper amalago	-			X	X	
	Piper dilatatum	pariparoba-murta			X		
	Piper glabratum	-				X	
	Piper hispidum	-				X	
	Piper gaudichaudianum	jaborandi	X		X	X	
Plantaginaceae	*Plantago australis*	tanchagem				X	
	Plantago major	tanchagem				X	
	Plantago tomentosa	tanchagem				X	
Poaceae	*Andropogon bicornis*	capim-rabo-de-burro	X			X	
	Urochloa plantaginea	braquiária				X	
	Brachiaria sp.	-	X				
	Chusquea ramosissima	caratuva				X	
	Chusquea sp.	-	X				
	Coix lacryma-jobi	conta-de-lágrima			X		
	Saccharum villosum	-				X	
	Ichinanthus inconstans	-				X	
	Canastra aristella	-				X	
	Megathyrsus maximus	colonhão				X	
	Rugoloa pilosa	-				X	
	Olyra latifolia	-				X	
	Olyra humilis	taboca			X		
	Merostachys sp.	-	X				
	Schizachyrium condensatum	paina				X	
	Setaria scabrifolia	-				X	
	Poidium calotheca	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Paspalum notatum	capim-pé-de-galinha				X	
	Paspalum sp.	-	X				
Podostemaceae	*Apinagia riedelii*	-				X	
	Mourera aspera	rapolho-da-mata				X	
	Podostemum distichum	-			X	X	
	Podostemum comatum	-				X	
	Podostemum rutifolium	-				X	VU-BR;
	Tristicha trifaria	-				X	
Podocarpaceae	*Podocarpus lambertii*	pinheiro-bravo			X		
Polypodiaceae	*Microgramma squamulosa*	samambaia			X	X	
	Microgramma lindbergii	-				X	
	Campyloneurum crispum	-				X	
	Niphidium crassifolium	-			X	X	
	Pleopeltis hirsutissima	-				X	
	Pleopeltis polypodioides	-				X	
	Pecluma pectinatiformis	-				X	
	Pecluma sicca	-				X	
	Pleopeltis angusta	-				X	
	Pleopeltis minima	samambaia			X		
	Pleopeltis pleopeltifolia	samambaia			X		
Polygalaceae	*Acanthocladus brasiliensis*	-				X	
	Polygala lancifolia	-				X	
Polygonaceae	*Ruprechtia laxifora*	marmeleiro	X			X	
	Coccoloba cordata	-				X	
	Polygonum acuminatum	erva-de-bicho			X		
	Rumex obtusifolius	língua-de-vaca				X	
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	aguapé			X		
Portulacaceae	*Polygonum acuminatum*	erva-de-bicho				X	
	Polygonum punctatum	erva-de-bicho				X	
	Portulaca oleracea	beldroega				X	
	Talinum paniculatum	-				X	
	Talinum patens	beldroega-grande				X	
Primulaceae	*Lysimachia arvensis*	-				X	
Proteaceae	*Roupala montana var. brasiliensis*	carvalho-brasileiro			X	X	
	Grevillea robusta	grevilhe			X		
Pteridaceae	*Doryopteris nobilis*	samambaia			X	X	
	Doryopteris collina	samambaia			X		

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Doryopteris concolor	-				X	
	Adiantopsis chlorophylla	-				X	
	Adiantopsis radiata	-			X	X	
	Adiantum petiolatum	-				X	
	Adiantum raddianum	-				X	
	Hemionitis tomentosa	-				X	
	Pteris deflexa	-				X	
	Pteris denticulata	-				X	
	Pityrogramma calomelanos	-				X	
	Pityrogramma trifoliolata	-				X	
Rhamnaceae	*Colubrina glandulosa*	sobrasil	X			X	
	Gouania latifolia	-				X	
	Gouania ulmifolia	-				X	
	Hovenia dulcis	uva-de-japão			X	X	
	Scutia buxifolia	coronilha				X	
Rosaceae	*Prunus brasiliensis*	pessegueiro-bravo	X			X	
	Prunus sellowii	pessegueiro-bravo	X			X	
	Prunus myrtifolia	pessegueiro-do-mato			X		
	Acaena eupatoria	-				X	
	Agrimonia hirsuta	-				X	
	Eriobotrya japonica	ameixa-amarela			X		
	Rubus sp.	framboesa			X		
	Rubus brasiliensis	amora-branca			X	X	
	Rubus erythroclados	-			X	X	
	Rubus rosifolius	amora-do-mato				X	
Rubiaceae	*Cordiera concolor*	-				X	
	Borreria dasycephala	-				X	
	Chomelia obtusa	-				X	
	Coccocypselum guianense	-				X	
	Coccocypselum lanceolatum	-				X	
	Coussarea contracta	-				X	
	Galianthe brasiliensis	poaia-branca				X	
	Borreria dasycephala	-				X	
	Emmeorhiza umbellata	-				X	
	Faramea porophylla	pimenteira				X	
	Galium hypocarpium	-				X	
	Geophila repens	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Guettarda uruguensis	veludo				X	
	Hamelia patens	-				X	
	Manettia cordifolia	-				X	
	Manettia luteo-rubra	coral			X		
	Manettia paraquarensis	-				X	
	Randia armata	-				X	
	Richardia brasiliensis	poaia				X	
	Rudgea jasminoides	-				X	
	Simira hexandra	-				X	
	Psychotria carthagenensis	-				X	
	Psychotria leiocarpa	cafeeiro-do-mato			X	X	
	Psychotria suterella	araçá-de-macaco			X	X	
Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	marfim	X		X	X	RR-PR; EN-IUCN;
	Citrus limon	limoeiro			X		
	Citrus sinensis	laranjeira			X		
	Esenbeckia sp.	-	X				
	Esenbeckia leiocarpa	guarantã			X		VU-IUCN;
	Esenbeckia febrifuga	-			X	X	
	Esenbeckia grandiflora	-			X	X	
	Hellieta apiculata	canela-de-veado	X		X	X	
	Metrodorea nigra	-				X	
	Murraya paniculata	falsa-murta			X		
	Pilocarpus pennatifolius	jaborandi			X	X	
	Zanthoxylum sp.	-	X				
	Zanthoxylum subserratum	mamica-de-cadela		X			
	Zanthoxylum rugosum	mamica-de-porca	X			X	
	Zanthoxylum rhoifolium	mamica-de-porca	X		X	X	
	Zanthoxylum kleinii	mamica-de-porca				X	
	Zanthoxyllum hyemale	mamica-de-porca	X			X	
Salviniaceae	*Salvinia molesta*	mururé-carrapatinho			X		
Sapindaceae	*Serjania sp.*	-	X				
	Serjania caracasana	-				X	
	Serjania communis	-				X	
	Serjania fuscifolia	-				X	
	Serjania glabrata	-				X	
	Serjania glutinosa	-				X	
	Serjania laruotteana	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Serjania meridionalis	-			X	X	
	Serjania reticulata	-				X	
	Allophylus edulis	vacum	X		X	X	
	Allophyllus guaraniticus	vacum	X		X	X	
	Cardiospermum grandiflorum	-				X	
	Cupania vernalis	cuvatã	X		X	X	
	Diatenopteryx sorbifolia	maria-preta	X		X	X	
	Matayba elaeagnoides	miguel-pintado	X	X	X	X	
	Urvillea laevis	-				X	
	Urvillea ulmacea	timbó				X	
	Paullinia elegans	-				X	
	Paullinia meliaefolia	cipó-guaraná				X	
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum*	aguaí	X		X	X	
	Chrysophyllum marginatum	aguaí	X			X	
	Pouteria gardneriana	-				X	
Schrophulariaceae	*Agalinis communis*	-				X	
	Mazus pumilus	-				X	
	Mecardonia procumbens	-				X	
	Scoparia dulcis	-				X	
Schizaeaceae	*Anemia phyllitidis*	-				X	
	Anemia tomentosa	-				X	
Selaginellaceae	*Selaginella marginata*	-				X	
	Selaginella sulcata	-				X	
Simaroubaceae	*Picramnia excelsa*	pau-amargo				X	VU-BR; VU-IUCN;
	Picramnia ramiflora	cedrinho				X	
	Picramnia sellowii	-				X	
Smilacaceae	*Smilax campestris*	salsaparrilha				X	
	Smilax elastica	salsaparrilha				X	
	Smilax salicifolia	salsaparrilha				X	
Solanaceae	*Vassobia breviflora*	-				X	
	Brugmansia suaveolens	trombeira			X	X	EN-IUCN;
	Brunfelsia cuneifolia	manacá				X	
	Brunfelsia uniflora	manacá			X	X	
	Athenaea tomentosa	-				X	
	Cestrum bracteatum	-				X	
	Cestrum corimbosum	-				X	
	Cestrum intermedium	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Cestrum strigilatum	-				X	
	Solanum diploconos	-				X	
	Datura stramonium	trombeteira				X	
	Nicotiana langsdorffi	-				X	
	Physalis pubescens	camapu				X	
	Solanum aculeatissimum	joá				X	
	Solanum americanum	erva-moura				X	
	Solanum argenteum	-				X	
	Solanum caavurana	jurubebarana				X	
	Solanum fastigiatum	jurubeba				X	
	Solanum flaccidum	joá-cipó-cheiroso			X		
	Solanum gemellum	-				X	
	Solanum gracillimum	-				X	
	Solanum granuloso-leprosum	fumo-bravo				X	
	Solanum erianthum	fumo-bravo	X				
	Solanum mauritianum	fumo-bravo		X	X	X	
	Solanum inaequale	-				X	
	Solanum lacerdae	-				X	
	Solanum pdeudoquina	-				X	
	Solanum sanctae-catharinae	joá-manso				X	
	Solanum variabile	-				X	
	Vassobia breviflora	-				X	
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia*	mutambo	X		X		
	Byttneria australis	juquiri				X	
Symplocaceae	*Symplocos uniflora*	maria-mole				X	
Tectariaceae	*Ctenitis submarginalis*	-				X	
	Tectaria villosa	-				X	VU-IUCN;
Thelypteridaceae	*Macrothelypteris torresiana*	-				X	
	Thelypteris brevisora	-				X	
	Thelypteris dentata	-				X	
	Thelypteris hispidula	-				X	
	Thelypteris riograndensis	-				X	
	Thelypteris scabra	-				X	
Thymelaeaceae	*Daphnopsis fasciculata*	embira	X				
Tiliaceae	*Luehea divaricata*	açoita-cavalo	X	X	X	X	
	Luehea candicans	mutamba-preta			X		
	Corchorus argutus	-				X	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	R1	R2	R3	R4	Status de ameaça
	Heliocarpus americanus	pau-de-jangada				X	
	Triumfetta semitriloba	-				X	
Tropaeolaceae	*Tropaeolum pentaphyllum*	-				X	
Ulmaceae	*Trema micrantha*	crindiúva	X			X	
	Celtis iguanaea	esporão-de-galo			X	X	
	Celtis triflora	-				X	
	Celtis sp.	-	X				
Urticaceae	*Urera baccifera*	urtigão	X		X	X	
	Urera aurantiaca	-				X	
	Boehmeria caudata	urtiga-mansa				X	
	Boehmeria tomentosa	-				X	
	Cecropia pachystachya	embaúba-branca			X		
	Cecropia glaziovii	embaúba-vermelha			X		
Verbenaceae	*Aegiphila sellowiana*	tamanqueira	X			X	
	Aegiphila mediterranea	pau-de-gaiola				X	
	Aloysia virgata	lixeira			X	X	
	Bouchea fluminensis	-				X	
	Duranta vestita	esporão-de-galo				X	
	Lippia brasiliensis	-				X	
	Lantana camara	cambará-de-espinho				X	
	Lantana trifolia	-				X	
	Stachytarpheta cayennensis	-				X	
	Verbena bonariensis	-				X	
	Vitex megapotamica	tarumã	X		X	X	
Violaceae	*Pombalia bigibbosa*	-			X	X	
	Pombalia communis	-				X	
Vitaceae	*Cissus verticillata*	-				X	
Vittariaceae	*Vittaria lineata*	-				X	
Zingiberaceae	*Hedychium coronarium*	lirio-do-brejo			X	X	
Woodsiaceae	*Diplazium cristatum*	-				X	
	Diplazium ambiguum	-				X	
Winteraceae	*Drymis brasiliensis*	cataia				X	
TOTAL =		**804**	**121**	**25**	**259**	**603**	**32**

Referências: R1 – STCP (2006); R2 – Toledo Energia Renovável (2015); R3 – STCP (2016); R4 – Sociedade da Água (2008). **Categoria de ameaça:** NT- Quase ameaçado; VU – Vulnerável; EN – Em perigo; CR – Criticamente em perigo; RR- Rara. **Status de conservação:** BR – MMA (2022); IUCN (2023); PR – Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná (1995).

8.4.5.3 Materiais e Métodos

O procedimento adotado para o inventário da floresta nativa objeto de solicitação de supressão vegetal para fins de implantação do empreendimento foi o de amostragem casual simples, onde foram amostrados todos os indivíduos vivos ou mortos com DAP igual ou maior a 10 cm existentes em cada parcela. Este processo leva em consideração que a área amostrada é homogênea no que diz respeito à variável a ser amostrada, considerando também que todas as unidades amostrais da população têm igual chance de participar da amostra.

Materiais utilizados

Os seguintes materiais listados foram utilizados para o levantamento florestal em questão:

- Trena (20 M) – Medidas para delimitação da parcela.
- Fita métrica (1,50 m) – Medição da circunferência dos indivíduos amostrados a altura do peito (CAP).
- Tablet – Localização através de mapa digital e marcação de parcelas através de aplicativo de geolocalização.
- Software Mata Nativa v.4.10 para lançamento dos dados de campo e processamento dos dados.
- Plaquetas enumeradas – Marcação dos indivíduos arbóreos com diâmetro igual ou superior a 47 cm de (CAP).
- Pregos e Martelo – Fixação das plaquetas
- Planilhas de Campo – Anotação de dados levantados no campo.
- Facão – Abertura de trilhas para acesso e implantação das parcelas.
- Máquina Fotográfica – Registro fotográfico do trabalho e espécies para posterior utilização no relatório.
- Fio Eletro plástico – Delimitação das parcelas.

Amostragem de parcelas

Para levantamento dos dados foram locadas e mensuradas todas as árvores existentes dentro de cada parcela de 100 m². Para levantamento das epífitas o método empregado nos trabalhos de campo foi o "caminhamento", o qual consiste em três etapas distintas:

reconhecimento dos tipos de vegetação na área amostrada; elaboração da lista das espécies encontradas a partir das áreas amostradas; e análise dos resultados (FILGUEIRAS et al.,1994).

O levantamento florístico foi realizado a partir de caminhadas dentro da área de supressão, buscando percorrer o máximo da área, considerando-se inclusive as bordas do fragmento. A coleta de material foi realizada somente quando sua identificação não foi possível no momento do caminhamento pela área. A amostragem foi aleatória, causal simples, sendo o método básico de seleção probabilística em que, na seleção de uma amostra composta de *n* unidades de amostra, todas as possíveis combinações das n unidades teriam iguais oportunidades de serem selecionadas. Os métodos de amostragem são modificações desse e são elaboradas com a finalidade de se conseguir maiores precisões e, ou, economia.

Em qualquer estágio da amostragem, a seleção de uma determinada unidade deve ser livre de escolha deliberada e inteiramente independente da seleção de todas as outras unidades. Numa amostragem causal simples, a população florestal é considerada como única e inteiramente composta pela *N* unidades de amostra espaciais de áreas fixas, que a cobrem. Quando se usam pontos de amostragem, o tamanho N pode ser considerado infinito. Nesse caso, uma amostra com *n* unidades é casualmente escolhida com igual probabilidade de seleção. Segue na tabela e figura abaixo a localização das parcelas amostradas.

Tabela 101: Dados das parcelas amostradas durante o levantamento.

Parcela	Área (m2)	Descrição	Largura	Comprimento	Latitude 1	Longitude 1	Altitude
1	100	P1	10	10	-24,5594101	-53,9325905	390
2	100	P2	10	10	-24,5597493	-53,9324349	386
3	100	P3	10	10	-24,5590671	-53,9329307	398
4	100	P4	10	10	-24,5586755	-53,9332749	365
5	100	P5	10	10	-24,5584083	-53,9343633	359
6	100	P6	10	10	-24,5581564	-53,9349788	356
7	100	P7	10	10	-24,5579066	-53,9356687	337
8	100	P8	10	10	-24,5576896	-53,9364491	344
9	100	P9	10	10	-24,5592563	-53,9323126	355



Figura 194: Localização das parcelas amostrais.

O tamanho ideal da unidade de amostra é aquele que representa com boa precisão o total da área inventariada, assim, a amostra deve abranger a maior variação possível. De qualquer forma, os aspectos práticos relacionados com o tempo de medição e com os custos devem ser levados em consideração (MOREIRA, 1978; SPURR, 1952) recomenda que o tamanho da unidade de amostra seja suficientemente grande para conter um mínimo de 20 a 30 árvores e bastante pequena para não necessitar de um tempo excessivo de medição.

Através de observações das características qualitativas realizadas a campo, durante o inventário florestal, e da avaliação quantitativa obtida pela amostragem, os resultados serão apresentados considerando o objetivo deste trabalho, que é a solicitação de supressão de vegetação nativa na área delimitada para a implantação da CGH Giacomini em Três Barras do Paraná/PR.

Assim foram utilizados os resultados correspondentes às 9 parcelas de aproximadamente de 10 metros de largura X 10 metros de comprimento, perfazendo a área da unidade amostral de 100,00 m² cada parcela e 900,00 m² de área total amostradas nas áreas de supressão vegetal, que representam a cobertura vegetal existente na área onde será implantada da CGH Giacomini.

Os trechos de supressão foram especificamente apenas em pontos dos fragmentos florestais existentes, sendo que a área total de supressão em fragmento será de apenas 1,5309 hectares, ou 15.309 m². Também deve se considerar que como são áreas antropizadas a muitos anos com uso do subosque pelo gado, a vegetação não apresenta-se com mesma características ao longo de todo o empreendimento, assim pode-se observar a campo estas características bem como os locais de instalação das parcelas foram por todo o trecho do empreendimento caracterizando fielmente a vegetação.

Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada para as variáveis: Média, Variância, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (%), Variância da Média, Erro Padrão da Média, Valor de t tabelado (95%), Erro de Amostragem Absoluto, Erro de Amostragem Relativo (%), Número ótimo de parcelas necessárias.

A análise estatística de comprovação da suficiência amostral e do limite de erro respeitou a condição de ser, no máximo, 20% com 95% de probabilidade. O erro amostral deste inventário foi de 11,75%. O número ótimo de parcelas foi atendido, haja vista que a condição mínima demandou 7 parcelas para alcançar os parâmetros de erro de amostragem e intervalo de confiança e foram realizadas 9 parcelas. Os valores determinados, a partir do inventário florestal, foram por somatório, por média e por inferência, através das fórmulas abaixo.

Tabela 102: Parâmetros analisados.

Parâmetro \ Nível de Inclusão	**1**
Área Total (ha)	1,53
Parcelas	9
n (Número Ótimo de Parcelas)	7
Volume Medido	31,2631
Média	3,4737
Desvio Padrão	0,5477
Variância	0,3
Variância da Média	0,0314
Erro Padrão da Média	0,1771
Coeficiente de Variação %	15,7671
Valor de t Tabelado	2,306
Erro de Amostragem	0,4084

Parâmetro \ Nível de Inclusão	1
Erro de Amostragem %	11,758
IC para a Média (95 %)	3,0652 <= X <= 3,8821
IC para a Média por ha (95 %)	306,5241 <= X <= 388,2112
Volume Estimado	531,7851
IC para o Total (95 %)	469,2577 <= X <= 594,3125
EMC	3,1443

Volume: O volume total de madeira existente em uma dada área é a soma do volume de cada indivíduo localizada nesta área. Para o cálculo do volume é ∑ necessário a utilização das duas variáveis dendrométricas supracitadas.

$$V = \frac{\pi * DAP^2}{4} * Ht * f$$

Em que:

V = volume;

Pi (π) = 3,1416;

DAP = diâmetro;

Ht = altura;

f = fator de forma.

Altura média: calcula-se a altura média das árvores para cada parcela, sendo então possível estima-la por hectare.

$$\bar{h}\,(m) = \frac{\Sigma h}{ni}$$

Em que:

∑h = soma das alturas das árvores amostradas na parcela;

Ni = Número de árvores amostradas na parcela.

Área basal: A área basal é um importante parâmetro da densidade do povoamento. Normalmente é expressa em m^2/ha, fornecendo o grau de ocupação de determinada área por madeira.

$$g = \frac{\pi . DAP^2}{4}, \text{ se o diâmetro estiver em metros}$$

$$g = \frac{\pi . DAP^2}{40.000}, \text{ se o diâmetro estiver em centímetro}$$

em que:

g = área basal;

pi = 3,1416;

DAP = diâmetro;

Fator de forma (ff): é a conversão entre o volume do cilindro e o volume real da árvore. Utilizou-se o fator de forma (ff) multiplicador de 0,55 para as espécies nativas no cálculo do volume total em metro cúbico.

Variância: Corresponde à variância da variável amostrada.

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Em que:

S_X^2 = variância da variável amostrada (número de árvores, área basal ou volumes);

n = número de amostras.

Desvio Padrão: Corresponde à raiz da variância da variável amostrada.

$$S_X = \pm\sqrt{S_X^2}$$

Em que:

S X = Desvio padrão da variável amostrada;

S_X^2 = variância da variável amostrada;

Erro padrão: O erro padrão da média expressa a precisão da média amostral na forma linear e na mesma unidade de medida.

$$S_{\bar{X}} = \pm\sqrt{S_{\bar{X}}^2}$$

Em que:

$S_{\bar{X}}$ = erro padrão da média da variável amostrada;

$S_{\bar{X}}^2$ = variância da média da variável amostrada.

$$V_{\bar{X}}^2 = \frac{(CV)^2}{n}(1-f)$$ Para uma população finita

$$V_{\bar{X}}^2 = \frac{(CV)^2}{n}$$ Para uma população infinita

Em que:

$V_{\bar{X}}^2$ = variância da média relativa da variável amostrada;

CV = coeficiente de variação da variável amostrada;

n = número de amostras

Coeficiente de Variação: Estima a variação relativa da variável amostrada em torno da sua média

$$CV\% = \frac{S_X}{\bar{X}} x100$$

Em que:

CV% = coeficiente de variação da variável amostrada;

S X = Desvio padrão da variável amostrada;

$\bar{X}$ = média da variável amostrada;

Intervalo de Confiança para a Média: Determina os limites inferior e superior, dentro do qual espera-se encontrar, probabilisticamente, o valor paramétrico da variável estimada. Este intervalo é baseado na distribuição (t) de Student.

$$IC\left[\bar{X} - t.S_{\bar{X}} \leq \mu \leq \bar{X} + t.S_{\bar{X}}\right] = P$$

Em que:

IC = intervalo de confiança;

$\bar{X}$ = média da variável amostrada.

$S_{\bar{x}}$ = erro padrão da média da variável amostrada;

t = valor tabelado de *t* para um nível de significância a definido pelo usuário na janela

m = média paramétrica ou verdadeira;

P = probabilidade de ocorrência do intervalo.

Densidade: Expressa a participação das diferentes espécies dentro da associação vegetal.

Densidade absoluta (DA) indica o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área [hectare (ha)].

$$DA = \frac{n}{Área}$$

Densidade relativa (DR) indica a participação de cada espécie de cada relação ao número total de árvores/indivíduos.

$$DR = \left(\frac{n}{N}\right) * 100$$

n = número de indivíduos de uma determinada espécie.

N = número total de indivíduos.

Frequência: Exprime a distribuição espacial de cada espécie na área. Indica o número de unidades amostrais que uma espécie que ocorre a reação ao número total de unidades amostrais.

Frequência absoluta (FA) indica a porcentagem (ou proporção) de ocorrência de uma espécie em uma determinada área.

$$FA = \frac{pi}{P} * 100$$

pi = número de parcelas (unidades amostrais) com ocorrência da espécie i.

P = número total de parcelas (unidades amostrais) na amostra.

Frequência relativa (FR) é a reação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma.

$$FR = \frac{FAi}{\sum FA} * 100$$

FAi = Frequência absoluta de lima determinada espécie.

ΣFA = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

A frequência fornece uma informação a respeito da dispersão das espécies. Espécies com um elevado número de indivíduos podem apresentar baixos valores de frequências em função de seus indivíduos estarem agrupados, ao passo que outras espécies podem apresentar 100% de frequência por seus indivíduos encontra-se distribuídos em todas parcelas amostradas.

Dominância: A Dominância refere-se a taxa de ocupação do ambiente pelos os indivíduos de uma dada espécie por unidade da área, geralmente por hectare.

Dominância absoluta (DoA) é definida como a área basal total de uma determinada espécie (*gi*) por unidade de área, geralmente o hectare.

$$DoA: \frac{gi}{Área\ (ha)}$$

$$gi = \frac{\pi . DAP^2}{4}$$

Dominância relativa (DoR) representa a porcentagem da área basal de uma determinada espécie (gi) em relação a área basal de todas as espécies amostradas (G), o somatório das áreas basais individuais, ambas calculadas por unidade de área.

$$DoR = (\frac{gi}{G}) * 100$$

$$G = \sum gi$$

A dominância pode ser definida como a projeção da área basal a superfície do solo, fornecendo deste modo uma medida mais eficaz da biomassa do que simplesmente o número de indivíduos.

Índice de Valor de Importância (IVI) é o índice que caracteriza a importância de cada espécie na comunidade (sob a perspectiva horizontal), resumindo os critérios de análise dos três parâmetros (DR, FR, DoR). É a soma da abundância, da frequência dominância relativa de cada espécie da associação vegetal.

$$IVI = DR + FR + DoR$$

Teoricamente, a espécie mais importante em termos de IVI é aquela que apresenta o maior sucesso em explorar os recursos de seu habitat. A partir da análise de cada parâmetro que compõe o IVI pode-se compreender se a espécie é abundante ou não, se apresenta distribuição agrupada ou dispersa e também se ela possui área basal ou não, dando uma ideia sobre densidade, distribuição espacial e a dimensão alcançada pela população de uma espécie a demais.

Índice de Valor de Cobertura (IVC) é o somatório dos parâmetros relativos de densidade e dominância das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, baseando-se, contudo, apenas na densidade e na dominância.

$$VC_i = DR_i + DoR_i;$$

A Curva do Coletor, por sua vez, é uma técnica que surgiu da relação espécie-área, considerada de grande importância na caracterização de comunidades vegetais, e que vem sendo extensivamente utilizada em estudos de fitossociologia, particularmente no Brasil para indicar a suficiência amostral. Entretanto, vários autores (HOPKINS, 1957), (MARTINS e SANTOS, 1999), (RICE e KELTING, 1955) já expressaram desconforto com o conceito de suficiência e com o uso da curva do coletor como forma de determinar a adequação de uma amostra para estudos de ecologia vegetal.

A própria ideia da existência de um patamar, entendido como o ponto em que a inclusão de unidades amostrais não resultaria na inclusão de novas espécies na amostra, é outro aspecto limitante da curva do coletor. Mesmo que esse ponto seja atingido em florestas de altas latitudes ou em comunidades vegetais herbáceas, ele provavelmente não será observado em biomas florestais tropicais onde a diversidade de espécies é muito grande (CAIN e CASTRO, 1959), (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974).

A intensidade amostral é a razão entre o tamanho da amostra (n) e o tamanho da população, isto é, a razão entre o número de unidades amostrais que compõem a amostra e o número total de unidades amostrais da população (N). A intensidade amostral pode ser expressa também pela razão entre a área amostrada (a) e a área total da população (A). É recomendável que um inventário florestal atinja pelo menos de 1 a 2 % de área de amostragem total objeto do levantamento, para que seus dados demonstrem a realidade dos valores levantados na área.

Considerando que a área total da população é igual a área total de supressão, então temos:

$$f = a/A$$

$$f = 900/15.309$$

$$\boldsymbol{f = 0{,}0587 * 100 = 5{,}87\%}$$

A: área total de supressão 15.309 m²

a: área de amostragem 900 m²

Portanto, a Densidade da Intensidade Amostral deste inventário atingiu 5,87 % da área total.

Índices de Diversidade

Para o inventário em tela, optou pelos Índices de Diversidade apresentados na tabela a seguir, por serem os mais aplicados e confiáveis para os modelos de inventários comumente realizados.

Índice de Simpson: Este índice mede a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso pertence à mesma espécie. É possível dizer que quanto menor a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, maior a diversidade de espécies, logo, quanto menor o valor do índice de Simpson, maior a diversidade. O índice de Simpson varia de 0 a 1, quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Índice de Shannon – Weaver: Este índice quantifica a diversidade de acordo, não só com a quantidade de espécies, mas também com a homogeneidade com que estas espécies se distribuem na área. Quanto maior o número de espécies e quanto mais homogêneas a sua distribuição, maior a diversidade.

Pielou: Esse índice dimensiona o grau de homogeneidade de distribuição ou a taxa percentual da distribuição máxima, denominada de Equabilidade. Quando o índice atingiu 100% temos que a floresta atingiu sua homogeneidade de distribuição máxima.

8.4.5.4 Resultados e Discussão

8.4.5.4.1 Riqueza de espécies

Neste presente levantamento foi amostrado um total de 183 indivíduos arbóreos de 23 espécies. Quanto ao número de espécies amostrado por família, optou-se por apresentar em

forma de gráfico as famílias mais abundantes no levantamento, conforme pode ser visualizado a seguir.

Tabela 103: Espécies registradas nas parcelas amostradas do empreendimento.

N	Nome Científico	Nome Comum	Família	Grupo
1	*Luehea divaricata*	Açoita-cavalo	Malvaceae	Secundária
2	*Albizia polycephala*	Angico-branco	Fabaceae	Pioneira
3	*Parapiptadenia rigida*	Angico-vermelho	Fabaceae	Pioneira
4	*Sebastiania commersoniana*	Branquilho	Euphorbiaceae	Pioneira
5	*Myrocarpus frondosus*	Cabreúva	Fabaceae	Secundária
6	*Matayba elaegnoides*	Camboatá-branco	Sapindaceae	Secundária
7	*Nectandra lanceolata*	Canela-amarela	Lauraceae	Secundária
8	*Helietta apiculata*	Canela-de-veado	Rutaceae	Secundária
9	*Cedrela fissilis*	Cedro	Meliaceae	Secundária
10	*Eugenia involucrata*	Cerejeira	Myrtaceae	Secundária
11	*Casearia sylvestris*	Chá-de-bugre	Salicaceae	Pioneira
12	*Cecropia packystachya*	Embaúva	Urticaceae	Clímax
13	*Machaerium paraguariense*	Jacaranda	Fabaceae	Secundária
14	*Trema micrantha*	Grandiuva	Cannabaceae	Secundária
15	*Syagrus romanzoffiana*	Jerivá	Arecaceae	Clímax
16	*Sapium glandulosum*	Leiteiro	Euphorbiaceae	Secundária
17	*Cordia trichotoma*	Louro-pardo	Boraginaceae	Pioneira
18	*Eugenia uniflora*	Pitanga	Myrtaceae	Secundária
19	*Lonchocarpus campestris*	Rabo-de-bugio	Fabaceae	Secundária
20	*Alchornea triplinervia*	Tanheiro	Euphorbiaceae	Pioneira
21	*Ateleia glazioviana*	Timbó	Fabaceae	Pioneira
22	*Eugenia pyriformis*	Uvaia	Myrtaceae	pioneira
23	*Allophylus edulis*	Vacum	Sapindaceae	Secundária

Segue abaixo dados de DAP estratificados conforme enquadramento da CONAMA para estágio médio de regeneração.

Tabela 104: Estratificação dos dados por escalas de DAP de cada espécie inventariada.

Código	Nome Científico	Nome Comum	< 9,99	10 |- 24,99	>= 25	Total
1	*Luehea divaricata*	Açoita-cavalo	3	14	1	18
2	*Albizia polycephala*	Angico-branco	0	2	0	2
3	*Parapiptadenia rigida*	Angico-vermelho	0	7	1	8
4	*Sebastiania commersoniana*	Branquilho	7	66	3	76

Código	Nome Científico	Nome Comum	< 9,99	10 |- 24,99	>= 25	Total
5	*Myrocarpus frondosus*	Cabreúva	0	1	0	1
6	*Matayba elaegnoides*	Camboatá-branco	1	6	0	7
7	*Nectandra lanceolata*	Canela-amarela	0	1	2	3
8	*Helietta apiculata*	Canela-de-veado	1	11	2	14
9	*Cedrela fissilis*	Cedro	0	1	0	1
10	*Eugenia involucrata*	Cerejeira	0	2	0	2
11	*Casearia sylvestris*	Chá-de-bugre	2	3	0	5
12	*Cecropia packystachya*	Embaúva	0	1	0	1
13	*Machaerium paraguariense*	Jacaranda	0	1	1	2
14	*Trema micrantha*	Grandiuva	1	0	0	1
15	*Syagrus romanzoffiana*	Jerivá	0	1	3	4
16	*Sapium glandulosum*	Leiteiro	2	9	0	11
17	*Cordia trichotoma*	Louro-pardo	1	3	2	6
18	*Eugenia uniflora*	Pitanga	2	7	0	9
19	*Lonchocarpus campestris*	Rabo-de-bugio	0	1	0	1
20	*Alchornea triplinervia*	Tanheiro	1	0	3	4
21	*Ateleia glazioviana*	Timbó	0	1	0	1
22	*Eugenia pyriformis*	Uvaia	1	3	0	4
23	*Allophylus edulis*	Vacum	1	1	0	2
Total	**23**		**23**	**142**	**18**	**183**

8.4.5.4.2 Indicadores ecológicos

- Índices de Diversidade

Segue abaixo a tabela mostrando os resultados da análise estatística obtida através dos dados lançados no Software Mata Nativa 4.

Tabela 105: Resultados das análises estatísticas.

Parcela	N	S	H'	C	J
1	25	1	0	0	-
2	21	10	2,05	0,88	0,89
3	24	7	1,25	0,6	0,64
4	30	6	1,19	0,62	0,66
5	21	6	1,59	0,8	0,89
6	12	7	1,7	0,83	0,87

Parcela	N	S	H'	C	J
7	20	8	1,8	0,84	0,87
8	16	8	1,75	0,81	0,84
9	14	5	1,22	0,66	0,76
Geral	**183**	**23**	**2,27**	**0,8**	**0,72**

Índice de Simpson: Neste caso o valor do índice, 0,80, foi alto se comparado ao valor máximo de 1. Sendo assim, percebe-se que é alta a probabilidade de dois indivíduos selecionados aleatoriamente serem da mesma espécie, o que indica baixa diversidade de espécies na área inventariada.

Índice de Shannon – Weaver: atingiu o valor de 2,27, sendo que geralmente ele varia de 1,5 a 3,5, com raras aparições superiores a esse valor. Sendo assim, podemos considerar as amostras apresentaram razoável homogeneidade e diversidade.

Pielou: Uma vez que o índice para o presente estudo atingiu o valor de 0,72, percebemos que a floresta apresenta um bom índice de homogeneidade e equabilidade, ou seja, 72% da diversidade estimada para a esta florestal foi mensurada.

Tabela 106: Resultados obtidos para os índices de diversidade para as parcelas.

Índice de Diversidade	Valor Calculado	Critério
Simpson (D)	0,80	Varia geralmente de 0 a 1, quanto menor, maior a diversidade.
Shannon - Weever (H')	2,27	H' aumenta quanto maior a homogeneidade estrutural.
Equabilidade de Pielou	0,72	Pertence ao intervalo de 0 a 1, onde 1 apresenta a máxima diversidade.

A curva do coletor mostra um alto incremento nas primeiras parcelas, tendendo a se horizontalizar à medida que novas parcelas são incluídas no levantamento desde a 6ª a 9ª parcela. Segue a figura abaixo, mostrando os dados das sete parcelas realizadas. No caso em tela, observou-se que a curva está estabilizando entre as parcelas 6 e 8, sendo possível notar que o crescimento da curva foi menor desde a parcela 5 se comparado ao restante das parcelas inventariadas. A curva do coletor segue abaixo.

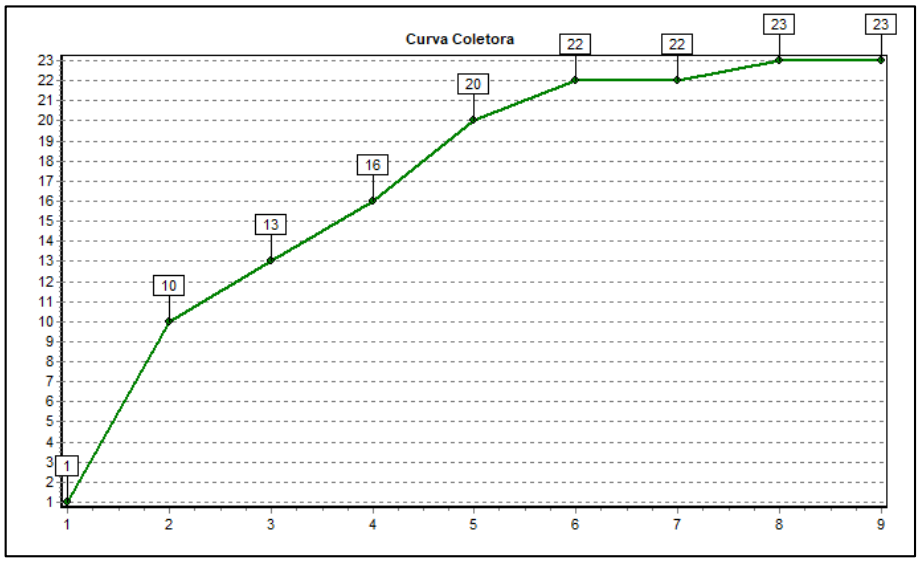


Figura 195: Curva do coletor em relação as 9 parcelas realizadas.

8.4.5.4.3 Formação Florestal

A região do empreendimento está localizada em uma região de contato entre a Floresta Estacional Semidecidual (FES), que se expande nas áreas de baixa altitude, como vales dos rios e depressões, e a Floresta Ombrófila Mista (FOM), que ocupa os locais mais elevados (entre 500 e 1200 m de altitude). Geograficamente a Floresta Ombrófila Mista tem sua ocorrência central praticamente restrita ao Planalto Meridional do estado do Paraná.

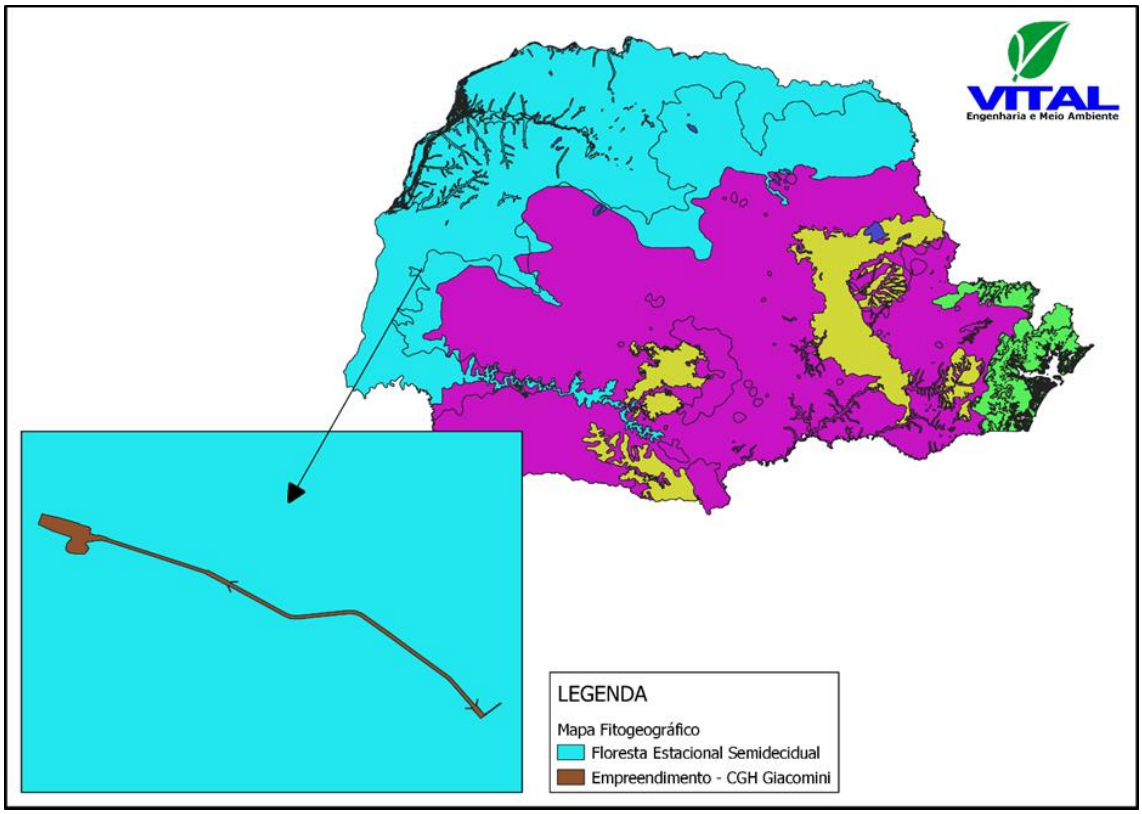


Figura 196: Formações fitogeográficas.
Fonte: ICT/SEMA, 2009.

8.4.5.4.4 Principais espécies recorrentes na região

A Floresta Estacional Semidecidual ocorre de maneira descontínua praticamente em todos os estados das regiões nordeste, sudeste e sul do país, e em parte no centro-oeste, chegando até a bacia do rio Uruguai, o Paraguai e a Argentina (VELOSO et al., 1991), sendo representada predominantemente pela peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*); ipê-roxo (*Tabebuia heptaphyla*); canafístula (*Peltophorum dubium*); louro-pardo (*Cordia trichotoma*) e grápia (*Apuleia leiocarpa*).

A Floresta Estacional Semidecidual é uma formação caracterizada por ocorrer em regiões em que existe uma sazonalidade no regime de chuvas, o que acaba conferindo a perda de 20% a 50% das folhas na estação mais seca. Ocorre principalmente na bacia do rio Paraná. Quando em estágio avançado trata-se de uma floresta exuberante com uma grande diversidade de espécies vegetais. Suas principais características são as espécies arbóreas emergentes caducifólias: *Cariniana* spp. (jequitibás), *Aspidosperma* spp, (perobas), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Peltophorum dubium* (canafistula). No subosque existe uma enorme quantidade de arbustos e

plântulas de reconstituição arbórea além de uma palmeira típica desta formação, o *Euterpe edulis* (palmito) (LEITE & KLEIN, 1990).

A cobertura vegetal situada na área de influência direta da implantação do empreendimento caracteriza-se como vegetação secundária no estágio médio de regeneração natural do Bioma Mata Atlântica, caracterizada com base na Resolução CONAMA 02/94, mata explorada e antropizada descaracterizada de suas espécies de maior valor econômico.

Para espécies exóticas não se fará avaliação pois não existem no traçado do empreendimento. Geralmente são encontradas formando grupos homogêneos na região (reflorestamentos). Ao longo deste documento será descrito o tipo de vegetação encontrado na área e o estágio sucessional presente no trecho de supressão, observando que a vegetação foi classificada conforme as médias das oito parcelas inventariadas.

De modo geral, na maior parte da área de influência direta, a Floresta Estacional encontra-se reduzida em relação a tamanho dos fragmentos e em sua maioria bem descaracterizada e desfalcada de seus elementos de maior valor comercial que serviram para a instalação e colonização da região bem como instalação das sedes municipais e crescimento econômico da região.

A seguir será demonstrado o estágio sucessional que foi identificado na área de supressão vegetal, conforme análise e interpretação do resultado médio das nove parcelas inventariadas, sendo que a classificação média o enquadrou em vegetação nativa em estágio médio de regeneração natural.

8.4.5.4.5 Estágio médio de regeneração natural

A vegetação secundária em estágio médio de regeneração natural, presente na área inventariada, constitui-se de cobertura arbórea com árvores de porte médio geralmente formando faixas pequenas, estreitas pela extensão das margens da propriedade, constituindo-se numa espécie de divisor entre as áreas antopizadas e o curso hídrico. Nestes locais há média diversidade de espécies arbóreas pois devido ao fácil acesso as espécies de maior valor econômico já foram suprimidas, ocorrendo principalmente o canela-amarela (*Nectandra megapotamica*), o tanheiro (*Alchornea triplinervia*), o sarandi (*Sebastiania menbranifolia*), entre outras.

Em alguns locais a cobertura vegetal secundária em estágio médio de regeneração natural apresenta-se de forma contínua na APP do rio, cuja extensão é variável, indo da margem

do curso hídrico até confrontar com a área abertas, de pastagens e outras que fazem parte da delimitação do projeto. Nos itens a seguir será apresentado um resumo para a classificação do estágio sucessional segundo a Resolução CONAMA 02/94.

Fisionomia arbórea e arbustiva

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, a fisionomia para estágio médio varia entre arbórea e arbustiva, predominando sobre a herbácea formando 1 a 2 estratos, com a presença de espécies predominantemente facultativas. Nas áreas do empreendimento ocorrem fisionomias arbustiva-arbórea e locais com fisionomia arbórea dominante sobre as demais.



Figura 197: Fisionomia arbórea e arbustiva dos fragmentos analisados com formação de dois estratos.



Figura 198: Fisionomia arbórea dominante sobre as demais.

No local do barramento, como na maior parte da área objeto de supressão a vegetação encontra-se hoje com fisionomia arbórea dominante. As áreas objeto de supressão em partes encontram-se em intenso processo de antropização causada pelas atividades do entorno, como por exemplo a extrassão de rochas no britador ao lado e a criação de peixes que confronta com os limites da supressão onde possui um intenso movimento de pessoas, carros e caminhões para o desenvolvimento das atividades.

Número de espécies lenhosas

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, nas vegetações classificadas como estágio médio a diversidade biológica é significativa, variando de 5 a 30 espécies. Na área em questão foi feito o levantamento florestal através do inventário florestal, onde apresentou moderada diversidade de espécies, sendo 23 espécies florestais nativas da região. O número de espécies enquadra a área como estágio médio conforme a classificação CONAMA 02/94, podemos verificar nos outros índices o enquadramento como estágio médio, isso ocorre por se tratar de organismos vivos que não possuem um padrão único, podendo ocorrer variações que venham a não a enquadrar em algum parâmetro estabelecido pela resolução.

Altura das espécies lenhosas do dossel

A altura das espécies lenhosas do dossel varia entre 8 a 17 m. As espécies encontradas na área de estudo deste memorial são de porte baixo, médio e alto, sendo espécies do estágio médio de regeneração natural, tendo a altura total média de 11,88 metros, classificando-a dentro da fisionomia de vegetação secundária em estágio médio de regeneração natural.



Figura 199: Vista da vegetação no local de supressão apresentando a altura vista externamente.

Área basal média

Na área em estudo, a área basal estimada é de 47,35 m² por hectare, estando fora do parâmetro para atender a Resolução. Este parâmetro é diretamente afetado pelo alto grau de antropização da área, tendo em vista a fragmentação do mesmo inibindo o crescimento de indivíduos de menor porte.



Figura 200: Área antropizada na área do canal.

Tabela 107: Espécies amostradas no estudo.

Parcela	N	AB	Volume	Média HT	Média DAP
1	25	0,502	3,5131	11,84	15,34
2	21	0,545	4,2502	12,86	16,89
3	24	0,407	2,6288	11,04	14,3
4	30	0,515	3,323	10,87	14,2
5	21	0,422	3,1045	11,76	14,73
6	12	0,475	3,9037	12,17	19,31
7	20	0,393	2,8698	11,55	14,96
8	16	0,522	4,0713	12,88	19,02
9	14	0,481	3,5987	11,93	19,01
Total	**183**	**4,262**	**31,263**	**106,9**	**147,76**
Média		**47,35 m²/ha**		**11,88**	**16,42**

Distribuição diamétrica

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, para enquadramento em estágio médio a distribuição diamétrica deverá apresentar amplitude moderada, variando de 10 a 40 cm, e média de amplitude de DAP 25 cm. O DAP médio da vegetação inventariada ficou em 16,42 cm, enquadrando em estágio médio de regeneração natural conforme tabela apresentada acima.



Figura 201: Medidas de diâmetro realizadas em campo.

Crescimento das árvores do dossel

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, para enquadramento em estágio médio, o crescimento das árvores do dossel deve ser moderado e a vida das árvores do dossel é média.

Nas áreas propostas para supressão observa-se um crescimento moderado das árvores do dossel visto que as áreas a serem suprimidas encontram-se parcialmente alteradas. Como a vegetação já sofreu interferência no passado, o crescimento das árvores do dossel foi observado ser menor pois são áreas com antropização. Conforme verificado na área a vegetação nativa corresponde à cobertura arbórea é dominante sobre as demais, tendo a presença de alguns indivíduos de maior porte, podendo ser caracterizada como vegetação secundária em estágio médio de regeneração natural.



Figura 202: Cobertura arbórea no local onde será o canal da CGH Giacomini.

Presença de epífitas

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, nas vegetações classificadas como estágio médio as epífitas são pouco presentes. Na área do projeto de supressão foi registrada presença de poucas epífitas. Foram observadas 12 espécies epífitas, distribuídas em 5 famílias botânicas, diante dos dados essa diversidade apurada permite enquadrar a vegetação no estágio médio de regeneração.



Figura 203: Espécie *Philodendron bipinnatifidum* presente na área de supressão.



Figura 204: Exemplar de *Rhipsalis floccosa* presente na área de supressão.

Serrapilheira

Serapilheira é um compartimento ativo e vital do ecossistema. É um grande reservatório de matéria orgânica e de nutrientes e, que influencia e regula uma boa parte dos processos funcionais que ocorrem em um ecossistema. A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais formam a via mais importante do ciclo biogeoquímico e permite que árvores possam sintetizar matéria orgânica através da fotossíntese.

A deposição e decomposição da serapilheira são fundamentais para ciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes, constituindo a principal forma natural de transferência de elementos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (LOPES et al., 2009). A serapilheira constitui o material vegetal depositado ao solo pelas árvores, como: folhas, ramos, e miscelânea, que compreende as estruturas reprodutivas, como flores, sementes e frutos. A importância desse material na ciclagem de nutrientes é evidenciada de forma mais clara em florestas que se mantêm em solos de baixa fertilidade.

Dentre os fatores climáticos que influenciam na deposição da biomassa florestal, a precipitação e a temperatura são os mais influentes. De forma geral, localidades com alta precipitação pluviométrica normalmente apresentam maior produção de serapilheira do que em regiões mais secas. A frequência e distribuição das chuvas também são importantes fatores na deposição, sendo necessária a consideração da ocorrência de intempéries incomuns no clima da região, uma vez que estes podem alterar a deposição de serapilheira, tanto em sistemas florestais naturais, como em florestas plantadas (ANDRADE et al., 2003).

Compreende, principalmente, o material de origem vegetal formada por folhas, galhos, flores e frutos, além de apresentarem resíduos vegetais e animais, depositado na superfície do solo de uma floresta. É erroneamente também designada de serrapilheira ou litera.

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, nas vegetações classificadas como estágio médio a serapilheira está presente, variando de espessura, de acordo com as estações do ano e a localização.

No percurso inventariado, onde será objeto de supressão, foi observada a presença de serapilheira por toda a área de vegetação nativa variando de espessura e de acordo com sua localização e conforme a estação do ano, caracterizando vegetação secundária em estágio médio de regeneração natural.



Figura 205: Fina camada de serapilheira próximo ao local do barramento.

Lianas herbáceas e lenhosas

As trepadeiras herbáceas e lenhosas, as últimas também conhecidas como lianas e cipós, sobem utilizando outras plantas como apoio. Esta característica de não ter apoio próprio permite que os caules das trepadeiras sejam estreitos, flexíveis e capazes de fenomenais taxas de crescimento em altura e comprimento.

As trepadeiras são elementos importantes da composição e estrutura da flora tropical e subtropical (SCHNITZER E BONGERS, 2002). Na Mata Atlântica e em outras florestas ombrófilas brasileiras encontram as condições ambientais propícias ao seu estabelecimento, compondo de forma expressiva a flora local (CITADINI ZANETTE et al. 2014).

As trepadeiras são plantas mecanicamente dependentes que necessitam de um suporte (forófito) para seu estabelecimento e ascensão ao dossel, e que se mantêm enraizadas no solo durante toda a vida (GENTRY, 1991). As trepadeiras lenhosas (lianas) são as trepadeiras mais estudadas e incluídas em análises quantitativas. Elas possuem maior diâmetro e são mais comuns no interior da floresta, geralmente atingindo o dossel da mesma. Já as trepadeiras herbáceas (vinhas), apresentam caule de pequena espessura ou sublenhosos e ocorrem, geralmente, em áreas mais alteradas e bordas de florestas ou, ainda, no sub-bosque (GENTRY, 1991).

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, nas vegetações classificadas como estágio médio as trepadeiras, são raramente lenhosas e ainda poucas herbáceas, quando presentes. Na área em questão não foram encontradas muitas espécies herbáceas de trepadeiras, salvo algumas poucas do tipo lenhoso, conforme pode-se observar no registro fotográfico a seguir. A presença deste tipo de vegetação está muito relacionada ao grau de proteção dos fragmentos florestais, sendo que quanto mais antropizado menor é a expectativa de encontrá-las. Logo, considerando que em grande parte das áreas inventarias sofre antropização, estes inibem o desenvolvimento maciço desta vegetação.



Figura 206: Presença de trepadeiras na área de supressão.

Sub-bosque

A riqueza de ambientes, em conjunto com as espécies características do interior florestal, também contribui para a determinação da fisionomia do sub-bosque, que parece ao observador, num primeiro instante, bastante heterogênea.

A relação entre as espécies arbóreas e as herbáceas e/ou subarbustivas, em especial, ocorre através de variadas adaptações, principalmente relacionadas com a intensidade solar e as condições microclimáticas que se estabelecem no ambiente pelas árvores. Essas condições, em parte, são determinadas pela forma como o dossel florestal se apresenta entre o sub-bosque e o meio exterior, acima das copas, definido subjetivamente como dossel mais “fechado” ou “aberto” (GRUBB et al., 1963). Com isso, a estratificação florestal e a densidade das copas acabam determinando diferentes comportamentos do dossel na função de filtragem da luz para o sub-bosque, indicando a existência de um gradiente luminoso em virtude das inúmeras barreiras transpostas pelos raios luminosos, que aumentam a difusão e a reflexão.

Segundo a Resolução CONAMA 02/94, nas vegetações classificadas como estágio médio de regeneração há sempre a presença de sub-bosque. Por se tratar de fragmentos

diversificados e diferentes de vegetação nativa onde irá ser necessária a supressão vegetal, em pequenos trechos destes, conforme o perímetro delimitado no projeto de implantação da CGH Giacomini, foi observado a presença de sub-bosque, porém com baixa densidade e diversidade, haja vista que grande parte da área amostral se trata de áreas abertas ou com interferência antrópica constante, o que inibe drasticamente e desenvolvimento do sub-bosuqe.



Figura 207: Presença de sub-bosque na área de supressão com baixa densidade.

Regeneração das árvores do dossel

Foi observado que de maneira geral ao longo de todos os locais de supressão a regeneração do dossel pode ser classificado como de baixa intensidade. A vegetação ainda se encontra com interferências, devido a retirada das árvores de maior valor econômico devido a colonização da região, assim as espécies que ocupavam o dossel estão em recuperação com tamanho ainda reduzido.

No restante da área do empreendimento junto ao local do barramento e da casa de força a vegetação é de maior porte com mais probabilidade de ocorrência de regeneração das árvores do dossel. Então a classificação média de toda a área de supressão foi de pouca regeneração das árvores do dossel.

Espécies mais comuns

Segundo a CONAMA as espécies indicadoras de estágio médio e que foram encontradas na área são: congonha (*Ilex theezans*), vassourão-branco (*Piptocarpha angustifólia*), canela-guaica (*Ocotea puberula*), palmito (*Eutepe edulis*), guapuruvu (*Schzolobium parayba*), guaricia (*Vochsia bifalcata*), cedro (*Cedrela fissilis*), caxeta (*Tabebuia cassinoides*), etc. Na área de supressão foi amostrado apenas o cedro (*Cedrela fissilis*) como espécie indicadora de estágio,

porem algumas das outras como espécies de canela foram avistadas em áreas do entrono do levantamento.

8.4.5.4.6 Levantamento florístico

Em relação a tabela fitossociológica segue abaixo os resultados obtidos. Quando analisado os dados da tabela, é possível notar uma maior representatividade das espécies *Sebastiania commersoniana, Luehea divaricata* e *Helietta apiculata*.

A espécie *Sebastiania commersoniana* ocorreu em 06 unidades, apresentou valor de densidade absoluta igual a 844 indivíduos por hectare, densidade relativa igual a 41,53, a sua área basal alcançou o valor de 1,421 m², a dominância absoluta atingiu 15,788 e a relativa 33,33%. Ainda para os índices de frequência absoluta e relativa, a espécie obteve 66,67 e 10,34, respectivamente. Para o valor de cobertura a espécie alcançou 74,86 e 37,43%, já o valor de importância ficou em 85,21 e 28,4%.

A segunda espécie em relação ao valor de importância foi a *Luehea divaricata,* ocorreu em 06 parcelas do inventário, atingiu valor de densidade absoluta igual a 200 indivíduos por hectare, densidade relativa igual a 9,84, a sua área basal é de 0,348 m² nas parcelas, a dominância absoluta foi de 3,869 e relativa 8,17%. Ainda para os índices de frequência absoluta e relativa, a espécie obteve 66,67 e 10,34 respectivamente. Para o valor de cobertura a espécie alcançou 18,00 e 9%, o valor de importância ficou em 28,35 e 9,45%.

A terceira espécie em relação ao valor de importância é *Helietta apiculata* sendo encontrada em 3 parcelas do inventário, alcançou valor de densidade absoluta igual a 155,55 indivíduos por hectare, densidade relativa igual a 7,65, a sua área basal alcançou o valor de 0,367 m² nas parcelas, a dominância relativa atingiu 8,6%. Ainda para os índices de frequência absoluta e relativa, a espécie obteve 33,33 e 5,17 respectivamente. Para o valor de cobertura a espécie alcançou 16,25 e 8,13%, já o valor de importância ficou em 21,42 e 7,14%.

Optou-se por descrever apenas algumas espécies mais importantes perante a comunidade florestal, as de menores índices não foram descritas acima. Contudo, não significa que não são importantes para o estudo, tendo em vista a importância que todas as espécies possuem no que diz respeito ao equilíbrio do ecossistema e a conservação do mesmo.

Tabela 108: Espécies registradas no levantamento florístico.

Nome Científico	Nome Comum	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
Sebastiania commersoniana	Branquilho	76	6	1,421	844	41,53	67	10,34	15,788	33,33	74,865	37,43	85,21	28,4
Luehea divaricata	Açoita-cavalo	18	6	0,348	200	9,84	67	10,34	3,869	8,17	18,005	9	28,35	9,45
Helietta apiculata	Canela-de-veado	14	3	0,367	156	7,65	33	5,17	4,075	8,6	16,254	8,13	21,426	7,14
Sapium glandulosum	Leiteiro	11	6	0,17	122	6,01	67	10,34	1,894	4	10,011	5,01	20,356	6,79
Eugenia uniflora	Pitanga	9	5	0,137	100	4,92	56	8,62	1,522	3,21	8,132	4,07	16,752	5,58
Matayba elaegnoides	Camboatá-branco	7	4	0,115	77,8	3,83	44	6,9	1,278	2,7	6,523	3,26	13,419	4,47
Cordia trichotoma	Louro-pardo	6	3	0,195	66,7	3,28	33	5,17	2,171	4,58	7,863	3,93	13,035	4,35
Alchornea triplinervia	Tanheiro	4	2	0,263	44,4	2,19	22	3,45	2,928	6,18	8,367	4,18	11,816	3,94
Syagrus romanzoffiana	Jerivá	4	2	0,246	44,4	2,19	22	3,45	2,729	5,76	7,947	3,97	11,395	3,8
Parapiptadenia rigida	Angico-vermelho	8	1	0,199	88,9	4,37	11	1,72	2,208	4,66	9,033	4,52	10,757	3,59
Machaerium paraguariense	Jacaranda	2	2	0,247	22,2	1,09	22	3,45	2,747	5,8	6,893	3,45	10,342	3,45
Nectandra lanceolata	Canela-amarela	3	2	0,197	33,3	1,64	22	3,45	2,194	4,63	6,272	3,14	9,721	3,24
Eugenia pyriformis	Uvaia	4	3	0,09	44,4	2,19	33	5,17	0,996	2,1	4,289	2,14	9,461	3,15
Casearia sylvestris	Chá-de-bugre	5	2	0,046	55,6	2,73	22	3,45	0,508	1,07	3,804	1,9	7,252	2,42
Eugenia involucrata	Cerejeira	2	2	0,02	22,2	1,09	22	3,45	0,224	0,47	1,566	0,78	5,014	1,67
Allophylus edulis	Vacum	2	2	0,019	22,2	1,09	22	3,45	0,213	0,45	1,542	0,77	4,99	1,66
Albizia polycephala	Angico-branco	2	1	0,042	22,2	1,09	11	1,72	0,465	0,98	2,076	1,04	3,8	1,27
Lonchocarpus campestris	Rabo-de-bugio	1	1	0,035	11,1	0,55	11	1,72	0,385	0,81	1,36	0,68	3,084	1,03
Cedrela fissilis	Cedro	1	1	0,03	11,1	0,55	11	1,72	0,329	0,69	1,241	0,62	2,965	0,99
Ateleia glazioviana	Timbó	1	1	0,03	11,1	0,55	11	1,72	0,329	0,69	1,241	0,62	2,965	0,99
Myrocarpus frondosus	Cabreúva	1	1	0,027	11,1	0,55	11	1,72	0,297	0,63	1,174	0,59	2,898	0,97

Nome Científico	Nome Comum	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
Cecropia packystachya	Embaúva	1	1	0,011	11,1	0,55	11	1,72	0,128	0,27	0,816	0,41	2,54	0,85
Trema micrantha	Grandiuva	1	1	0,008	11,1	0,55	11	1,72	0,085	0,18	0,726	0,36	2,45	0,82
Total		**183**	**9**	**4,263**	**2033**	**100**	**644**	**100**	**47,362**	**100**	**200**	**100**	**300**	**100**

Legenda: N= Número de Indivíduos; AB= Área Basal; DA= Densidade Absoluta; DR= Densidade; Relativa; FA= Frequência Absoluta; FR=Frequência Relativa; DoA= Dominância; Absoluta; DoR= Dominância Relativa; VC= Valor de Cobertura; VI= Valor de Importância.

8.4.5.4.7 Espécies endêmicas

As principais espécies do estado são Araucária, Canela-imbuia, Cedro, Erva-mate, Ipê-Amarelo, Bracatinga e Aroeira. Na área necessária ao empreendimento não foram identificadas essas espécies.

8.4.5.4.8 Espécies de valor ecológico

Em relação a espécies com valor ecológico, Brotto et al. (2019) no artigo "Riqueza e endemismo de Lauraceae no Paraná: aspectos fitogeográficos e áreas prioritárias para a conservação" avaliaram diversas espécies. Entre todas as espécies encontradas em nosso inventário de campo as que estão relacionadas por Brotto et al. (2019) foi a espécie *Helietta apiculata*, a qual não é considerada endêmica do Paraná, não havendo risco de extinção *in situ*.

Estas espécies foram descritas como de valor ecológico por fazerem parte da família (Lauraceae) que é uma das três principais famílias das florestas do Paraná, com espécies frequentes nos estudos fitossociológicos.

8.4.5.4.9 Espécies de valor econômico

Dentre as espécies com valor econômico em relação a madeira existentes na região destacam-se *Ocotea puberula* (canela-gauicá), *Lonchocarpus guilleminianus* (rabo-de-bugiu), *Nectandra megapotamica* (canela-amarela), *Enterolobium contortisitiquum* (timbaúva), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Machaerium paraguariense* (farinha-seca), *Ateleia glazioviana* (timbó), *Aspidosperma australe* (guatambu) e *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco). Não necessariamente todas essas espécies foram amostradas no levantamento, mas são algumas de valor econômico que podem ser encontradas na região.

8.4.5.4.10 Espécies raras e ameaçadas de extinção

A intervenção nos ecossistemas naturais, por muitos anos, vem causando uma grande degradação da biodiversidade do planeta, causando uma preocupação global a uma série de problemas ambientais decorrentes. Dentre os problemas, atualmente, a comunidade científica

preocupa-se com as perdas das funções ambientais dos ecossistemas, bem como da extinção de inúmeras espécies de grande importância econômica, científica, genética e ecológica.

Preocupando-se com o declínio da população de algumas espécies vegetais no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente – MMA tornou pública, segundo a Portaria nº MMA n° 148 de 2022, uma lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção. Em nível de Estado de Paraná, a lista vermelha de plantas ameaçadas (conforme Portaria IBAMA N° 37de 1992 – editada em 1995 pela SEMA) lista as espécies da flora ameaçadas de extinção para o estado.

O inventário florestal identificou a existência de três espécies florestais citadas nas listas acima na área de supressão, sendo a espécie *Myrocarpus frondosus* (Cabreúva), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Machaerium paraguariense* (jacarandá).

Segundo os resultados obtidos na avaliação amostral e demais observações realizadas a campo, as espécies ocorrem na área com cobertura vegetal classificada com vegetação secundária no estágio médio de regeneração natural. Segue a localização das espécies amostradas ameaçadas.

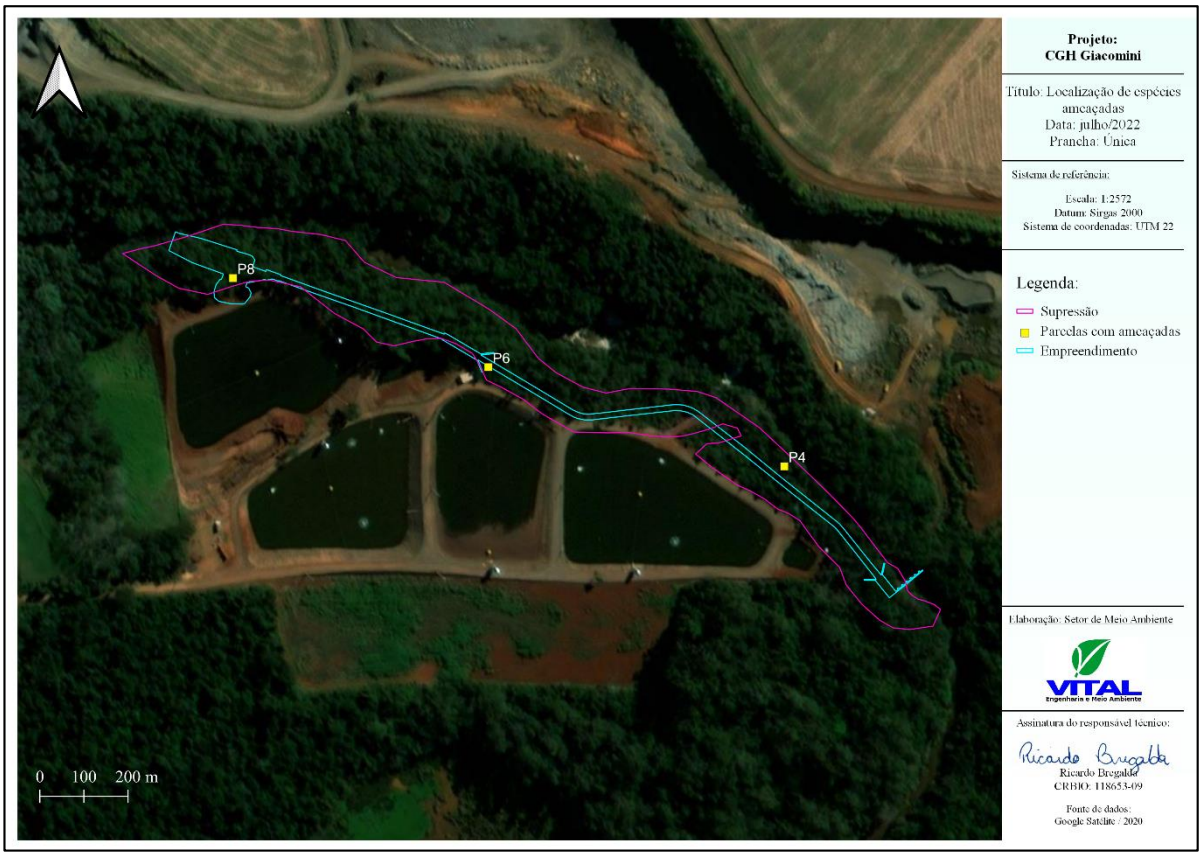


Figura 208: Localização das espécies da flora ameaçadas de extinção.

Lembrando que em toda a área de supressão estima-se que haverá a necessidade de supressão vegetal de 68 exemplares ameaçados classificados na (Portaria IBAMA N° 37 de 1992) para o estado do Paraná e de 1 exemplar na (Portaria nº MMA n° 148 de junho 2023) a nível nacional. Para definição das compensações seguiremos as espécies listadas nas Portarias MMA 148 e Lista Vermelha do Paraná visto que são espécie mais raras.

Tabela 109: Status de conservação das espécies ameaçadas.

Relação de espécies ameaçadas de extinção para o Estado do Paraná				
Nome Científico	**Nome Comum**	**Familia**	**Portaria IBAMA n° 37 - Paraná**	**Portaria MMA 148/2022**
Cedrela fissilis	Cedro	Meliaceae	Não classificada	Vulnerável
Machaerium paraguariense	Jacaranda	Fabaceae	Rara	Não classificada
Myrocarpus frondosus	Cabreúva	Fabaceae	Rara	Não classificada

Tabela 110: Quantitativo de árvores ameaçadas para supressão.

Nome Científico	**Nome Comum**	**N°**	**N° estimado**	**Volume**	**V. estimado**
Cedrela fissilis	Cedro	1	17	0,130	2,216
Machaerium paraguariense	Jacaranda	2	34	2,244	38,177
Myrocarpus frondosus	Cabreúva	1	17	0,206	3,506
Total		**4**	**68**	**2,581**	**43,899**

8.4.5.4.11 Espécies exóticas e invasoras

No que concerne a cobertura vegetal nativa por todo o perímetro do empreendimento, não se observou espécies exóticas junto a área a ser atingida, observou-se a presença de eucaliptos no entorno da área de supressão próximos ao local do barramento, não estando nas delimitações do projeto de corte. Nos locais objeto de supressão não se observou nenhum risco de invasão de espécies florestais exóticas invasoras, na propriedade rural não se encontrou nenhum espécime tanto isolado ou em plantio comercial.

Cabe destacar que a nível de vegetação rasteira há predomínio de pastagem exótica, como capim-colonião e brachiária, cuja dispersão passa ocorrer naturalmente em detrimento da exposição de solo e avanço da pecuária local.

8.4.5.4.12 Epífitas e outras

As plantas epífitas atualmente representam um grupo vegetal de significativa importância formado por espécies das mais variadas famílias. Porém, todas adotam estratégias de sobrevivências muito semelhantes entre si. Este grupo tem seu desenvolvimento atrelado a substratos totalmente distintos do solo. Durante o caminhamento e levantamento de epífitas na área do projeto de supressão foram amostradas um total de 12 espécies epífitas, distribuídas em 5 famílias botânicas. A tabela a seguir mostra as espécies identificadas no levantamento bem como seu nome científico, nome popular, família a qual pertencem, seu hábito, substrato ao qual estão inseridas e uma breve observação quanto ao seu grau de ameaça e ocorrência quanto à exótica ou nativa.

Tabela 111: Espécies de epífitas registradas na área do empreendimento.

Número	Família	Nome Popular	Nome Cientifico	Hábito	Substrato	Observação
1	Araceae	Imbé	*Philodendron bipinnatifidum*	Er	Ep	Nativa
2	Cactaceae	Tuna	*Cereus hildmannianus*	Ab	T	Nativa
3	Cactaceae	Não possui	*Lepismium houlletianum*	Er	Ep	Nativa
4	Cactaceae	Cacto	*Lepismium warmingianum*	Er	Ep	Nativa
5	Cactaceae	Cacto	*Rhipsalis floccosa*	Er	Ep	Nativa
6	Cactaceae	Cacto	*Rhipsalis cereuscula*	Er	Ep	Nativa
7	Orchidaceae	Orquidea	*Cyclopogon congestus*	Er	Ep	Nativa
8	Orchidaceae	Orquidea	*Campylocentrum aromaticum*	Er	Ep	Nativa
9	Piperaceae	Peperomia	*Peperomia tetraphylla*	Er	T	Nativa
10	Polypodiaceae	Cipó-cabeludo	*Microgramma squamulosa*	Er	Ep	Nativa
11	Polypodiaceae	Samambaia	*Niphidium rufosquamulosum*	Er	T	Nativa
12	Polypodiaceae	Samambaia	*Pleopeltis pleopeltifolia*	Er	Ep	Nativa

Legenda: Hábito: L – trepadeiras; Er – erva; P – palmeira; Ab – arbusto. Substrato: T – terrícola; Rp – rupícola; Ep – epifítico; Aq – aquático.

A seguir seguem algumas das espécies de plantas epífitas as quais foram encontradas e no levantamento.



Figura 209: Exemplares de *Philodendron bipinnatifidum* identificada no levantamento.


Figura 210: Exemplar de cactos *Rhipsalis floccosa* identificada no levantamento.

8.4.5.4.13 Supressão da vegetação

Para a implantação da CGH Giacomini será necessária a supressão de 1,5309 ha de vegetação nativa em estágio médio de regeneração, em fragmentos forestais de alto grau de antropização.

Na realização do levantamento florestal foram obtidas as medidas da Circunferência à Altura do Peito – CAP e Altura Total – ht de todos os exemplares florestais presentes nas unidades amostrais, cujo DAP apresente-se com 10 cm ou mais de circunferência.

Para cálculos de volume e análises estatísticas a variável utilizada é o Diâmetro à Altura do Peito – DAP, medido na base da árvore a 1,30 metros do nível médio do solo. Contudo, devido as irregularidades de relevo e de troncos, torna-se mais difícil obter o DAP em relação ao CAP, o que ampliaria o erro amostral.

O diâmetro é igual a medida do comprimento de uma linha que passa pelo centro de um círculo ou esfera. A identificação desta medida exata em fustes de árvores é difícil, pois os fustes nunca são exatamente cilíndricos, sendo eu a aproximação do valor real demanda em realizar medição de diâmetros cruzados, aumentando trabalho e tempo de levantamento (FINGER, 2005).

A medição do CAP ocorre de maneira única, com a obtenção de um valor para a circunferência do fuste.

Considerando que o a Circunferência (C) é igual ao Diâmetro (D) multiplicado por π (Pi: 3,14159...), então D= C / π.

A altura utilizada para base de cálculos foi a Altura Total, que é a distância linear entre o nível do solo e o ápice da árvore.

A medição da altura foi realizada por método direto, sem uso de aparelhos, a qual demanda de habilidade pessoal para estimar esta distância. Periodicamente, é realizada a aferição desta técnica, com uso de uma vara com tamanho conhecido, encostando-a na árvore objeto de medição para referência da estimativa.

Na tabela abaixo estão relacionados os indivíduos, amostrados e a quantidade por espécie, bem como a quantidade estimada de árvores por espécie e o volume que será necessário suprimir.

Tabela 112: Espécies, indivíduos e volume estimado para supressão em estágio médio.

Nome Científico	Nome Comum	N	Volume	V. estimado	V. st
Luehea divaricata	Açoita-cavalo	18	2,426	41,268	61,90
Albizia polycephala	Angico-branco	2	0,289	4,907	7,36
Parapiptadenia rigida	Angico-vermelho	8	1,542	26,223	39,33
Sebastiania commersoniana	Branquilho	76	9,664	164,391	246,59
Myrocarpus frondosus	Cabreúva	1	0,206	3,506	5,26
Matayba elaegnoides	Camboatá-branco	7	0,763	12,977	19,47
Nectandra lanceolata	Canela-amarela	3	1,673	28,463	42,69
Helietta apiculata	Canela-de-veado	14	2,839	48,283	72,42
Cedrela fissilis	Cedro	1	0,130	2,216	3,32

Nome Científico	Nome Comum	N	Volume	V. estimado	V. st
Eugenia involucrata	Cerejeira	2	0,133	2,262	3,39
Casearia sylvestris	Chá-de-bugre	5	0,268	4,564	6,85
Cecropia packystachya	Embaúva	1	0,051	0,861	1,29
Machaerium paraguariense	Jacaranda	2	2,244	38,177	57,27
Trema micrantha	Grandiuva	1	0,030	0,502	0,75
Syagrus romanzoffiana	Jerivá	4	2,143	36,454	54,68
Sapium glandulosum	Leiteiro	11	1,105	18,788	28,18
Cordia trichotoma	Louro-pardo	6	1,591	27,058	40,59
Eugenia uniflora	Pitanga	9	0,825	14,028	21,04
Lonchocarpus campestris	Rabo-de-bugio	1	0,248	4,217	6,33
Alchornea triplinervia	Tanheiro	4	2,121	36,080	54,12
Ateleia glazioviana	Timbó	1	0,228	3,880	5,82
Eugenia pyriformis	Uvaia	4	0,653	11,106	16,66
Allophylus edulis	Vacum	2	0,093	1,577	2,37
Total		**183**	**31,263**	**531,787**	**797,68**



Figura 211: Em vermelho áreas demarcadas para supressão.

8.4.5.5 Considerações finais

É de extrema importância ressaltar que toda a área onde o estudo foi realizado encontra-se de certa forma antropizada por serem fragmentos remanescentes da Mata Atlântica localizados às margens de áreas antopizadas pela extrassão de rochas e criação de peixes, o que significa que as espécies de epífitas estão diretamente submetidas a efeitos como variação de temperatura, poeira e alteração do microclima nos fragmentos, tendo em vista a exigência destas espécies quanto à estabilidade destes ambientes para seu bom desenvolvimento.

Na área objeto de supressão foi realizado o levantamento florestal através do inventário, onde apresentou moderada diversidade de espécies, sendo 23 espécies florestais nativas da região, por se tratar de uma área bastante antropizada. Estima-se uma supressão de 3113 árvores e um volume de 531,78 m³ em uma área de apenas 1,5309 hectares já perturbada em relação a conservação ambiental. Levando em consideração a área de supressão ressalta-se que o levantamento realizado para as espécies epífitas foi razoavelmente significativo em número de espécies encontradas, visto que o estudo contemplou um total de 12 espécies epífitas, distribuídas dentre cinco famílias botânicas.

A CGH Giacomini está seguindo as normas de compensações ambientais exigidas por lei, bem como a compensação ambiental, conforme a lei da Mata Atlântica, art.17, prevê que deve ser adquirida área equivalente a desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica. Esta ainda não foi definida pelos empreendedores e será apresentada posteriormente em caso positivo de aprovação.

Resumindo-se os impactos sobre a vegetação são mínimos visto que o acesso é facilitado ao local da obra, não havendo necessidade de desmatamento para construção de estradas ou alojamentos, ou mesmo supressão em relação a formação de lago pois não haverá áreas alagadas para este empreendimento.

8.4.5.6 Referências Bibliográficas

AEN – Agência de Notícias do Estado do Paraná. Governo do Estado do Paraná. Paraná é o Estado que tem maior remanescente da Mata Atlântica. Publicação. Disponível em: < https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Parana-e-o-Estado-que-tem-maior-remanescente-da-Mata-Atlantica>. Acesso em 20 de novembro de 2021.

BERTOLDO, Édson; PAISANI, Julio C.; OLIVEIRA, Paulo E. de.; Registro de Floresta Ombrófila Mista nas regiões sudoeste e sul do Estado do Paraná, Brasil, durante o Pleistoceno/Holoceno. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062014000100001&script=sci_arttext&tlng=pt.> Acesso em: 18 de mai. de 2021.

BROTO, M. L., UHLMANN, ALEXANDRE; BLUM, CHRISTOPHER T.; RODERJAN, CARLOS V. Riqueza e endemismo de Lauraceae no Paraná: aspectos fitogeográficos e áreas prioritárias para a conservação. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rod/a/7d5gMvTtRgHSTpb58CyhZXd/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 10 novembro de 2021.

CAIN, S.A. & CASTRO, G.M.O. 1959 Manual of vegetation analysis. Harper & Brothers, New York.

FILGUEIRAS, T., BROCHADO, A., NOGUEIRA, P.&GUALA II, G. Caminhamento - um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências. 12. 39-43, 1994.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Estudo aponta municípios do Paraná que mais regeneraram a Mata Atlântica. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Regeneracao-PR-fev17.pdf>. Aceso em: 24 de agosto de 2021.

HOPKINS, B. 1957. The concept of minimal area. Journal of Ecology 45:441-449. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2256927?origin=crossref

IAT – Instituto Água e Terra. Conceitos de Estágios Sucessionais de uma Formação Florestal. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Conceitos-de-Estagios-Sucessionais-de-uma-Formacao-Florestal>. Acesso em 06 dez. 2021.

IAT - Plano de Manejo - Parque Estadual do Rio Guarani. Disponível em: < http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-de-Manejo-Parque-Estadual-do-Rio-Guarani>. Acesso em 16 de dezembro de 2021.

IBAMA. Lista Nacional Oficial De Espécies Da Flora Ameaçadas De Extinção - Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU). Portaria MMA 443, de 17 de dezembro

de 2014. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/portaria_443/resource/53e32c38-9d0e-486c-8b4e-666ddbb30429?inner_span=True> Acesso em: 08 de Dez. de 2021.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. Plano De Manejo Do Parque Estadual Do Rio Santa Quitéria. CURITIBA / PR DEZEMBRO / 2002. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-de-Manejo-Parque-Estadual-do-Rio-Guarani> Acesso em: 07 de maio de 2021.

ITCF. Plano de Manejo: A.R.I.E. do Buriti. Instituto de Terras Cartografia e Florestas, Paraná. 1991.

KLEIN, R.M. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense, 1978.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: Geografia do Brasil - Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE. 1990. Vol. 2, 419p.

MEDEIROS, J.D., SAVI, M. & BRITO, B. F. A. 2005. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. Biotemas 18: 33-50. Disponível em: < https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21411>. Acesso em 10 de novembro de 2021.

MOREIRA, R. M. Considerações gerais sobre os custos de inventários florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3. 1978, Manaus. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 1978. v. 2, p. 190-194. Edição especial da revista Silvicultura, v. 2, n. 14, da Sociedade Brasileira de Silvicultura.

MOREIRA, R.M. Considerações gerais sobre os custos de inventários florestais. ln: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., Manaus, 1978. Anais ... Sociedade Brasileira de Silvicultura. São Paulo, v. 2, p. 190-194, 1978.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation analysis. Wiley, New York. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259466952_Aims_and_Methods_of_Vegetation_Ecology

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. Inventário florestal. Curitiba: Os Autores, 1997.

QUEIROZ, W. T. de. Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do planalto do Tapajós. 1977. 109 f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 1977.

RICE, E.L. & KELTING, R.W. 1955. The species-area curve. Ecology 36:7-11. Disponível em: https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1931423

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. AS UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL.

SEIBERT, P. & CARAUTA, J.P.P. 1975. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos do Jordão. Boletim Técnico do Instituto Florestal 19: 1-153. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/planos-de-manejo-pe-de-campos-do-jordao/>. Acesso em 20 jul. 2021.

SEIBERT, P. & CARAUTA, J.P.P. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos do Jordão. Boletim Técnico do Instituto Florestal 19: 1-153. 1975.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Educação Ambiental. Novembro / 2018 Volume: 1 edição. Número: 01. 2018.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraná / Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: https://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/inventario-florestal-nacional-ifn/resultados-ifn/3966-relatorio-ifn-pr-2018/file>. Acesso em:11 de agosto de 2021.

SILVA, S.M. Considerações Fitogeográficas e Conservacionistas sobre a Floresta Atlântica no Brasil. 2002. Disponível no site http://www.conservation.org.br/ma/rp_flora.htm

VEIGA, R.A.A. - Dendrometria e inventário florestal. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1984.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE. Rio de Janeiro. 1991.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/classificacaovegetal.pdf . Acesso em:10 de dezembro de 2021.

VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. In: H.P. Veloso (org.). Manual técnico da vegetação brasileira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 1992.

8.4.6 Áreas Relevantes para Conservação da Fauna e Flora

A seguir são descritas as áreas relevantes para conservação identificadas na área de influência do empreendimento. Destaca-se que não foram detectadas áreas prioritárias de conservação de cavernas e sítios RAMSAR para a CGH Giacomini.

8.4.6.1 Áreas Estratégicas de Conservação da Biodiversidade do Paraná

A resolução conjunta SEMA/IAP N° 005/2009 estabeleceu e definiu o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação e a Restauração da Biodiversidade no estado do Paraná. Segundo essa resolução as áreas para conservação referem-se aos remanescentes florestais nativos ou outros tributos físicos ou biológicos que determinem fragilidade ambiental, são consideradas áreas de relevância, sendo sua conservação necessária para garantia da manutenção da biodiversidade. Por outro lado, as áreas de recuperação são aquelas essenciais para a manutenção de fluxos biológicos e formação de corredores.

O ponto do empreendimento se enquadra na categoria conservação, ou seja, representa um fragmento relevante, provavelmente devido a função de mata de galeria. Para a AII, ao longo de todo Arroio Guaçu são visualizados diversos fragmentos de vegetação nativa enquadrados na categoria de conservação, entende-se que todos os fragmentos ao longo dos rios são em algum nível importantes para a conservação. Por se tratar de um empreendimento hidrelétrico é inevitável que fragmentos nas bordas dos rios sejam atingidos, por isso faz-se importante garantir as medidas de compensação pela supressão e recuperação de áreas degradadas no entorno do Arroio Guaçu. Apenas nas proximidades do rio Paraná que são visualizadas regiões enquadradas como áreas de restauração.

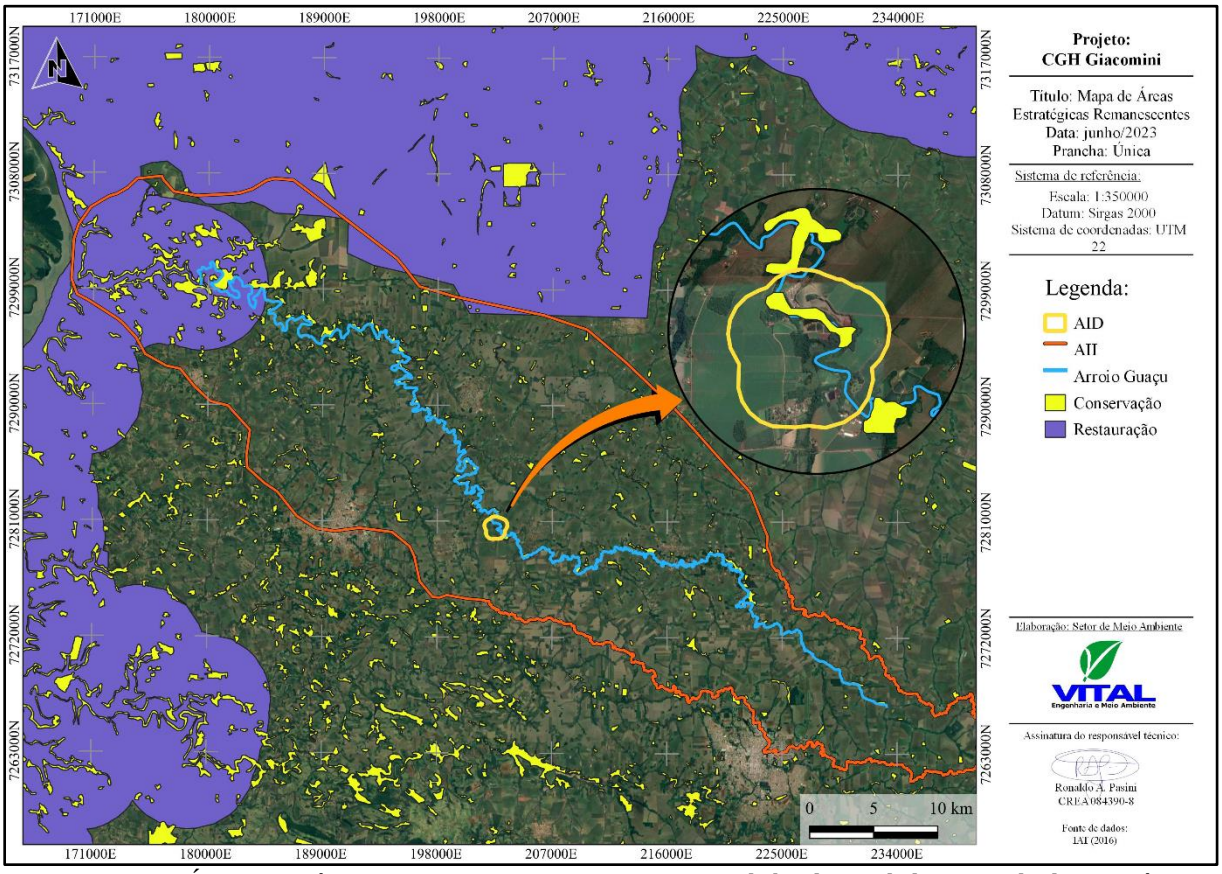


Figura 212: Áreas estratégicas para a conservação e restauração da biodiversidade no estado do Paraná.

8.4.6.2 Áreas Prioritárias para Conservação – Bioma Mata Atlântica

Segundo o mapa de Áreas Prioritárias para Conservação (Bioma Mata Atlântica) disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, o ponto do empreendimento não está enquadrado em nenhuma das classificações relacionadas com áreas prioritárias do referido bioma, conforme pode ser conferido no mapa abaixo.

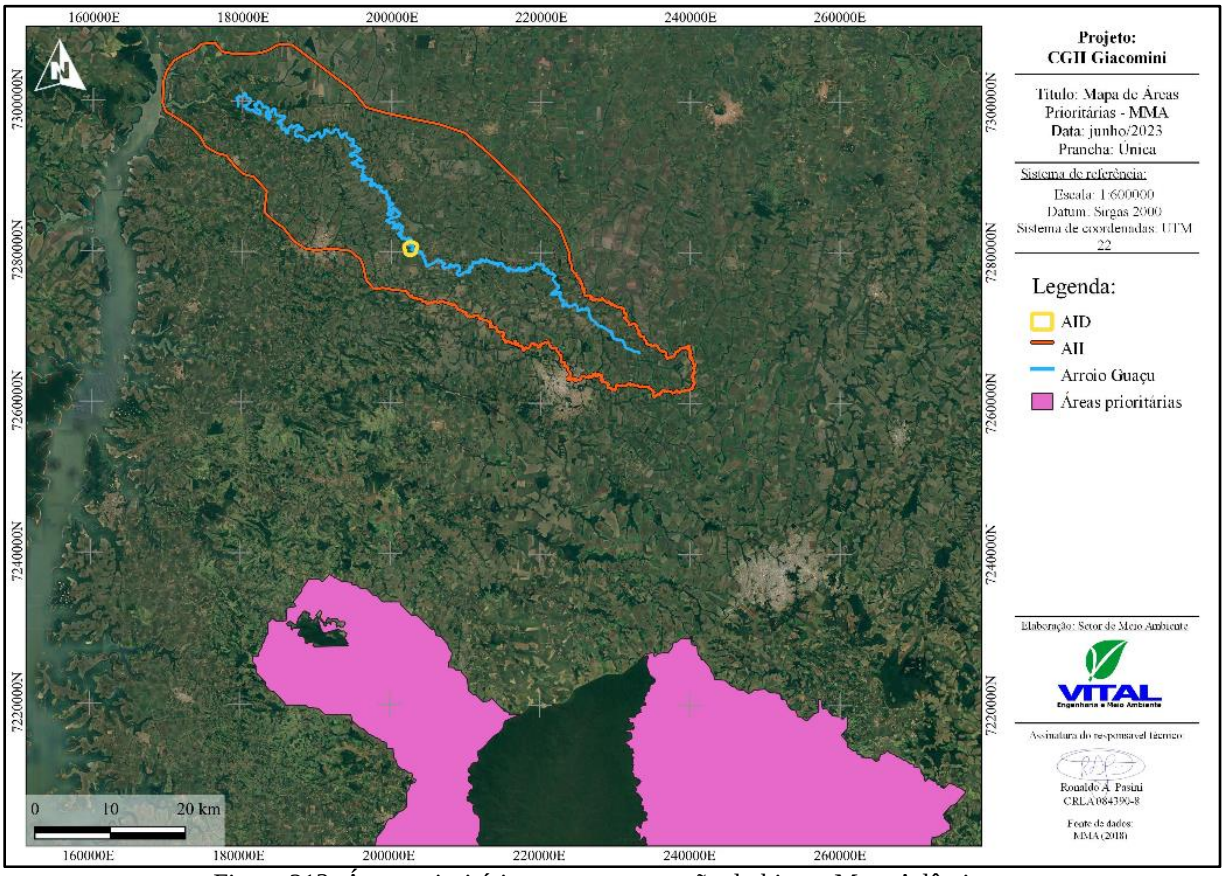


Figura 213: Áreas prioritárias para conservação do bioma Mata Atlântica.

8.4.6.3 Corredores da Biodiversidade

Foram realizadas buscas em bancos de dados do IAT sobre os corredores de biodiversidade de ocorrência na área de estudo. Constatou-se que a região do empreendimento não está enquadrada em nenhum corredor de biodiversidade atualmente instituído. O corredor mais próximo é do Rio Paraná, porém o mesmo possui sua abrangência somente até o município de Marechal Cândido Rondon, dessa forma, tampouco o município de Quatro Pontes, como a CGH Giacomini não fazem parte desse corredor.

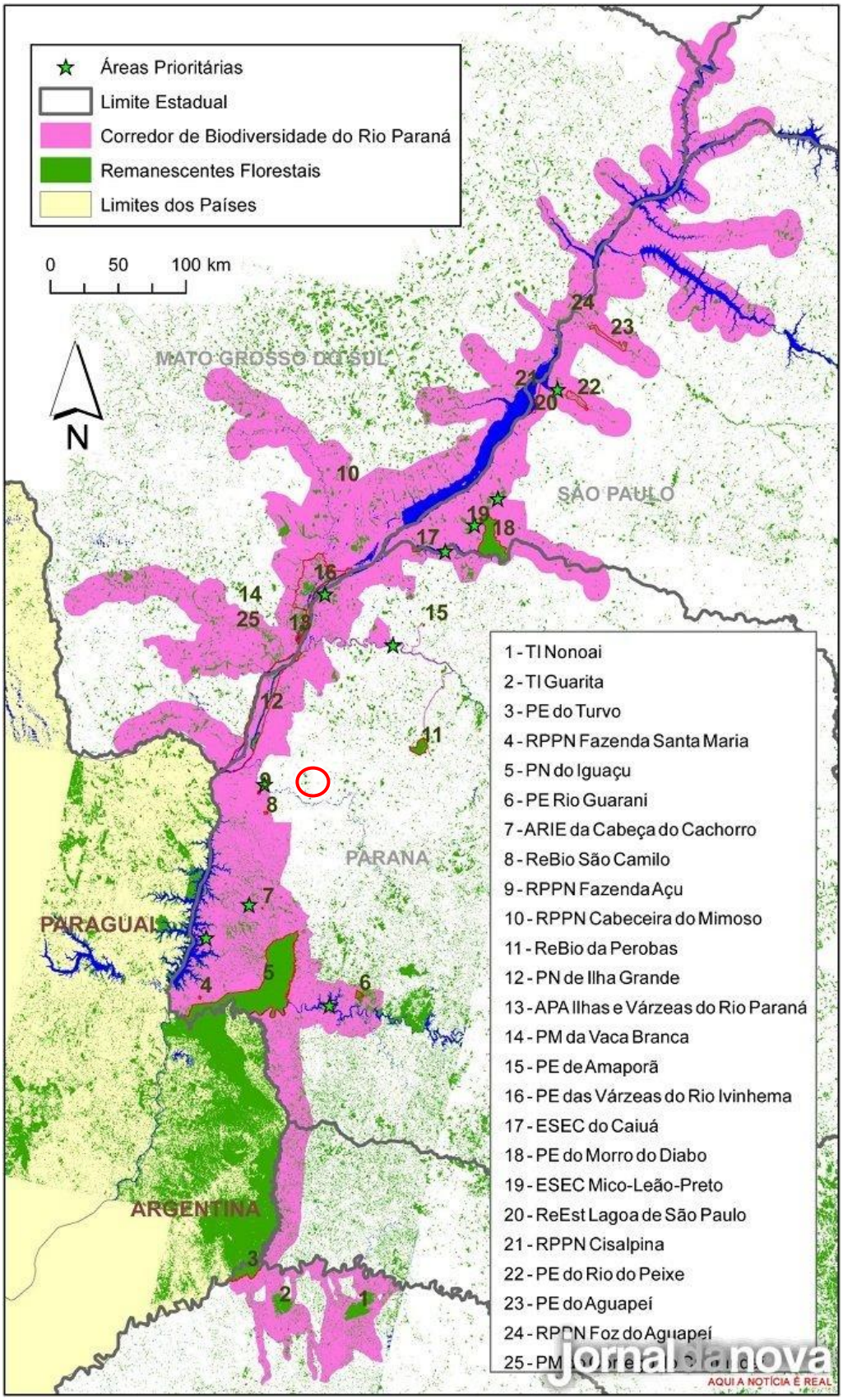


Figura 214: Corredor do Paraná. Círculo vermelho indica o ponto do empreendimento.
Fonte: LIMONT et al., 2015.

8.4.6.4 Reservas da Bioesfera

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) é uma área reconhecida pela UNESCO, é a maior reserva da biosfera do planeta com 89.687.000 hectares em 17 estados brasileiros de ocorrência natural do Bioma Mata Atlântica. A RBMA está dividida em três zonas: Zonas Núcleo; Zonas de Amortecimento e Zonas de Transição.

As Zonas Núcleo são áreas legalmente protegidas, com perímetro definido, cuja função principal é a proteção da biodiversidade. As Zonas de Amortecimento são estabelecidas no entorno das zonas núcleo, tem por objetivo minimizar os impactos sobre estes núcleos e promover qualidade de vida das populações da área. As Zonas de Transição se destinam ao monitoramento e educação ambiental visando integrar as áreas da reserva com áreas externas, onde predominam usos mais intensivos. Tanto a ADA como a AID da CGH Giacomini estão fora de qualquer classificação da RBMA, já a AII possui as três classificações, as Zonas Núcleo correspondem as unidades de conservação da bacia.

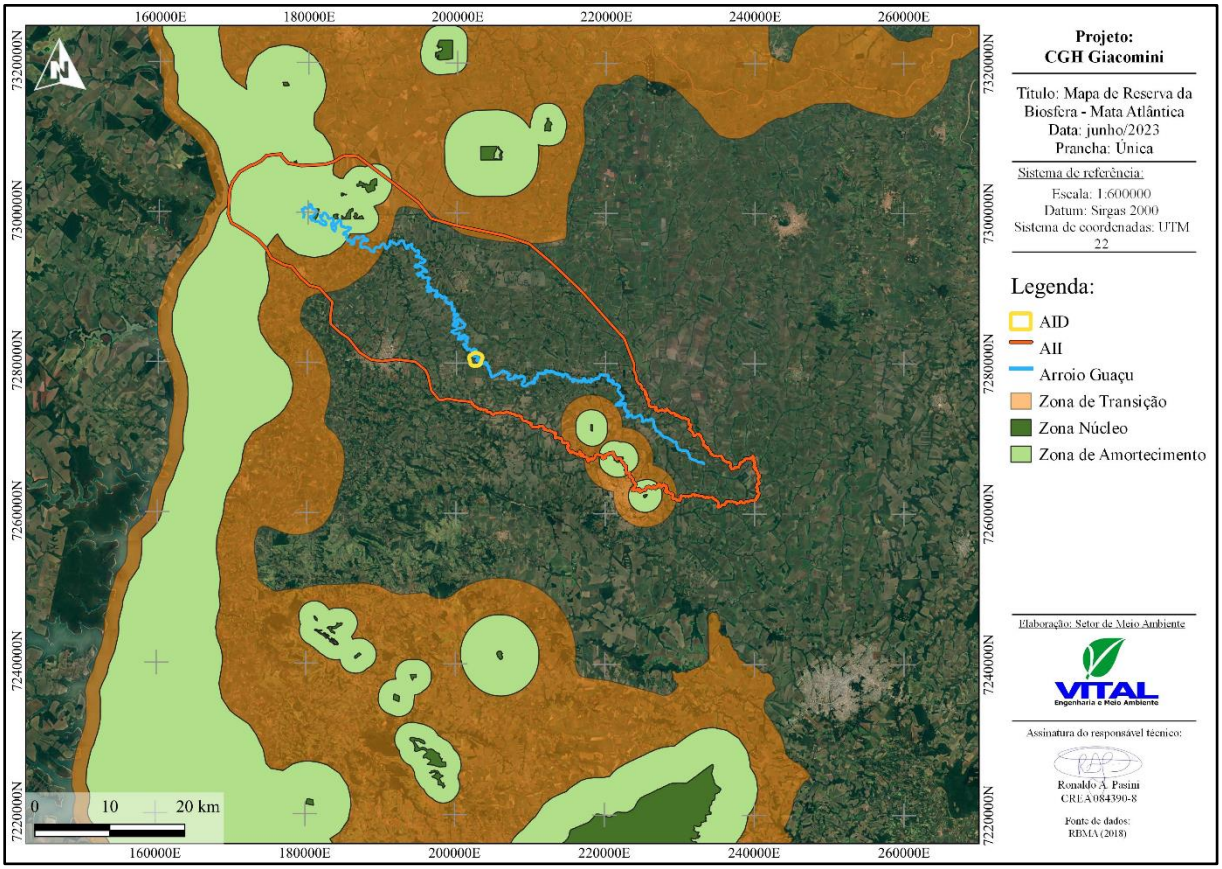


Figura 215: Delimitações da Reserva da Biosfera da Mata Atlância e áreas de influência do empreendimento.

8.4.6.5 Unidades de Conservação

As unidades de conservação são porções do território criadas pelo poder público federal, estadual ou municipal, para preservação da natureza e sua biodiversidade. As Unidades de Conservação no Brasil são regulamentadas pela Lei Federal N° 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e pelo Decreto N° 4.340/2002.

O SNUC divide as unidades de conservação em dois grandes grupos: uso sustentável e proteção integral. Esses grupos possuem diversas categorias, como por exemplo, estação ecológica, parque nacional, refúgio da vida silvestre, floresta nacional, reserva de fauna, entre outros. No estado do Paraná existem cerca de 90 unidades de conservação, as duas unidades de conservação mais próximas do empreendimento são o Parque Estadual da Cabeça do Cachorro e Parque Estadual São Camilo, ambos localizados fora dos limites da AID e AII do empreendimento. Além dessa, também encontra-se a RPPN Augusto Dunke estabelecida em 1998, essa está localizada a pelo menos 17 km em linha reta da CGH.

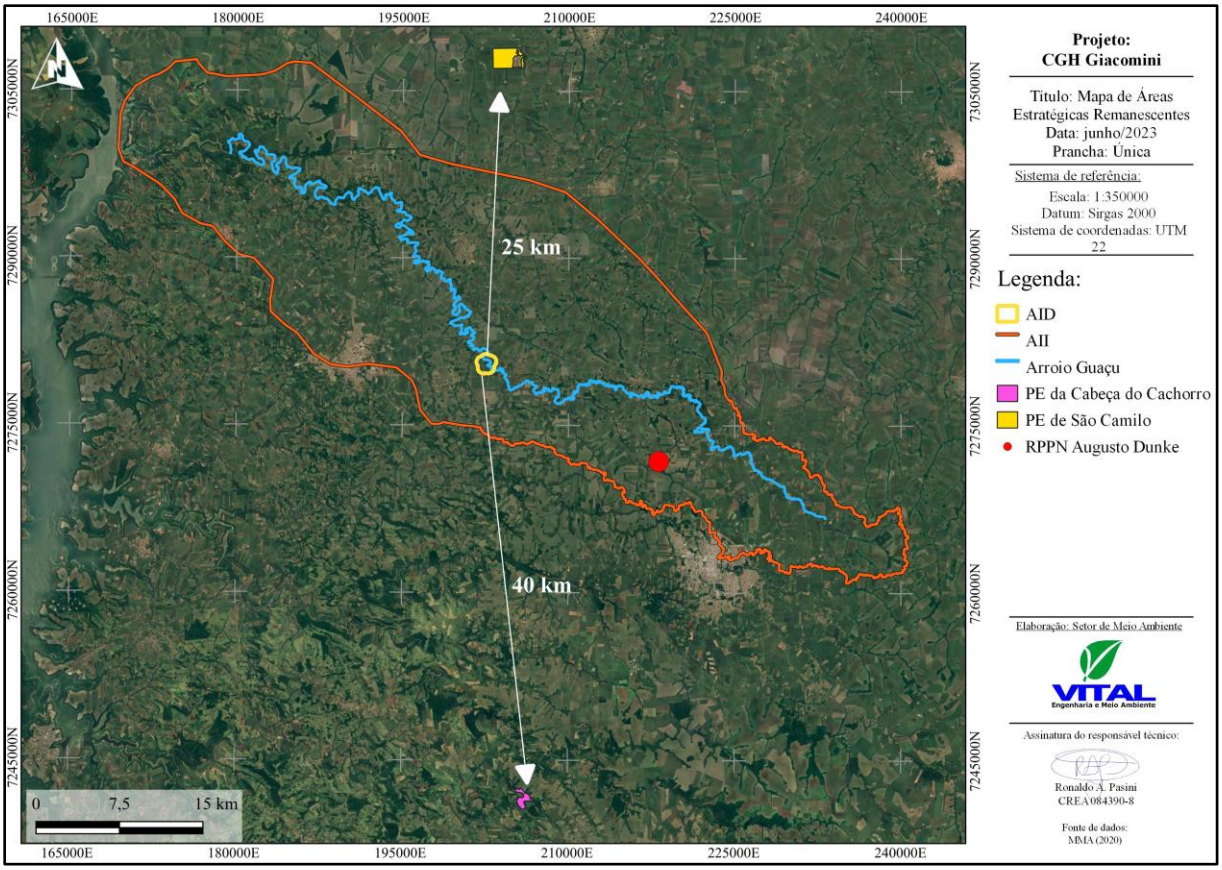


Figura 216: Unidades de conservação mais próximas do empreendimento.

8.4.7 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Biótico

8.4.7.1 Fauna

8.4.7.1.1 Alteração de habitats utilizados pela fauna (I)

A implantação das estruturas do empreendimento irá promover a supressão de habitats utilizados por animais silvestres, principalmente por se tratar de um empreendimento que ficará em sua totalidade implantado em trecho de vegetação nativa. Ainda que se trate de um empreendimento de pequeno impacto ambiental e baixa supressão, um dos impactos da remoção da vegetação é a quebra do corredor formado pela mata de galeria no ponto do empreendimento. De maneira geral, a perda das áreas de mata nativa e habitats associados pode afetar diretamente os animais dependentes desse tipo de ambiente, as espécies endêmicas, raras ou ameaçadas são as que mais sofrem com esse tipo de impacto. Além disso, também é possível que a perda de habitat e o pronunciamento do efeito de borda beneficie espécies generalistas, alterando a abundância de espécies na região.

A perda de habitats pode ocasionar a redução de abrigos e de estoque alimentar na região, levando ao aumento da competição por recursos, o que ocasiona riscos para o desenvolvimento da fauna silvestre. Os corredores de vegetação são responsáveis pela conexão de fragmentos florestais, podem servir tanto como abrigo, assim como área de forrageamento, transição e dispersão, a vegetação presente nas margens do Arroio Guaçu forma um corredor conservado que conecta alguns remanescentes florestais. Portanto torna-se imprescindível que as medidas mitigadoras para a perda de habitats sejam realizadas em forma de reposição florestal e compensação pela supressão nas proximidades do empreendimento, de forma a facilitar o fluxo gênico e conectar remanescentes florestais no entorno do rio.

Nesse sentido, o projeto da CGH Giacomini previu a reposição florestal de espécies ameaçadas de extinção com 680 mudas em uma área de 10.880 m², além da compra de créditos para completar o restante da reposição. Referente a compensação ainda será apresentada uma área de compensação no decorrer do processo, o empreendedor assinou termo de compromisso se comprometendo com a aquisição dessa área, a qual deve ser preferencialmente localizada na mesma microbacia hidrográfica.

Quanto ao meio aquático, a perda de habitats está mais relacionada ao trecho de vazão reduzida, nesse trecho poderá haver um rebaixamento no nível da água, mas uma vazão mínima deverá ser garantida para manter as condições da biota aquática nesse trecho. Além dessa

medida mitigadora, também será efetuado o resgate de peixes que possam ficar presos em poças ou rochas ao longo do Arroio Guaçu durante as diversas etapas da obra. Esse impacto foi considerado como de baixa magnitude pois a CGH Giacomini demandará uma pequena área de supressão, bem como não possuíra área alagada, diminuindo os impactos relacionados a perda e alteração de habitats.

Tabela 113: Atributos do impacto: Alteração de habitats utilizados pela fauna.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporário
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Provável
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos	J, K, O

Síntese das medidas mitigadoras:

- Implantação de Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
- Realização da Compensação Ambiental e Reposição Florestal, com ênfase na recuperação e proteção de áreas situadas na AID e/ou AII.
- Implantar Programa de Monitoramento da Fauna;
- Interação com Plano Ambiental da Construção (PAC).

8.4.7.1.2 Atropelamento e acidentes da fauna (J)

O atropelamento de fauna silvestre é um fator de pressão negativa sobre as populações animais. O aumento do tráfego de veículos pesados nas estradas de acesso ao empreendimento poderá ocasionar o atropelamento de animais silvestres e domésticos. Normalmente os acidentes acontecem na hora crepuscular e noturna, quando os animais estão mais ativos. Os atropelamentos de animais silvestres também têm mais de chance de acontecer em locais próximos a fragmentos de mata nativa e córregos, que são caminhos naturais da fauna em busca de abrigos, alimentos e reprodução. Além dos animais silvestres, também podem ocorrer

acidentes com animais domésticos e a população local, interferindo no sistema de infraestrutura pública e malhas viárias da região.

Atenção especial também deverá ser dada com a operação do canal de adução, o qual deverá ser cercado em tela nas duas margens. Como a CGH Giacomini será implantada em uma região altamente fragmentada e que o acesso se dá por estradas de pavimentações interioranas de propriedade particular, dificulta-se a circulação em alta velocidade, acredita-se que esse impacto será reduzido. Portanto, este impacto foi considerado negativo e de média magnitude, com duração temporária em conformidade com o cronograma de execução do empreendimento.

Tabela 114: Atributos do impacto: Atropelamento da fauna.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporário
Magnitude	Média
Probabilidade de ocorrência	Provável
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Atenuável
Sinergia com outros impactos	K, O, P, S

Síntese das medidas mitigadoras:

- Interação com Programa de Educação Ambiental;
- Interação com Programa de Gestão Ambiental;
- Implantar Programa de Monitoramento da Fauna;
- Interação com Plano Ambiental da Construção (PAC);
- Realizar o isolamento do canal de adução com cerca de tela.

8.4.7.1.3 Alterações na fauna (K)

Com a supressão de habitats, a fauna terrestre inicia um deslocamento forçado, o qual pode acarretar em um aumento da competição por recursos em áreas adjacentes e de disputas territoriais entre os animais silvestres. Ocorre também, a diminuição da taxa reprodutiva, além

de riscos associados, como, por exemplo, o aumento da incidência de atropelamentos de animais silvestres e de acidentes de pessoas com animais peçonhentos.

O nível de comprometimento de habitats para as diversas espécies envolvidas depende das características individuais, podendo acarretar desde pequenos deslocamentos de baixo impacto até extinções locais. Nesse último caso estão, principalmente, aqueles animais residentes, com baixa capacidade de locomoção, extremamente sensíveis e pouco tolerantes às modificações, onde a dependência dos habitats a serem suprimidos é grande ou total.

Os anfíbios são muito sensíveis a alterações do ambiente, principalmente quanto à temperatura e umidade, qualidade da água, estrutura da vegetação nos corpos d'água e fragmentação da paisagem. Para os anfíbios, a perda de habitats florestais deverá afetar as espécies que utilizam exclusivamente ambientes florestais associados, principalmente em ambientes lóticos. Contudo, devido ao impacto reduzido do empreendimento atrelado ao rio, espera-se que o impacto sobre este grupo seja reduzido. As espécies identificadas na AID e ADA da CGH são em sua maioria consideradas generalistas, pouco exigentes de ambientes preservados e de ampla distribuição geográfica, ainda, não foram registradas espécies de anfíbios ameaçados de extinção.

Os impactos relacionados ao afugentamento e distúrbio sobre os anfíbios pode ocorrer pelo atropelamento de indivíduos, possível interferência acústica, ocasionada pelo ruído de motores e máquinas sobre o sistema de comunicação usados pelos anuros para reprodução, principalmente no que diz respeito às atividades iniciadas no crepúsculo e aumento da taxa de predação pela exposição no deslocamento por áreas abertas.

Em relação ao afugentamento dos répteis, os maiores impactos deverão decorrer pela eliminação direta quando do encontro pelos moradores e trabalhadores locais com serpentes, quando normalmente são mortas, independentemente de serem ou não peçonhentas. Nesta situação, poderá ocorrer aumento de acidentes ofídicos, demandando de soros antiofídicos no local ou a disposição em maiores proporções em unidades de saúde próximas. Além disso, poderão ocorrer atropelamentos destes animais por máquinas e veículos locais e do entorno.

Não foram registradas espécies de avifauna ameaçadas para a região do empreendimento. Ainda deve-se considerar as espécies de possível ocorrência, além das espécies endêmicas da Mata Atlântica registradas. A fragmentação de habitats florestais deverá afetar a avifauna que utiliza áreas abertas e fechadas simultaneamente, a exemplo de algumas espécies das famílias Falconidae e Cathartidae, que se alimentam em áreas abertas mas fazem

seus ninhos nas florestas presentes principalmente em encostas íngremes de rios, com presença de maciço rochoso. Quanto ao afugentamento da avifauna, os impactos devem ocorrer pela supressão das áreas florestais e movimentações de maquinários. O afugentamento também poderá ocasionar o aumento da predação e caça.

Para os mamíferos, as obras poderão ocasionar aumento da caça no entorno e atropelamentos, tendo em vista que essas modificações no ambiente podem causar pânico e a perda de noção de habitat desses animais. Além disso, quando esses animais são obrigados a sair de seu território para outras localidades pode ocorrer a disputa territorial com outros indivíduos e isso pode levar a exclusão competitiva para diferentes espécies, reduzindo as populações de mamíferos nativos. Para espécies de fauna terrestre e semiaquática que habitam áreas relacionadas a cursos hídricos e suas margens, as alterações poderão ocorrer pela formação de trecho de vazão reduzida e construção do barramento. Para a mastofauna foram registradas três espécies classificadas como quase ameaçadas, sendo que a lontra (*Lontra longicaudis*) foi considerada como de alta sensibilidade as alterações ambientais, por se tratar de uma espécie associada ao ambiente aquático e ripário.

Outro fator importante de impacto negativo para a fauna da região é a presença de uma pedreira com lavra a céu aberto e desmonte por explosivos na margem oposta da CGH Giacomini. Em períodos de detonação e maior movimentação na pedreira, a fauna possivelmente é afugentada da região e busca abrigo em outros locais. Foi visualizado durante a segunda campanha de levantamento, uma redução no número de animais visualizados no local, e nessa campanha estavam ocorrendo detonações na pedreira. Portanto, tendo em vista que poderão ocorrer dois impactos à fauna concomitantemente na mesma região, faz-se importante os cuidados com período de supressão e monitoramento da fauna terrestre.

As alterações ocasionadas no ambiente também podem favorecer a proliferação de vetores e fauna sinantrópica, isso pode ser ocasionado principalmente pelo acúmulo de resíduos orgânicos e inorgânicos. Os restos de alimentos podem atrair a fauna para a região das obras (ex. *Rattus norvegicus*), adicionalmente, a má disposição de resíduos plásticos, por exemplo, pode se tornar um local propício para a ovoposição do mosquito vetor *Aedes aegypti.*

A construção de barragens, poluição e pesca predatória estão entre as principais causas da perda da diversidade da ictiofauna. A construção de barragens de maior porte acabam formando reservatórios, e a intensidade de impactos ambientais decorrentes das modificações hidrológicas impostas pelos represamentos interferem na fauna local, tais como nas estratégias

reprodutivas, nos padrões de migração, nas especializações tróficas, no grau de pré-adaptação a ambientes lacustres, interações entre os organismos e a dominância de espécies, modificações das condições físico-químicas da água, eutrofização e deterioração da qualidade da água, alterações das inter-relações dos ecossistemas terrestre/lacustre, inundação de áreas sazonalmente criando homogeneização do leito do rio, eliminando a presença de biótopos (ilhas, remansos, foz, lagoas, corredeiras. A jusante do barramento observa-se impactos que se referem a alterações do fluxo de água, ocorrendo a diminuição de vazão aumento do nível de predação próximos à barragem. Também são verificadas espécies que acabam se beneficiando com a formação de reservatórios, principalmente as generalistas.

As espécies de peixes adaptadas a ambientes reofílicos (adaptados a ambientes de correnteza e algumas vezes migradores) são as mais afetadas com a transformação súbita do ambiente lótico para lêntico, uma vez que as adaptações e estratégias reprodutivas estavam associadas ao ambiente lótico. Cabe também ressaltar que as condições atuais podem comprometer a abundância das espécies em vários aspectos, como a utilização do espaço físico, a oferta de alimento e a qualidade da água e do substrato, aumento de competição (AGOSTINHO et al., 2007). Uma das alterações mais relevantes produzidas pelos reservatórios ocorre sobre espécies migradoras, tanto montante quanto jusante da barragem, é o bloqueio ou o retardo do movimento de peixes para as partes superiores da bacia dificultando ou impedindo a continuidade do ciclo reprodutivo.

Porém como foi verificado no estudo prévio da ictiofauna no Arroio Guaçu, CGH Giacomini, não foram constatadas espécies de peixes com maiores demandas ecológicas (migradoras e endêmicas), ainda que o projeto do empreendimento traz a construção de um barramento de regulação, sem formação de reservatório, no qual o rio continuará na sua calha principal, esse fator diminui significativamente os impactos sobre a ictiofauna, no qual não trará grandes alterações sobre esse curso hidrológico. Contudo cabe salientar a importância do monitoramento e da recuperação das áreas danificadas pela construção, regeneração da mata ciliar para que os peixes não sofram impactos sobre sua guilda trófica, afim de evitar um desiquilíbrio intraespecífico e interespecífico. Também, no ponto de construção do barramento da CGH Giacomini são verificadas corredeiras e uma cachoeira, as mesmas já formam uma barreira natural para espécies de hábito migratório, e a presença de outros empreendimentos hidrelétricos a jusante no Arroio Guaçu.

A supressão da vegetação marginal, embora parte da faixa ciliar encontra-se parcialmente antropizada, poderá provocar a formação de processos erosivos em função da maior exposição do solo a intempéries climáticas, provocando o carregamento de partículas sólidas e aumento da turbidez da água. Outro fator que deve gerar aumento da turbidez da água, especialmente a jusante do barramento está relacionada a fase de implantação das obras no leito e interior do rio, pois haverá movimentação de solo. A supressão da vegetação também deverá reduzir temporariamente a disponibilidade de alimentos oriundos da faixa ciliar, bem como de habitats de espécies que as utilizam como abrigo.

Outro impacto importante a ser notado pela implantação de empreendimentos com túneis e/ou canais de desvio diz respeito à formação de trechos de vazão reduzida, onde o fluxo de água é reduzido a vazão ecológico/sanitária. Neste trecho, imediatamente após a cessão da vazão natural com a construção do barramento, haverá redução do fluxo de água, provocando a formação de ilhas de isolamento. Este trecho passará a contar com vazão reduzida, podendo sofrer flutuação do nível da água, principalmente em períodos de cheias ou chuvas intensas, face ao vertimento no barramento.

Durante a implantação do empreendimento, na instalação de ensecadeiras e estruturas de desvio parcial do rio, poderão ocorrer alterações limnológicas pontuais e isolamentos da ictiofauna, para as quais faz-se necessário acompanhamento da equipe técnica de monitoramento ambiental e realização de resgate, se necessário.

Cabe destacar, porém, que ações antrópicas não ligadas a geração de energia hidrelétrica, a exemplo da supressão de vegetações marginais, aplicação de agrotóxicos sem respeitar a APP e lançamento de efluentes sem tratamento, além de introdução de espécies exóticas potencializam os impactos negativos sobre a ictiofauna nativa. A conscientização da população da região sobre a importância da fauna é um dos maiores aliados com vistas a conservação desses grupos.

Tabela 115: Atributos do impacto: Alterações na fauna.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente/Temporário
Magnitude	Alta
Probabilidade de ocorrência	Certa

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos	I, J, S

Síntese das medidas mitigadoras:

- Evitar realizar a supressão da vegetação nativa durante a fase reprodutiva da fauna terrestre e semiaquática, que ocorre em maior escala entre os meses de setembro a fevereiro, com mais ênfase na primavera;
- A empresa responsável pelo monitoramento ambiental deve ser comunicada previamente, para então acompanhar o resgate de ictiofauna durante o desvio do rio;
- Realizar a supressão de forma metodológica e direcionada, a fim de limitar a supressão e os danos a flora apenas a área necessária;
- Realizar a supressão de forma gradativa, direcionada a evitar encurralar a fauna e somente em período diurno;
- Paralisar a atividade de supressão quando avistado um animal, permitindo o deslocamento próprio para local seguro. Se necessária intervenção, esta deverá ser feita pela equipe de resgate de fauna, através de captura e soltura imediatamente após encontrado local apropriado;
- Em caso da ocorrência de acidentes ou identificação de animais silvestres debilitados, estes devem ser atendidos por Médico Veterinário especializado no tratamento de animais silvestres;
- Interação com o Plano Ambiental da Construção (PAC), em especial, sobre o alerta aos colaboradores quanto à proibição de caça, pesca, coleta e transporte de animais silvestre, sendo também responsabilidade dos mesmos a preservação da fauna;
- Implantar Programa de Monitoramento da Fauna;
- Implantar Programa de Resgate de Fauna;
- Interação com Programas de Educação Ambiental e Comunicação Social;
- Evitar a entrada de animais domésticos na área de supressão, especialmente bovinos, cachorros e gatos na área de supressão e na APP, quando esta estiver conformada;
- Coibir atividades de caça;

- Implantar sistema de sinalização alertando a possibilidade de deslocamento de animais silvestres;
- Implantar sistema de garantia da vazão ecológica.

8.4.7.2 Flora

8.4.7.2.1 Supressão da vegetação (L)

No local do empreendimento ocorre a presença da formação de Floresta Estacional Semidecidual, pertencente ao bioma Mata Atlântica. A remoção da cobertura vegetal na área diretamente atingida (ADA) é o impacto mais significativo relacionado a flora. No que tange ao enquadramento da vegetação quanto ao estágio sucessional, as áreas necessárias para implantação da CGH Giacomini foram classificadas como *Vegetação Secundária em Estágio Médio de Regeneração Natural.*

A ADA do empreendimento é atualmente ocupada por pastagens e vegetação nativa, a supressão incorrerá sobre uma área inicialmente calculada em 1,5309 ha, ela se dará ao longo de toda área do empreendimento já que o mesmo se encontra sobre área de vegetação. Quando se der a supressão da vegetação uma cadeia de impactos pode ser relacionada, como a perda de habitats para fauna, quebra de corredores ecológicos, fragmentação do habitat, alterações na ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas e automaticamente a mudança da paisagem local.

Durante o inventário florestal não foram identificadas espécies de árvores exóticas no ponto do empreendimento e foram visualizados poucos locais de plantio de exóticas, ainda assim essa presença pode ocasionar uma pequena chance de contaminação biológica através da proliferação dessas espécies exóticas.

As principais mudanças na paisagem local relacionadas com a flora estão voltadas com a remoção da vegetação ripária ao longo de todo empreendimento. Nesses locais haverá uma quebra do corredor ecológico formado pela mata ciliar, contudo ainda serão mantidos diversos remanescentes viáveis ao longo do Arroio Guaçu, os quais continuarão fornecendo conexões entre as áreas.

Com a perda de áreas por diminuição da cobertura florestal poderão ser afetadas as espécies endêmicas e ameaçadas de extinção da flora regional. Dentre as espécies madeireiras registradas no inventário florestal duas foram classificadas como ameaçadas de extinção

segundo a Portaria IBAMA n° 37-N/1992 editada em 1995 e Portaria MMA 148/2022: *Myrocarpus frondosus* (cabreúva) e *Machaerium paraguariense* (Jacaranda) e uma espécie ameaçada em nível nacional segundo a Portaria MMA 148/2022, *Cedrela fissilis* (Cedro).

O impacto se dará pela supressão de cerca de 68 exemplares, considerando as três espécies ameaçadas. O risco de extinção de espécies da flora é baixo, principalmente levando em consideração que o empreendimento será de pequeno porte e que serão adotadas medidas preventivas e mitigadoras relacionadas a flora, como por exemplo a reposição florestal de espécies ameaçadas com o plantio de 680 mudas.

Tabela 116: Atributos do impacto: Supressão da vegetação.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos	A, B, D, E, F, G, H, I, J, K, N, O, Q, S, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- É extremamente importante que a supressão de vegetação não aconteça durante o período reprodutivo da maioria das espécies animais, ou seja, durante os meses de setembro a janeiro;
- A equipe responsável pelo monitoramento ambiental deve ser comunicada para acompanhar supressão de vegetação, bem como o afugentamento da fauna;
- Realizar o resgate de espécies de flora, em especial as epífitas e reófitas;
- Implantar Programa de Supressão da Vegetação Nativa e Aproveitamento Estratégico dos Recursos Florestais;
- Implantar Programa de Recuperação das Áreas Degradadas mediante o plantio de mudas de espécies de árvores nativas nas áreas de remoção das estruturas temporárias;

- Definir medida compensatória à supressão vegetal, mediante averbação de área de mato equivalente e com no mínimo as mesmas características da suprimida;
- Implantar Programa de Reposição Florestal;
- Interação com Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social;
- Interação com o Plano Ambiental da Construção – PAC, no que tange os cuidados com a supressão das áreas limitadas às necessárias.

8.4.7.2.2 Alteração da população de macrófitas (M)

Não foram visualizadas populações de macrófitas ao longo do Arroio Guaçu. Com a implantação do empreendimento aumenta-se a chance de proliferação das mesmas devido ao acúmulo de matéria orgânica nas proximidades da tomada d'água e barramento. Ainda assim esse impacto será de baixa magnitude para este empreendimento, uma vez que não há formaçãode reservatório, ambiente este propício para acúmulo de minerais e desenvolvimento deste grupo vegetal. Caso durante o monitoramento sejam observadas macrófitas aquáticas sugere-se a elaboração de mapas e um programa para controle desses organismos.

Tabela 117: Atributos do impacto: Alteração na população de macrófitas.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Operação
Meio de ocorrência	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Incerta
Início da manifestação	Médio ou Longo Prazo
Reversão ou Potencialização	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos	A, B, F, K, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Implantar Programa de Monitoramento da Qualidade da Água;
- Implantar Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas;

8.4.8 Programas Ambientais – Meio Biótico

8.4.8.1 Programa de monitoramento de fauna

8.4.8.1.1 Apresentação

A implantação de um empreendimento hidrelétrico, mesmo de pequeno porte, acarreta impactos negativos sobre a fauna em função da fragmentação ou eliminação de habitats e nichos, bem como o afugentamento dos animais. Este fato ocorre principalmente pela supressão da vegetação e instalação das estruturas civis. O monitoramento de fauna é uma forma de obter informações que possibilitarão compreender os efeitos causados pela construção do empreendimento. As atividades desse programa visam ampliar o conhecimento da diversidade de fauna da região, além de avaliar processos ligados a modificação da paisagem.

8.4.8.1.2 Justificativa

O desenvolvimento do Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna se faz necessário devido aos impactos negativos que a CGH Giacomini irá provocar sobre a fauna quando da sua construção. Além do monitoramento de fauna, ações como resgate, realocação e determinação de áreas que possam ser utilizadas como corredores ecológicos são de fundamental importância para minimização de impactos sobre à fauna terrestre.

8.4.8.1.3 Objetivo geral

Este programa tem por objetivo geral monitorar e minimizar os impactos negativos sobre a fauna silvestre originados pela implantação da CGH Giacomini, assim como executar as ações de manejo durante as etapas de supressão da vegetação e demais interferências das obras. Em paralelo, o programa visa monitorar as espécies da fauna (avifauna, herpetofauna, mastofauna, ictiofauna), especialmente aquelas ameaçadas de extinção, durante a implantação e operação do empreendimento e, desse modo, contribuir para o conhecimento da fauna nativa local e para a formação de um banco de dados da região.

8.4.8.1.4 Objetivos específicos

- Aprofundar o conhecimento sobre a diversidade de espécies da região;

- Realizar o monitoramento das espécies de fauna terrestre e aquática presentes na área de influência do empreendimento;
- Identificar espécies raras, ameaçadas de extinção ou endêmicas;
- Contribuir com o banco de dados de atropelamento da fauna;
- Propor medidas de conservação e manejo (quando necessário);
- Avaliar os efeitos positivos e negativos decorrentes da implantação do empreendimento;
- Monitorar a recolonização da fauna em áreas de PRAD.

8.4.8.1.5 Procedimentos metodológicos

O programa deverá iniciar suas atividades antes do início das obras e deve seguir as diretrizes propostas pela Portaria IAP n° 97/2012. Esse programa é dividido em cinco subprogramas relacionados ao monitoramento de fauna terrestre e aquática, os quais são listados a seguir. Dadas as diferentes características de cada táxon, os métodos de amostragem serão diversificados, além disso, os métodos deverão ser padronizados, para que futuramente possam ser avaliados comparativamente os dados.

Subprograma de monitoramento da fauna terrestre e semiaquática

O monitoramento de fauna terrestre e semiaquática deverá contemplar os seguintes grupos: avifauna, mastofauna e herpetofauna. Deverão inicialmente ser selecionadas as melhores áreas para monitoramento levando em consideração o desenho do empreendimento e as áreas de intervenção, preferencialmente deverão ser utilizadas as mesmas áreas já amostradas no levantamento de fauna. O monitoramento da fauna terrestre e semiaquática deverá ser realizado em duas etapas:

1ª. Pelo menos uma campanha a ser realizada antes do início da construção do empreendimento;

2ª. Campanhas trimestrais contemplando as quatro estações do ano, com apresentação de relatórios semestrais durante a fase de obras;

A metodologia de monitoramento da fauna deverá ser padronizada, mantendo-se no decorrer dos levantamentos. Deverá mostrar a suficiência amostral do inventário (curva do coletor e/ou estimadores não paramétricos). De maneira geral, o monitoramento poderá detectar

eventuais alterações na distribuição das espécies locais em seus diferentes táxons. A seguir serão descritos os métodos que devem ser utilizados no monitoramento de fauna, sugere-se que sejam priorizados os métodos não invasivos.

Mastofauna

Busca ativa: para registro e identificação de mamíferos de pequeno, médio e grande porte: Esta deverá ser realizada em ambientes como trilhas, estradas e margens de córregos e rios para possível identificação de vestígios, como pegadas, fezes, carcaças, etc. A busca ativa para mastofauna se dará por 6 horas por campanha.

Armadilha fotográfica: utilizada para registro de mamíferos de maneira geral, em especial de médio e grande porte. A armadilha fotográfica será utilizada alternadamente entre os pontos amostrais, permanecendo instaladas por um período mínimo de 72 horas por campanha. Serão também utilizadas iscas para atrair os animais ao raio de ação da câmera. Como iscas podem ser utilizadas: banana, mamão, laranja, sardinha, carne, milho e demais frutas da estação.

Rede de neblina: utilizada para a captura de mamíferos voadores, deverão ser instaladas três redes de pelo menos 15 m de comprimento X 3 m de altura as quais deverão ficar abertas por um período de pelo menos 3 horas, as redes devem ser vistoriadas a cada 30 minutos para remoção dos indivíduos que ficarem presos. Para monitoramento desse grupo sugere-se que seja selecionada uma área central que não será alvo de supressão.

Levantamento bibliográfico: utilizada, inicialmente, para nortear os trabalhos à campo, quanto a metodologia e equipamento a aplicar. Em momento posterior servirá para complementar os estudos, com base em levantamento já efetuados por equipes de profissionais, caso houver.

Avifauna

Busca ativa: são percorridos diversos ambientes de possível ocorrência das aves. Dentre estes ambientes estarão a borda e interior da vegetação ciliar, trilhas em meio à vegetação, plantações e outras fitofisionomias presentes na área. Para a amostragem serão demarcados transectos livres e percorridos a pé, contemplando todos os ambientes citados anteriormente. Durante os transectos são registradas as espécies de aves ocorrentes por meio de registro auditivo e/ou visual, vestígios e, quando possível, informações gerais sobre sua ecologia e biologia. A busca ativa para avifauna se dará por 6 horas por campanha.

Pontos de escuta: As amostragens deverão ser realizadas nos horários de maior atividade das aves, que consiste em início da manhã ou final da tarde. A amostragem através de pontos de escuta em cada área se dará em 10 minutos. Para auxiliar na identificação dos espécimes poderão ser utilizados gravador, binóculos e livros de campo.

Levantamento bibliográfico: utilizada, inicialmente, para nortear os trabalhos à campo, quanto a metodologia e equipamento a aplicar. Em momento posterior servirá para complementar os estudos, com base em levantamento já efetuados por equipes de profissionais, caso houver.

Herpetofauna

Busca ativa: Para o diagnóstico de répteis poderá ser utilizado o método de Procura Limitada por Tempo (PLT), o qual consiste na busca ativa em locais propícios a sua ocorrência, dentre estes ambientes estarão área abertas com pedras ou troncos, interior de vegetação nativa, afloramentos rochosos e estradas de acesso. Para o levantamento de anfíbios da área de influência do empreendimento deverão ser amostrados ambientes de possível ocorrência, como áreas úmidas ou alagadiças, interior de vegetação nativa com córregos e demais ambientes pertinentes. As amostragens deverão ser intensificadas no período noturno, devido à maior atividade (em função da alimentação e reprodução) dos anfíbios, através de busca ativa e identificação visual e/ou auditiva. A busca ativa para herpetofauna se dará por 8 horas por campanha, sendo 4 horas para répteis e 4 horas para anfíbios.

Subprograma de monitoramento da fauna aquática

O monitoramento da fauna aquática comtemplará o grupo de Ictiofauna, os pontos de amostragem devem ser preferencialmente os mesmos utilizados no estudo inicial (PCA). O monitoramento da fauna aquática deverá ser realizado em duas etapas:

1ª. Pelo menos uma campanha a ser realizada antes do início da construção do empreendimento;

2ª. Campanhas trimestrais contemplando as quatro estações do ano, com apresentação de relatórios semestrais;

Para o monitoramento da ictiofauna da área de influência do empreendimento, deverão ser instaladas redes de malhas diversas (1,5 cm, 3 cm, e 5 cm) para cada ponto amostral. As redes deverão ficar dispostas na água com um esforço amostral mínimo de 12 horas. Caso

necessário, também poderão ser utilizados covos iscados com ração de peixe, como forma de maximizar os ambientes de amostragem.

É importante que os pontos monitorados contemplem locais a montante e a jusante do barramento, com variações de ambiente do rio e acessível durante todas as estações do ano. Igualmente, os esforços amostrais deverão ser padronizados, possibilitando efetivas comparações e caracterização da ictiofauna dos diferentes locais. Os indivíduos capturados deverão ser medidos, fotografados, identificados e soltos novamente no rio. Em caso de morte de indivíduos os mesmos deverão ser destinados a instituições para fins de estudo, com documento de confirmação de interesse no recebimento do material biológico.

Subprograma de monitoramento da fauna ameaçada, endêmica e bioindicadora

Durante os estudos preliminares realizados não foram identificadas espécies classificadas como ameaçadas de extinção na área diretamente afetada pelo empreendimento, apenas espécies quase ameaçadas. Entretanto, caso sejam identificadas espécies ameaçadas ao longo das campanhas de monitoramento, deverão ser confeccionadas planilhas de dados com a abundância das espécies e número de indivíduos translocados (se for necessário). As informações coletadas devem permitir a comparação dos dados pré e pós implantação do empreendimento. As áreas em que ocorrerem translocação também deverão ser inclusas no monitoramento.

Subprograma de monitoramento do atropelamento de fauna

O monitoramento do atropelamento de fauna deverá ser realizado nas principais estradas de acesso ao empreendimento, nesse sentido esses acessos deverão ser percorridos de carro e os animais encontrados atropelados devem ser identificados ao menor nível taxonômico possível.

Para redução de atropelamentos no acesso do empreendimento podem ser utilizadas placas de sinalização, o controle de resíduos também é uma forma de evitar a aproximação da fauna silvestre e a educação ambiental terá como objetivo informar a população sobre as espécies ocorrentes na região e a importância da utilização correta das rodovias. Conforme citado no Item 8.4.7.1.2 todo o canal deverá ser corretamente cercado, para evitar acidentes com a fauna silvestre.

Subprograma de controle e monitoramento de espécies sinantrópicas, vetores e bioinvasão

A geração de resíduos e sua disposição de forma inadequada é o principal fator para atração e proliferação de espécies vetores e sinantrópicas. Portanto, durante a fase de implantação, que é a fase com maior geração de resíduos, deve ser dada destinação adequada a todos os tipos de resíduos produzidos pelos colaboradores da obra. Durante a operação o ambiente da casa de força deve ser mantido limpo e organizado para reduzir a oferta de abrigo para espécies sinantrópicas. Devem ser verificados locais potenciais para criadouros de mosquito, esses criadouros devem ser eliminados para evitar a proliferação de vetores, principalmente do mosquito *Aedes aegypti.*

8.4.8.1.6 Resultados esperados

Espera-se a redução dos impactos relacionados a fauna e geração de conhecimento cientifico para a região. Como resultado espera-se a formulação de relatórios semestrais relatando as atividades realizadas e análises das campanhas. Ao final da fase de implantação deve ser elaborado relatório acumulativo de todas as campanhas realizadas até o momento. Durante a operação deverão ser elaborados relatórios técnicos anuais e ao final do primeiro ciclo de quatro anos deve ser entregue um novo relatório consolidado, onde deverão conter análises que definam a continuação, paralização ou alteração do referido programa.

8.4.8.1.7 Indicadores de sucesso

- Número de espécies registradas antes e depois da implantação do empreendimento;
- Presença de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção;
- Baixa taxa de atropelamentos;
- Ocorrência de espécies sinantrópicas ou vetores.

8.4.8.1.8 Cronograma físico

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Determinação das áreas															
Campanhas de monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.2 Programa de resgate de fauna

8.4.8.2.1 Apresentação

O salvamento, resgate e destinação da fauna silvestre tem como foco o acompanhamento das atividades de supressão de vegetação e desvio do rio visando o manejo adequado da fauna e a minimização dos impactos sobre cada grupo evitando acidentes com a fauna e trabalhadores.

Geralmente pequenos mamíferos terrestres e herpetofauna (anfíbios e répteis) são os grupos que sofrem maior impacto durante atividades de supressão de vegetação, pois possuem menor mobilidade e em alguns casos dependem de resgate para posterior soltura em locais adjacentes aos que foram resgatados. Mamíferos de médio e grande porte e fauna alada (aves e morcegos) tendem a abandonar as áreas interferidas em função da movimentação de pessoas e máquinas.

Neste sentido, todas as ações que minimizem eventuais perdas de biodiversidade devem ser adotadas, desde o afugentamento e resgate da fauna, destinação de fauna injuriada para tratamento adequado, conscientização de funcionários da obra e comunidade local sobre a importância da preservação do meio ambiente.

As atividades serão executadas durante a supressão da vegetação nativa, visando o afugentamento brando e o resgate de espécimes quando necessário, e de acordo com os métodos adequados para cada grupo faunístico (avifauna, herpetofauna, mastofauna, ictiofauna).

8.4.8.2.2 Justificativa

A supressão da vegetação nativa e atividades de desvio do rio ocasionam impactos negativos nas comunidades, podendo ocasionar a perda de indivíduos e impactar negativamente a biodiversidade de determinada região. Além disso, dependendo da escala em que ocorre a supressão, a capacidade limitada de deslocamento de muitas espécies impede que estas alcancem áreas seguras, aumentando os riscos de acidentes. Em virtude destes impactos, o afugentamento e/ou o resgate é a ferramenta que poderá minimizar os impactos negativos da implantação do empreendimento sobre os espécimes de todos os táxons nas áreas necessárias. Assim, a execução desse programa justifica-se pela mitigação dos impactos relacionados aos espécimes que estiverem presentes nos locais de intervenção.

8.4.8.2.3 Objetivo geral

Promover o resgate brando, ou afugentamento, durante as atividades de desmatamento na área destinada as obras da CGH Giacomini, de forma a proporcionar condições de deslocamento dos animais até áreas de vegetação adjacentes, diminuindo, assim, o número de espécies animais atingidas, bem como, efetuar o resgate, reabilitação e relocação de espécies que não puderem escapar por recursos próprios durante o processo de desmatamento. Além disso, também é objetivo do programa o resgate de peixes durante as etapas de desvio do rio e conclusão do barramento de regularização.

8.4.8.2.4 Objetivos específicos

- Realizar o resgate de ictiofauna durante as fases de desvio do rio;
- Afugentar a fauna silvestre por meio de métodos não invasivos;
- Realizar o resgate de fauna terrestre durante a supressão e limpeza das áreas do empreendimento;
- Realocar os indivíduos resgatados para áreas adjacentes, respeitando o mesmo lado do rio onde foram encontrados.

8.4.8.2.5 Procedimentos metodológicos

Anteriormente ao início dos trabalhos de resgate de fauna devem ser definidas áreas propicias para soltura, essas áreas poderão ser previamente escolhidas através de imagens de satélite e conferidas em campo.

A supressão da vegetação será realizada durante a implantação das estruturas da CGH Giacomini (casa de força, tomada d'água, canal, conduto). Nestas etapas, é importante que a equipe responsável instrua os trabalhadores para direcionar as ações no sentido de permitir o deslocamento da fauna em direção a refúgios existentes nas proximidades, evitando o afugentamento dos animais para áreas com residências. De igual forma, é de suma importância a orientação aos trabalhadores para não realizar a captura sem necessidade ou de forma inadequada, haja vista que são trabalhos específicos a serem realizados por profissionais qualificados, devendo-se priorizar a saída espontânea dos animais. Deve-se ter especial atenção para espécies com baixa mobilidade ou ameaçadas de extinção.

O manejo (salvamento, resgate e destinação) de fauna durante as atividades de supressão vegetal é realizado por meio de duas ações básicas:

Manejo Indireto, que consiste na prática de afugentar os animais encontrados durante o desmatamento, sendo esta forma de manejo priorizada durante o período de execução do programa para evitar estresse aos animais e/ou possíveis acidentes. O afugentamento (resgate) será executado concomitante ao período supressão da vegetação, porém com alguns minutos de antecedência ao início dessa atividade.

Deverá sempre que possível evitar o contato direto com os animais silvestres. Assim, quando registrada a presença de um espécime, deverá ser priorizado o afugentamento do mesmo para uma área próxima à seu local de origem, com características semelhantes. O afugentamento, proteção e manejo da fauna deverão respeitar as características de cada grupo faunístico, sendo adaptado pela equipe técnica em campo sempre que necessário. Os métodos adotados visam minimizar o impacto decorrente da supressão, evitando o efeito do estresse de captura sobre a saúde dos animais.

Manejo Direto (resgate/soltura; resgate/clínica; resgate/depósito em coleção científica), que envolve a contenção física dos animais, quando necessário. Nesse caso, os profissionais executam a captura de animais para posterior soltura ou encaminhamento para tratamento veterinário durante a realização das atividades de supressão de vegetação.

Os espécimes para os quais a estratégia de afugentamento não resulte em saída espontânea da área a ser suprimida, ou caso o mesmo possa oferecer riscos aos trabalhadores

das obras ou a eles mesmos, deverão ser resgatados e imediatamente liberados nas proximidades aos seus locais de origem, com características similares às de seu entorno, sempre respeitando uma distância segura das atividades da obra que estarão sendo realizadas. O método de contenção física ocorre sempre de forma a manter a integridade do animal capturado e do profissional que está executando a atividade. A soltura dos animais resgatados é realizada o mais rápido possível e em ambiente análogo ao da captura, nesse caso a área prioritária para soltura serão fragmentos na jusante do empreendimento. Depois de derrubadas, as árvores são vistoriadas na busca por animais. O número de árvores caídas por evento não deve ser maior que a capacidade de vistoria da equipe de afugentamento e salvamento de fauna na frente de supressão.

No caso da ictiofauna o resgate deverá ser realizado com tarrafas, redes de espera e puçás. Os animais capturados devem ser acondicionados em baldes com água e soltos em seguida em um trecho do rio que não seja atingido diretamente pelas obras de desvio.

Para tratamento de animais que por ventura estejam feridos, opta-se pela realização de um convênio, a ser contratado com clínica veterinária próxima, que possua condições e equipamentos para a realização dos procedimentos clínicos veterinários pertinentes aos espécimes debilitados. As equipes de supressão da vegetação ou responsáveis por outra atividade de instalação estarão orientadas para, sempre que encontrem um animal que não tenha se evadido da área de interferência, isolem a área e solicitem a presença do responsável técnico para que este proceda à captura e soltura ou, se necessário, encaminhe para tratamento veterinário. Caso haja animais que necessitem de atendimento médico veterinário urgente, os mesmos deverão ser imediatamente transportados para a clínica conveniada onde serão atendidos.

8.4.8.2.6 Resultados esperados

As campanhas de resgate de fauna devem ocorrer concomitantemente com a supressão, como resultado espera-se a completa recolocação das espécimes fanunísticas que porventure sejam encontradas nas áreas de impantação em áreas não afetadas. O objetivo primário é a não intervenção direta, mediante estratégias de deslocamento compulsivo, sendo a movimentação direta o último recurso para salvação do espécime.

Complementarmente, objetiva-se a formulação de relatórios relatando os resultados e resgates realizados. Ao final da fase de implantação deve ser elaborado relatório acumulativo

contendo lista de todas as espécies resgatadas e número de indivíduos realocados, bem como as zonas de captura e soltura. Relatos de danos a animais e tratamento também deverão ser apontados, caso ocorra.

8.4.8.2.7 Indicadores de sucesso

- Número de animais resgatados durante as operações;
- Integridade dos animais resgatados durante as operações.

8.4.8.2.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Demarcação da área de supressão															
Execução do desmatamento, limpeza e remoção da madeira															
Monitoramento e resgate															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.3 Programa de monitoramento da paisagem com foco nas inter-relações fauna-habitat

8.4.8.3.1 Apresentação

Um tipo de inter-relação importante, em especial para a fauna, refere-se ao uso do habitat ou de unidades paisagísticas. Sabe-se que a presença da fauna em uma determinada área está relacionada a um conjunto de condições ambientais ideais requerido por cada espécie. A vegetação, por exemplo, é uma das características importante para a manutenção da fauna, pois proporciona dois atributos chaves, que são o alimento e o abrigo. Assim, a estrutura da vegetação tem grande influência no habitat das diferentes espécies e, consequentemente, na composição faunística do ecossistema, sendo que habitats mais heterogêneos abrigam espécies diferentes. Recursos hídricos também são aspectos importantes a considerar já que algumas

espécies são altamente dependentes da água ou de ambientes úmidos para realizar várias funções vitais de seu ciclo de vida. Assim, modificações estruturais em seus habitats podem comprometer estas inter-relações

8.4.8.3.2 Justificativa

A compreensão das inter-relações fauna-habitat é fundamental como determinante de biodiversidade e fortemente recomendadas como objeto de estudo, principalmente para ações de conservação (GILBERT, 1980). A presença de algumas espécies e/ou comunidades em determinadas áreas, tem sido reconhecida como fundamental em inventários, estudos de impactos ambientais e monitoramentos. Sendo assim, o monitoramento das interações fauna-habitat é, uma maneira objetiva de avaliar a interdependência entre componentes importantes dessas comunidades, além de permitir, ao longo do tempo, a detecção de alterações ambientais.

8.4.8.3.3 Objetivo geral

Monitoramento a médio e longo prazo que possibilitem a avaliação dos impactos gerados pela CGH Giacomini sobre a fauna local, em especial às inter-relações fauna-habitat.

8.4.8.3.4 Objetivos específicos

- Identificar os impactos gerados pelo empreendimento na fauna terrestre e aquática;
- Avaliar alterações potenciais (positivas e negativas) sobre a diversidade de espécies, tendo como base dados de registro de ocorrência e uso de habitats.

8.4.8.3.5 Procedimentos metodológicos

Respostas concretas sobre as inter-relações fauna-habitat serão possíveis a partir do início dos programas de monitoramento relacionados à fauna. Para tanto, foram elaborados programas de monitoramento, que incluem a definição de padrões para coleta de dados em campo, de forma a padronizar as informações para que as mesmas possam ser comparadas em diferentes situações. Nesse programa deve-se relacionar a ocorrência das espécies com os habitats identificados no local.

8.4.8.3.6 Resultados esperados

Devem ser realizadas campanhas de monitoramento durante a fase de implantação e operação, contemplando as diferentes estações do ano. Como resultado espera-se a formulação de relatórios relatando as atividades realizadas e análises das campanhas. Esse programa ocorrerá concomitantemente aos Programas de Monitoramento de Fauna.

8.4.8.3.7 Indicadores de sucesso

- Presença de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção;
- Número de espécies registradas antes e depois da implantação do empreendimento.
- Identificação da inter-relação de espécies com determinados ambientais e a correlação entre o período pré e pós-obras.

8.4.8.3.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Determinação das áreas															
Campanhas de monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.4 Programa de atendimento a desastres naturais e tecnológicos com impactos relacionados à fauna

8.4.8.4.1 Apresentação

Os desastres naturais são aqueles provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza e/ou pela ação do homem. A classificação de desastres considera uma divisão em duas categorias: naturais e tecnológicos. Os desastres naturais são divididos em cinco categorias:

Geofísico: Causado por eventos provenientes de terra sólida (ex. vulcão, erosão);

Hidrológico: Causado por desvios no ciclo da água normal ou transbordamento de corpos d'água (ex. inundações);

Biológico: Causado por exposição a organismos vivos e substâncias tóxicas (ex. doença infecciosa);

Meteorológico: Causado por eventos atmosféricos de curta duração (ex. tempestade tropical);

Climatológico: Causado por eventos de variabilidade climática de longa duração (ex. onda de calor, incêndios, seca).

Segundo Freitas e Rocha (2014) o sul do Brasil é a região que apresenta maior número de tipos de desastres, sendo mais vulnerável ambiental e climaticamente em relação a outras regiões do país. Dentre os desastres ocorrentes na região sul pode-se citar secas severas, estiagem, inundação, geadas, vendaval, entre outros.

8.4.8.4.2 Justificativa

Tendo em vista que o sul do Brasil é uma das regiões com presença constante de desastres naturais e que alguns desses processos podem impactar negativamente a fauna devido a construção do empreendimento, entende-se a necessidade de monitoramento e proposição de medidas mitigadoras em situações atípicas.

8.4.8.4.3 Objetivo geral

Esse programa tem como objetivo geral prevenir e reduzir os fatores de risco presentes na obra relacionados ao impacto ocasionado por desastres naturais ou antrópicos;

8.4.8.4.4 Objetivos específicos

- Monitorar desastres naturais e antrópicos de possível ocorrência na região do empreendimento;
- Executar ações de resgate de fauna em caso de desastres naturais ou antrópicos.

8.4.8.4.5 Procedimentos metodológicos

Diante do arranjo definitivo e das licenças ambientais pertinentes ao empreendimento, o primeiro passo previamente a movimentação das obras é um mapeamento inicial das áreas de riscos de desastres naturais, especialmente atrelado a movimentações de massas. Este mapeamento deve indicar as áreas de risco e as medidas cabíveis para prevenir acidentes que possam gerar dados à natureza e aos envolvidos no empreendimento.

Já com as obras em andamento se deve acompanhar os pontos mapeados primariamente e ampliar a malha de alvos, caso esta se espanda, especialmente nas atividades de avanço de escavações.

Concluídos os espelhos dos cortes e aterros, substancialmente deverá ser iniciada a recuperação das áreas degradadas, primariamente com a forração do solo mediante, plantio, semeadura ou hidrossemeadura. Para os blocos rochosos avaliar a necessidade de intervenções de engenharia.

Outro risco potencial a ser monitorado diz respeito a poluição por agentes contaminantes, em especial efluentes que podem deslocar-se para cursos hídricos e culminar em danos a fauna. Para tanto, junto ao Programa Ambiental da Construção – PAC, deverá ser projetado e implantado:

- Depósito de óleos minerais novos e usados, em local com piso impermeabilizados;
- Sistema de tratamento de esgoto sanitário para o canteiro de obras e de apoio;
- Sistema de tratamento de efluentes industriais para central de concreto, caso instalada;
- Sistema de tratamento de efluente para tanque de combustível, rampa de lavação e rampa de manutenção de veículos, caso implantados.

No que concerne a risco de desastre tecnológico, não se espera para este empreendimento, uma vez que trata-se da implantação de uma central geradora de energia elétrica cuja matéria prima é a água, transformando a energia cinética em elétrica mediante as variáveis vazão e queda. Para tanto não se opera materiais de rsco tecnoclógico além daqueles já conhecidamente empregados na construção civil e na indústria metal-mecânica.

Caso ocorram desastres naturais devem ser adotadas as medidas cabíveis de resgate de fauna caso seja necessário, por exemplo, em caso de secas extremas e visualização de aprisionamento de peixes em poças os mesmos poderão ser resgatados e transportados para trechos mais profundos do rio.

8.4.8.4.6 Resultados esperados

Como resultado espera-se a minimização ou mesmo neutralização de impactos de desastras naturais sobre a fauna local, mesmo que não se observe risco severo, bem como a formulação de relatórios baseados no acompanhamento da implantação do empreendimento frente as atividades realizadas.

8.4.8.4.7 Indicadores de sucesso

- Ausência de desastres naturais e tecnológicos;
- Sucesso em atividades de resgate (caso executadas).

8.4.8.4.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Monitoramento de condições meteorológicas															
Campanhas de monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.5 Flora

8.4.8.6 Programa de compensação florestal (Lei da Mata Atlântica)

8.4.8.6.1 Apresentação

Este empreendimento demandará de supressão de 1,5309 ha de vegetação nativa. Neste caso, há necessidade da Compensação Ambiental pela Supressão do Bioma da Mata Atlântica, embasado na Lei 11.428/06 define no Art. 17 que:

> O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma micro bacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos Art. 30 e 31, ambos desta Lei, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana.

8.4.8.6.2 Justificativa

O programa de compensação é uma exigência legal, com propósito de compensar os impactos negativos sobre a flora ocasionados pela implantação do empreendimento. Na Compensação Ambiental pela Supressão do Bioma da Mata Atlântica, a área a ser compensada deve ser equivalente à da área desmatada, no caso 1,5309 ha, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma micro bacia hidrográfica, conforme definido pela Lei 11.428/06.

8.4.8.6.3 Objetivo geral

Tem por objetivo principal atender a legislação ambiental vigente no que tange a compensação florestal pela implantação e operação de uma atividade/empreendimento de significativo impacto ambiental sobre vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

8.4.8.6.4 Objetivo específico

- Colaborar para a proteção de espécies da fauna e da flora ameaçadas ou em vias de extinção;
- Contribuir para a manutenção da biodiversidade genética;
- Compensar a perda de habitats provocada pela supressão florestal.

8.4.8.6.5 Procedimentos metodológicos

A Compensação Ambiental pela Supressão do Bioma da Mata Atlântica, embasado na Lei 11.428/06 define no Art. 17, que para todo corte de vegetação primária ou secundária nos estágios avançado e médio de regeneração, no Bioma Mata Atlântica, devidamente autorizada pelo órgão ambiental competente, deverá ser realizada a compensação ambiental, na forma da destinação da área equivalente a desmatada, nas mesmas condições ecológicas, na mesma bacia

hidrográfica e, preferencialmente na mesma micro bacia hidrográfica. Deverá ser firmado termo de compensação entre o empreendedor e o órgão ambiental responsável.

Para a Compensação pela Supressão de Vegetação Nativa no Bioma Mata Atlântica, as áreas deverão ser demarcadas, primeiramente em campo e posteriormente em mapas georreferenciados, com indicação das coordenadas em todos os vértices das propriedades e da área a ser destinada a compensação. É de inteira responsabilidade do empreendedor a preservação da área de compensação ambiental, devendo ser objeto de monitoramento.

A seguir são apresentados os procedimentos e etapas do processo.

- Identificação e definição da área de Compensação Ambiental:

Primeiramente deverá ser definida a área de Compensação Ambiental, a qual deverá possuir as características mínimas da área objeto de supressão. Além disso, a área deverá estar na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia. Não obstante, a fração de mata não deve estar destinada a outro uso ou possuir outra restrição ambiental, como ser em APP, Reserva Legal ou já ter sido objeto de outra Compensação Ambiental.

- Aprovação da área de Compensação Ambiental:

Junto ao processo de supressão deverá ser encaminhado Laudo Técnico de Caracterização da área de compensação ambiental, para análise e aprovação do órgão ambiental competente. Após análise do processo, o órgão ambiental precisa deferir a área, para que sejam tomadas as medidas posteriores visando a sua averbação.

- Cartografia:

Após validação prévia do órgão ambiental sobre a área de compensação, deverá ser elaborado mapa, memorial, ART e Termo de Averbação indicando o imóvel e a área de compesação ambiental, devidamente georreferenciada e subscrito por profissional habilitado. Este material deverá ser novamente submetido a aprovação do órgão ambiental para posteriormente ser encaminhado ao registro de imóveis para averbação na matrícula.

- Averbação:

Após anuência do órgão ambiental junto ao material cartográfico encaminhado, uma via completa deverá ser encaminhada ao Cartório de Registro de Imóveis juntamente com requerimento justificando a averbação da fração do imóvel junto a matrícula como Compensação Ambiental decorrente da supressão para implantação da CGH Giacomini, sob a qual ficarão resguardadas as restrições de proteção cm base na Lei da Mata Atlântica e no Código Florestal Brasileiro.

Após averbada, uma via da matrícula com a anotação será ser reportada ao órgão ambiental para fins de comprovação da execução da compensação ambiental à luz do imóvel. Cabe salientar que após averbada a Compensação Ambiental, passa a ser obrigação mútua, empreendedor e proprietário, a preservação, proteção e conservação da vegetação nela existente, respondendo civil e penalmente caso ocorram atos ilegais sobre a mesma.

8.4.8.6.6 Resultados esperados

O resultado final deste programa é a averbação da área de compensação ambiental na matrícula indicada, cumprindo os requisitos do Art. 17 da Lei 11.428/06. Deverão ser apresentados nos relatórios de gestão ambiental os procedimentos em desenvolvimento para atendimento as situações propostas.

8.4.8.6.7 Indicadores de sucesso

- Desenvolvimento das atividades dentro dos prazos estabelecidos;
- Aplicação efetiva dos recursos voltados para compensação.

8.4.8.6.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Elaboração de termo de compromisso de compensação ambiental															
Definição da área de compensaçao referente a supressão do Bioma Mata Atlântica															
Demarcação, mapeameento e elaboração do processo técnico															
Aprovação do IAT															
Monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.7 Programa de controle e monitoramento de contaminantes genéticos

8.4.8.7.1 Apresentação

A contaminação biológica por espécies vegetais exóticas ocorre a partir da disseminação de propágulos das plantas matrizes, que varia conforme a síndrome de dispersão da espécie (anemocórica – pelo vento – ou zoocórica – por animais, por exemplo) e se potencializa com o aumento das alterações no ambiente natural. Nas proximidades da CGH Giacomini foram visualizados alguns plantios esparsos de eucalipto, portanto não se pode excluir a possibilidade de contaminação dessas espécies vegetais exóticas.

8.4.8.7.2 Justificativa

As atividades necessárias durante a fase de implantação do empreendimento, tais como a supressão da vegetação, remoção do solo, obras de terraplanagem e o aumento do fluxo de automóveis e de pessoas potencializam a contaminação biológica na área do empreendimento. Portanto, torna-se necessário monitorar a proliferação de espécies exóticas na área do empreendimento.

8.4.8.7.3 Objetivo geral

O objetivo geral desse programa é monitorar a contaminação biológica por espécies exóticas na área de implantação da CGH Giacomini.

8.4.8.7.4 Objetivos específicos

- Remover propágulos de espécies exóticas presentes na ADA do empreendimento.

8.4.8.7.5 Procedimentos metodológicos

Durante a realização do inventário florestal não foram identificadas árvores exóticas na ADA, ainda assim, sugere-se que ao longo da implantação da CGH Giacomini sejam realizados monitoramentos na ADA em busca de proliferação de espécies exóticas com potencial para

contaminação genética. No caso do encontro com essas espécies na ADA sugere-se a remoção das mesmas.

O monitoramento deverá ser iniciado com a implantação do empreendimento. Nos processos iniciais de raspagem e estocagem de solo, se observada a presença de espécies exóticas este material não poderá ser estocado junto a borda de fragmentos florestais ou APP, de modo a evitar a inserção sobre estes ambientais de interesse ambiental.

O avanço das obras sugere a ocorrência de solo exposto, berço ideal para instalação de espécies exóticas emergentes, tanto rasteiras (a exemplo de gramíneas) quanto arbóreas. Assim sendo, imediatamente após a conclusão das escavações e aterros deverá ser preconizada a cobertura do solo com espécies silvestres, preferencialmente com hidrossemeadura, de modo a cobrir rapidamente o solo. Nestas atividades não deverão ser utilizadas espécies exóticas e/ou invasoras.

Rotineiramente deverão ser monitoradas as áreas de obras e de recuperação quanto a instalação de espécies exóticas que porventura venham em decorrente de agentes naturais, como vento ou pássaros. Todo e qualquer material encontrado deverá ser removido e destruído.

8.4.8.7.6 Resultados esperados

Deverão ser realizados monitoramentos trimestrais durante o período de implantação para verificar a proliferação de espécies exóticas. Os relatórios de acompanhamento devem apresentar os resultados das atividades realizadas.

8.4.8.7.7 Indicadores de sucesso

- Propagação de espécies exóticas;
- Remoção de juvenis de espécies exóticas encontrados na ADA.

8.4.8.7.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.8 Programa de remanejamento de epífitas e de coleta de sementes

8.4.8.8.1 Apresentação

As comunidades de espécies vegetais de ocorrência rara encontram-se atualmente muito frágeis, tendo em vista os níveis de fragmentação e alteração do meio ambiente. Torna-se de extrema importância os esforços para manter a diversidade genética especialmente de espécies ameaçadas de extinção ou de ocorrência restrita, garantindo sua sobrevivência.

8.4.8.8.2 Justificativa

Este programa justifica-se pela necessidade de minimizar os danos causados pelo empreendimento à flora local através da proposição de medidas mitigadoras e compensatórias. Durante o processo de desmatamento se faz necessário o monitoramento das espécies arbóreas, pois, em caso de ocorrência de espécies protegidas, há que ser realizada o transplante, se esta apresentar possibilidade.

8.4.8.8.3 Objetivo geral

O objetivo geral desse programa é realizar o resgate de plantas de hábitos epifíticos que se encontrarem na área de supressão e intervenção direta do empreendimento, bem como

realizar o resgate de sementes e material genético, principalmente de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção.

8.4.8.8.4 Objetivos específicos

- Monitorar exemplares realocados;
- Mitigar os efeitos da supressão;
- Resgate de patrimônio genético de espécie endêmicas, raras e ameaçadas de extinção.

8.4.8.8.5 Procedimentos metodológicos

Exemplares de epífitas (bromélias e orquídeas) deverão ser coletados nas áreas que sofrerão intervenção e relocados em áreas adjacentes, sempre que possível na APP do Arroio Guaçu, com características semelhantes ao ambiente original. Os indivíduos identificados que se localizarem em áreas de obras do empreendimento, deverão ser transplantados para as áreas de remanescentes florestais adjacentes. Será dada prioridade à conservação *in situ* e ao transplante para áreas de ocorrência natural das espécies.

As ações de relocação são de fundamental importância para a manutenção do banco genético local das espécies. Durante a coleta do material para relocação, deve-se observar a posição da planta no suporte ou rochedo, incluindo a orientação magnética (demarcar o norte no caule, se possível), altura do substrato, solo, entre outros, sendo que o local de relocação para a APP deve ser próximo ao local de onde foram retirados estes propágulos, em matas de estágios médio e avançado, preferencialmente, sempre respeitando o habitat original dos indivíduos alvo desta atividade, seguindo os procedimentos adequados para tal atividade, em épocas do ano oportunas, durante os meses de inverno.

Preferencialmente, relocar e ou transplantar estas espécies para áreas onde seja viável a realização do monitoramento ao longo da execução deste programa. Em se tratando especificamente das espécies endêmicas e ameaçadas, deverá ser tomado cuidado especial, considerando a possível restrição de habitat de cada espécie.

As sementes de espécies de maior importância coletadas durante a supressão deverão ser acondicionadas de acordo com suas características de dormência e encaminhadas a viveiros locais, para produção de mudas. As matrizes das espécies ameaçadas de extinção ou endêmicas

da região deverão ser marcadas, ter sua posição georreferenciada e serem catalogadas através de uma ficha de identificação, para facilitar a coleta, a composição de lotes de sementes e a obtenção de informações relacionadas com a procedência dos indivíduos. Ressalta-se que matrizes não são necessariamente indivíduos arbóreo-arbustivos, mas também aqueles de porte herbáceo ou de hábito epifítico.

O salvamento da flora prevê o aproveitamento do material botânico, entre eles mudas, sementes, flores, folhas, entre outros. Bancos de sementes têm grande potencial para a conservação de espécies, uma vez que é um meio eficaz de preservar a variabilidade genética existente. As sementes coletadas durante as atividades deste programa deverão ser replantadas ou encaminhadas a instituições de pesquisa ou viveiros interessados em receber estes propágulos. Assim, o material poderá servir tanto para reprodução, como material testemunho. As espécies recalcitrantes, aquelas que não são possíveis de se conservar na forma de sementes, deverão ser conservadas em arboretos na área de reflorestamento. Deverão ser feitas visitas trimestrais para verificação das perdas de campo e consequente reparo destas.

Esse programa será realizado nas seguintes fases do empreendimento:

Planejamento: antes do início das obras, a identificação da área de desmatamento deve ser demarcada, bem como deve-se proceder à identificação dos exemplares de interesse para a conservação da flora.

Implantação do empreendimento: na fase de implantação devem ser realizadas as atividades que antecedem as de desmatamento, bem como as de transplante e realocação para as áreas de APP.

Operação: durante a fase de operação, seguem as atividades de monitoramento.

8.4.8.8.6 Resultados esperados

Deverão ser apresentados relatórios de acompanhamento com periodicidade semestral. Nos resultados devem constar a lista de espécies realocadas, além de mapa com os pontos de realocação. O monitoramento e realocação das espécies deverá ser realizado por profissional capacitado.

8.4.8.8.7 Indicadores de sucesso

- Efetividade do resgate;

- Número de indivíduos realocados;
- Taxa de sobrevivência dos indivíduos realocados;
- Número de sementes coletadas.

8.4.8.8.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Definição de áreas para resgate da flora															
Realocamento de epifitas e coleta de sementes															
Monitoramento															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.9 Programa de monitoramento e controle de macrófitas

8.4.8.9.1 Apresentação

Muitas espécies de plantas aquáticas ocorrem naturalmente nos corpos hídricos em baixos índices populacionais, entretanto, possíveis desequilíbrios causados na ciclagem de nutrientes do ambiente aquático (ex. acréscimo no aporte de nutrientes) pode desencadear um processo de rápida multiplicação da massa vegetal. Segundo Esteves (1998), as macrófitas constituem a principal comunidade produtora de biomassa em ambientes aquáticos, podendo interferir de diferentes maneiras na dinâmica desses ecossistemas.

Existem várias espécies de macrófitas com potencial para causar prejuízos em ecossistemas aquáticos. Os aguapés (gênero *Eichornia*), por exemplo, têm sido motivo de grande preocupação em represas. Em riachos e ribeirões de águas rápidas, as plantas enraizadas promovem a redução da velocidade da água e suas raízes ancoram cascalhos e pedras do leito,

tornando-os mais habitáveis por invertebrados, que alimentam os peixes. Em reservatórios, absorvem o impacto das ondas, reduzindo o processo erosivo nas margens e, consequentemente, a turbidez, que afeta a produtividade do corpo d'água e a viabilidade dos ovos dos peixes.

A distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas são determinadas, entre outros fatores, pela composição dos sedimentos, turbidez das águas, disponibilidade de nutrientes e ações dos herbívoros. Nos ambientes aquáticos tropicais, em geral, as condições climáticas, como altas temperaturas e intensas radiações solares, tendem a favorecer o crescimento desses organismos. Além desses fatores ocorrem, ainda, pressões antrópicas que podem induzir o aparecimento de condições adequadas para o desenvolvimento desses vegetais, em especial o lançamento de efluentes nos rios e reservatórios.

As adições de nutrientes, através de lançamento de efluentes (domésticos e industriais), ou por drenagem de áreas agrícolas (fontes difusas) permitem o aumento de substancias (fósforo, amônia e nitrato) que, em geral, são encontradas em baixas concentrações nos ambientes aquáticos. Nas regiões de remanso, as condições limnológicas geralmente diferem das dos corpos centrais no que se refere às velocidades de circulação, às profundidades médias e às variáveis físicas, químicas e biológicas. É comum observar, nesses ambientes, a propagação de macrófitas aquáticas. As espécies enraizadas limitam-se a ocupar as regiões litorâneas, onde encontram condições adequadas para a fixação e nutrição, enquanto que as espécies livres e flutuantes podem ocupar áreas mais amplas.

8.4.8.9.2 Justificativa

A proliferação das macrófitas aquáticas pode causar uma aceleração no processo de eutrofização devido à elevada produção de biomassa, induzindo a formação de gases (H2S, CH4, etc.) e a diminuição do pH da água, com efeitos deletérios sobre as comunidades do fitoplâncton, zooplânton, bentos e peixes. Outros efeitos nocivos advindos da proliferação descontrolada das macrófitas aquáticas são o impedimento à navegação, a obstrução das grades de tomada d'água nos reservatórios com reflexos sobre a geração de energia hidrelétrica, o impedimento das atividades recreacionais (pesca esportiva, natação), a concentração de metais pesados e sais e a formação de habitats propícios à reprodução de vetores de doenças de veiculação hídrica (malária, dengue, febre amarela, esquistossomose) com sérios reflexos sobre a saúde pública. Devido as questões citadas acima se torna necessário o monitoramento de macrófitas aquáticas no Arroio Guaçu.

8.4.8.9.3 Objetivo geral

O objetivo geral deste programa é realizar o monitoramento do desenvolvimento destas plantas, para que estas não desequilibrem o ambiente aquático, especialmente na região da tomada d'água, mas que mantenham sua função, garantindo o equilíbrio ecológico do meio. Logo, torna-se necessário a obtenção de informações sobre quais espécies de plantas aquáticas estão presentes na área de influência direta, bem como seu desenvolvimento, função e ciclo de vida, para, como isso, definir os procedimentos a serem adotados para a manutenção de suas populações em níveis aceitáveis.

8.4.8.9.4 Objetivos específicos

- Mapeamento de focos de macrófitas;
- Coleta e análise da qualidade da água;
- Vistorias periódicas;
- Definição de medidas mitigadoras (se necessário).

8.4.8.9.5 Procedimentos metodológicos

Deverão ser realizadas vistorias periódicas ao longo do Arroio Guaçu com o intuito de verificar a presença de focos de macrófitas, principalmente no ponto próximo a tomada d'água. Caso sejam identificadas macrófitas aquáticas os pontos deverão ser monitorados e mapeados, além da identificação das espécies. As infestações de macrófitas deverão ser classificadas, segundo Pompêo et al. (2003), em:

- Nível 0: quando não há presença de macrófitas;
- Nível 1: verificada apenas a presença;
- Nível 2: ocorrência de infestações leve;
- Nível 3: ocorrência de infestações médias;
- Nível 4: ocorrência de infestações críticas.

8.4.8.9.6 Resultados esperados

Como resultado espera-se a formulação de relatórios de acompanhamento. Ao final da fase de implantação deve ser elaborado relatório acumulativo contendo lista de todas as espécies identificadas além de mapa com a localização dos focos de macrófitas.

8.4.8.9.7 Indicadores de sucesso

- Ausência de focos de macrófitas;
- Boa qualidade da água.

8.4.8.9.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Vistorias periódicas															
Relatório de acompanhamento															

8.4.8.10 Programa de acompanhamento de supressão de vegetação

8.4.8.10.1 Apresentação

O programa de acompanhamento de supressão da vegetação apresenta os procedimentos para o desmatamento da área do empreendimento de acordo com a Autorização de Corte emitida pelo IAT. Durante o processo de elaboração do PCA, foi realizado o Inventário Florestal da vegetação a ser suprimida, visando dar suporte e embasamento para a caracterização da vegetação na AID, bem como para a realização do Projeto de Supressão de Vegetação Nativa.

8.4.8.10.2 Justificativa

Para a implantação da CGH Giacomini será necessária a supressão de 1,5309 hectares de vegetação nativa. A remoção da vegetação deve ser realizada de forma planejada para evitar o desflorestamento desnecessário, minimizando assim o risco de instabilidade de encostas e a instalação de processos erosivos e reduzindo a degradação ambiental. Esse programa é realizado como forma de mitigar a redução das taxas de oxigênio dissolvido e para prevenir a eutrofização do Arroio Guaçu.

8.4.8.10.3 Objetivo geral

O desmatamento visa à remoção do material lenhoso presente nas áreas destinadas à implantação da infraestrutura do empreendimento. Portanto, todo material oriundo da supressão deve ser removido das áreas de origem e depositados em pátios madeireiros, no caso de material lenhoso aproveitável, ou bota-foras no caso dos restos vegetais não aproveitáveis.

8.4.8.10.4 Objetivos específicos

- Prevenir a eutrofização da água do Arroio Guaçu;
- Evitar a transmissão de doenças por veiculação hídrica;
- Preservar e melhorar o aspecto paisagístico do empreendimento;
- Evitar danos a equipamentos devido ao deslocamento de materiais e madeiras;
- Evitar o desmatamento indevido.

8.4.8.10.5 Procedimentos metodológicos

A supressão da vegetação se dará da seguinte forma:

- Primeiramente definir este trabalho juntamente com o processo de resgate da fauna silvestre, que será lento e gradativo, antes ou em paralelo com a retirada da vegetação;
- Planejar os “corredores de vegetação” que permitam a migração e/ou de forma a facilitar a captura dos animais;
- O desmatamento depende da autorização dos órgãos ambientais competentes;

- Deverá ser realizada a locação em campo da área a ser desmatada, demarcando de forma a facilitar a visualização da equipe responsável pela supressão, limitando apenas ao necessário;
- Durante a supressão algumas espécies da flora nativa em extinção, deverão ser resgatadas e replantadas em local similar ao encontrado na natureza para proporcionar sua sobrevivência (conforme inventário florestal). O planejamento da supressão da vegetação será feito com base no inventário florestal, a ser elaborado ou complementado por profissional habilitado.

Desmatamento

As primeiras atividades de desmatamento e limpeza ocorrerão na área de acessos para proporcionar condições de implantação das estruturas definitivas, de apoio, conforme Plano Ambiental de Construção, bem como as áreas necessárias à implantação das estruturas da CGH, como barramento, adução e geração. Para as áreas do canteiro de obras e bota-fora deverá ser feita verificação in loco por Engenheiro Florestal ou Biólogo para confirmar à necessidade de supressão.

Todos os acessos priorizaram estradas existentes (inclusive das propriedades rurais) e áreas abertas. Também haverá necessidade de supressão para implantação da tomada d'água, barramento, canal, casa de força e seus adendos. Todas estas áreas foram contempladas no projeto de supressão. As atividades de desmatamento serão executadas de acordo com a Autorização de Corte emitida pelo IAT. Serão utilizadas as informações do estudo fitossociológico, referente às espécies endêmicas e ameaçadas de extinção e demais informações presentes nesse estudo para nortear o processo de desmatamento.

As atividades do programa deverão cumprir as normas de segurança vigentes, bem como com as orientações previstas nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, NR-11 e NR-18. Deverão ser tomados cuidados com a manutenção, lubrificação e lavagem de equipamentos, contendo, reparando e absorvendo imediatamente vazamentos acidentais. Todas as motosserras utilizadas no desmatamento deverão ser, obrigatoriamente, licenciadas pelo IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, conforme determina a Lei 7.803/89.

Não é permitido em hipótese alguma o uso de queimadas para eliminação da vegetação remanescente. Todos os trabalhadores envolvidos no desmatamento deverão portar os

equipamentos de proteção individual - EPIs adequados (capacete com viseira acoplada, perneira, protetor auricular, bota com biqueira de aço, luvas e calças de motosserristas para os profissionais que manusearem motosserras). Posterior às atividades do desmatamento e limpeza, haverá que ser realizada a fiscalização pela equipe de Gestão Ambiental, a qual aprovará a execução ou não da atividade.

Do planejamento

A supressão da vegetação se dará, inicialmente, pela definição das atividades de desmatamento, considerando a declividade das margens e os acessos existentes, para que se definam as áreas sequenciais de supressão, as vias para realizar o transporte da madeira para as áreas para depósito de toras e lenha. Complementarmente deverá ser realizada a demarcação topográfica das áreas necessárias a supressão de vegetação, a fim de garantir que a supressão se restrinja as áreas exclusivamente necessárias ao empreendimento, sem atingir áreas desnecessárias.

Posteriormente há que ser definido o processo de resgate da fauna silvestre, que será lento e gradativo, antes ou em paralelo com a retirada da vegetação. Além disso, deverão ser planejados os "corredores de vegetação" que permitam a migração e/ou de forma a facilitar a captura dos animais. Cabe destacar que a captura de animais silvestres somente deverá ser realizada em caso de necessidade por isolamento ou risco, sendo que a deverá ser priorizada a condução dos indivíduos para fragmentos não atingidos.

Os trabalhos de supressão deverão ser imediatamente paralisados quando do avistamento ou aparecimento de animais silvestres, inclusive colônia de insetos potencialmente perigosos (abelhas, vespas, etc.), possibilitando a fuga destes, retomando os trabalhos após o manejo adequado. As equipes de desmatamento, os trabalhadores da obra e os moradores próximos às áreas de supressão devem receber orientações quanto à prevenção de acidentes com animais peçonhentos.

Deverá ser providenciado estoque de soro antiofídico no canteiro de obras, quando da intensificação do processo de desmatamento, ou a disponibilização de soro antiofídico nas unidades de saúde próximas ao empreendimento, sendo que um maior estoque pode ser providenciado com a Secretaria de Saúde. A primeira atividade, imediatamente anterior ao desmatamento, deverá ser realizada pela equipe de meio ambiente e consiste na identificação

das espécies vegetais endêmicas, ameaçadas de extinção para a coleta de mudas e sementes e na realização do transplante das epífitas.

Os resíduos produzidos pelas frentes de trabalhos deverão ser armazenados em recipientes devidamente identificados e encaminhados ao destino adequado. A equipe de meio ambiente deverá acompanhar todas as etapas de desmatamento, procedendo ao afugentamento e o salvamento da fauna, com a busca de animais silvestres, de ninhos e ovos que eventualmente estejam nessa área. Se não for possível o afugentamento de animais para áreas próximas com vegetação, deve-se proceder ao resgate dos animais e soltura em área que permita sua sobrevivência.

Da supressão vegetal

A área total a ser suprimida para implantação da CGH Giacomini corresponde a 1,5309 hectares, englobando todas as estruturas. O responsável pelo desmatamento deve possuir planta impressa da área em escala adequada, bem como cópia da autorização de corte. A área definida para supressão vegetal deverá ser demarcada com estacas e/ou fitas, de forma a impedir o desmatamento de áreas além das autorizadas.

Para melhor execução dos trabalhos, recomenda-se que seja composta por três equipes distintas. A primeira responsável pela derrubada da vegetação, a segunda pelo desdobramento das árvores derrubadas e classificação da madeira em toras, lenha e galharia, enquanto a terceira equipe efetua a retirada do material e transporte para o destino definido. Nada impede que a mesma equipe realize as três atividades sequencialmente. Recomenda-se realizar o desmatamento inicialmente pelas áreas menos acidentadas e onde ocorra estreita faixa de vegetação nas margens do rio, sendo direcionado das cotas mais baixas às mais elevadas, de modo a facilitar a fuga da fauna para áreas florestadas adjacentes (APP).

As áreas que apresentarem maior grau de erosão, decorrente da maior declividade do terreno, deverão ser as últimas a serem desmatadas. Já aquelas que apresentem declividades muito acentuadas devem ser avaliadas para se evitar acidentes com trabalhadores e problemas de assoreamento das áreas mais planas. Recomenda-se que seja realizada, antes do início da supressão da vegetação, a retirada de cipós, a fim de evitar que a derrubada de uma árvore acabe provocando a queda de outras não autorizadas, além de aumentar o risco de acidentes. Deverão ser preparados caminhos de fuga, no sentido contrário a tendência da queda, por onde a equipe deve se afastar no momento da queda da árvore.

Caso necessário, as áreas desmatadas deverão receber manutenção, a fim de se controlar o rebrote. As árvores com presença de epífitas deverão ser derrubadas de forma branda, permitindo a coleta e relocação de alguns dos exemplares. Não será permitida a realização de atividades de supressão no período noturno. Deverão ser respeitadas as normas de segurança exigidas para a realização da supressão, em especial a utilização de Equipamento de Proteção Individual – EPI's apropriados atividade.

Nos acessos as áreas de supressão deverão ser colocadas placas proibindo a entrada de pessoas não autorizadas e advertindo sobre o risco de acidentes. Caso ocorra o acesso de pessoas não autorizadas na área, os trabalhos deverão ser momentaneamente cessados, até a saída destas do local. Posteriormente a certificação da ausência destas pessoas, os trabalhos poderão ser retomados. É proibida a presença de menores de idade nas áreas objeto de supressão.

Do armazenamento da madeira

As lenhas e as toras resultantes do desmatamento deverão ser estaleiradas em local seguro. Os pátios de armazenamento temporário devem ser definidos conjuntamente em com a equipe de Gestão Ambiental e cadastrados junto ao IBAMA para permitir a posterior emissão do DOF. Deverá ser realizada a cubagem da madeira, de acordo com a Autorização de Corte, a qual poderá ser utilizada para cercas ou nas obras civis do canteiro, desde que registrada sua cubagem. O transporte externo de madeira só pode ser realizado mediante DOF (Documento de Origem Florestal) emitido pelo IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e instituído pela Portaria n° 253, de 18 de agosto de 2006, do Ministério do Meio Ambiente - MMA.

8.4.8.10.6 Resultados esperados

Espera-se com esse programa que sejam mitigados os impactos na qualidade da água do Arroio Guaçu, além disso, a boa condução do processo de supressão também deverá evitar acidentes com trabalhadores e com a fauna silvestre no local. Deverão ser apresentados relatórios técnico e fotográfico das atividades realizadas.

8.4.8.10.7 Indicadores de sucesso

- Atendimento as normas e procedimentos de desmatamento;
- Execução da supressão apenas nas áreas previamente demarcadas;
- Armazenamento e destinação correta da madeira.

8.4.8.10.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Demarcação da área de supressão															
Execução do desmatamento, limpeza e remoção da madeira															
Relatório de acompanhamento															

8.5 MEIO SOCIOECONÔMICO

8.5.1 Delimitação Das Áreas De Influência Para Socioeconomia

A Área Diretamente Afetada foi definida como as propriedades atingidas diretamente pelo empreendimento. Para o meio socioeconômico foi delimitado com o auxílio do programa QGIS e imagens fornecidas pelo Google Satélite, 500 m ao entorno do empreendimento como AID. A Área de Influência Indireta foi considerada como uma área em que o território poderá ser afetado pelo empreendimento, mas os impactos são menos significativos do que na ADA e AID. Para o meio socioeconômico a AII foi definida como o município em que está inserido o empreendimento.

Tabela 118: Delimitação das áreas de influência para o meio socioeconômico.

MEIO DE CONHECIMENTO	ADA	AID	AII
Socioeconômico	Propriedades atingidas pela CGH Giacomini	Área de 500 m no entorno do empreendimento	Município de Quatro Pontes

8.5.1.1 O município de Quatro Pontes

O município de Quatro Pontes e localiza-se na região oeste do Paraná a cerca de 578 km da capital do estado, possui uma área territorial de 115,68 km² e pertence a Comarca de Marechal Cândido Rondon. A localidade Quatro Pontes surgiu na década de 50, através da colonização organizada pela empresa Industrial Madeireira Colonizadora Rio Paraná S/A Maripá, que tinha sede na cidade de Toledo. A localidade pertencia primeiramente ao município

de Toledo e após a emancipação de Marechal Cândido Rondon, passou a ser distrito administrativo deste. Em 1990 ocorreu um plebiscito votando pelo desmembramento do distrito de Quatro Pontes. O município emancipou-se de Marechal Cândido Rondon em 1993. O município faz divisa com: Toledo ao leste e sul, Marechal Cândido Rondon ao oeste e Nova Santa Rosa ao norte.

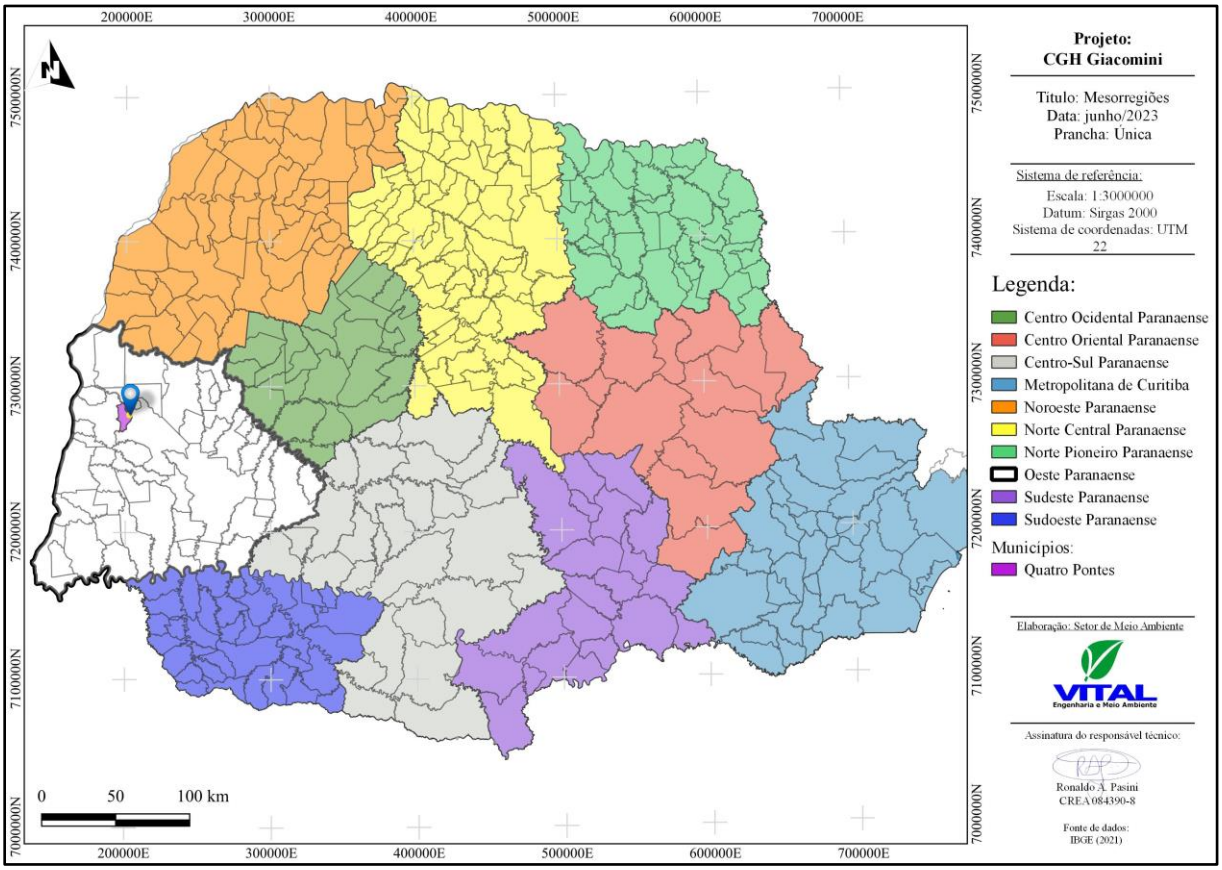


Figura 217: Estado do Paraná dividido em mesorregiões e localização do município atingido.
Fonte: IBGE, 2021.

8.5.2 Características gerais da população

Quatro Pontes

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE o município de Quatro Pontes possuía uma população de 3.803 habitantes, para o ano de 2021 a estimativa foi de 4.043 habitantes com uma densidade demográfica de 34,95 hab./km², o grau de urbanização do município em 2010 era de 64,08%. Da população total de Quatro Pontes no último censo, 2.437 residiam em área urbana e 1.366 em área rural (IBGE, 2010).

Tabela 119: População do município de Quatro Pontes em 2010 e estimativa em 2021.

	Pop. Total	Pop. Rural	Pop. Urbana	Dens. Demo (Hab./Km2)	Fonte
2010	3.803	1.366	2.437	33,25	Censo IBGE
2021	4.043	-	-	34,95	IBGE

8.5.2.1 Migração

Quatro Pontes

A partir de 1951 ocorreu a chegada dos primeiros colonos migrantes vindo preferencialmente dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A maioria dos migrantes foram atraídos principalmente pela ação de empresas particulares de colonização, interessadas na comercialização lucrativa das áreas de terras que haviam adquirido (QUATRO PONTES, 2017).

8.5.2.2 Índice de desenvolvimento humano

O índice de desenvolimento humano municipal (IDH-M) varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto maior for o grau de desenvolvimento econômico social, mais próximo o indicador estará da unidade. O índice é ainda uma média aritmética de três outros indicadores:

- Indicador econômico: considera o produto interno bruto (PIB) per capta em dólar PCC (paridade do poder de compra);
- Indicador da saúde: analisa a expectativa de vida ao nascer;
- Indicador da educação: avalia o índice de analfabetismo e a taxa de matrícula em todos os níveis de ensino.

Em termos de distribuição, 74% das cidades paranaenses vivem com IDH-M médio ou alto (0,700 a 0,799), inclusive o município de Quatro Pontes. Com relação ao Estado, o município de Quatro Pontes apresenta situação boa, com o ranking de 3º IDH-M, ficando atrás apenas de Maringá e Curitiba. Em relação ao Brasil, o município de Quatro Pontes está localizado na posição de 62 º. A tabela abaixo demonstra que no ano de 2000 todos os índices apresentaram crescimento se comparados aos observados em 1991. Isto ocorreu na esfera municipal e também estadual, sendo que o crescimento mais expressivo foi verificado no índice relativo à educação. Para o ano de 2010 nota-se um aumento significativo no IDH-M, bem como na longevidade e educação, sendo que a longevidade, renda e educação apresentam valores mais altos em relação o índice geral para o estado do Paraná.

Tabela 120: Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano.

Váriavel	1991		2000		2010	
	Quatro Pontes	Paraná	Quatro Pontes	Paraná	Quatro Pontes	Paraná
IDH - M	0,484	0,507	0,718	0,650	0,791	0,749
Educação	0,273	0,298	0,694	0,522	0,748	0,668
Longevidade	0,720	0,679	0,773	0,747	0,838	0,830
Renda	0,576	0,644	0,689	0,704	0,790	0,757

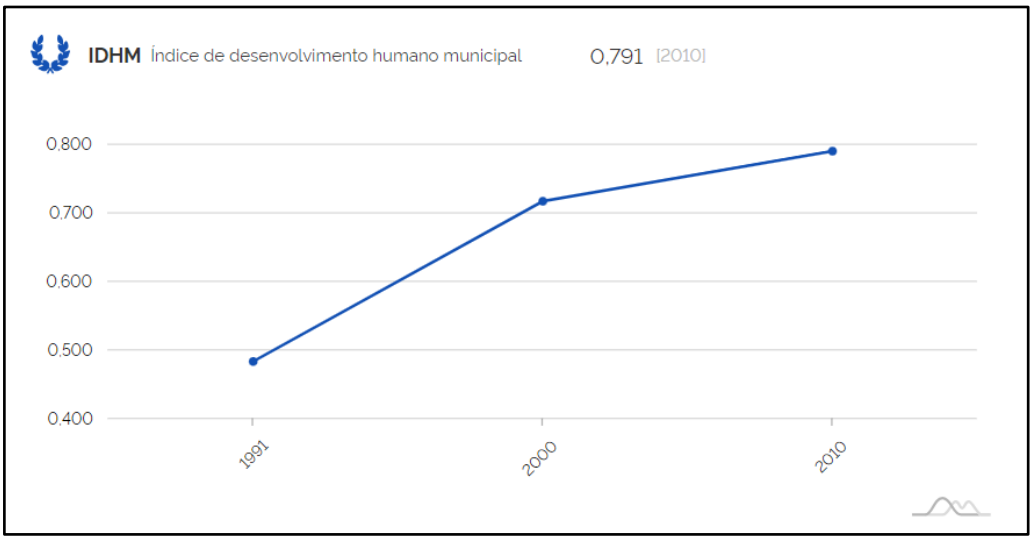


Figura 218: Evolução do IDH-M entre os anos de 1991 a 2010.
Fonte: IBGE, 2010.

8.5.2.3 Taxas de natalidade e mortalidade

A taxa bruta de natalidade expressa o número de nascidos vivos por mil habitantes em determinado espaço geográfico, essa taxa é diretamente influenciada pela estrutura da população (ex. idade, sexo). Taxas de natalidade elevadas estão em geral associadas com baixas condições socioeconômicas e culturais de uma população (BRASIL, 2022). De modo geral, observam-se valores decrescentes para todas as regiões brasileiras, isso pode estar relacionado principalmente com a redução dos núcleos familiares. Segundo dados fornecidos pelo IBGE/DATASUS, a taxa bruta de natalidade em 2021 para o município de Quatro Pontes foi de 12,12 nascidos vivos / 1000 habitantes.

A taxa de mortalidade infantil indica o número de óbitos de menores de um ano de idade por mil nascidos vivos. Essa taxa é geralmente classificada em alta (50 ou mais), média (20-49) e baixa (menos de 20). Altas taxas de mortalidade infantil refletem baixos níveis de saúde, condições de vida e desenvolvimento socioeconômico. Segundo dados fornecidos pelo DATA-SUS (2020) e compilados pelo IBGE, o ano com maior taxa de mortalidade infantil para o

município foi em 2006 com uma taxa de 71,43 / 1000 nascidos vivos. Para os anos de 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2017 e 2019 não foram apresentados dados de mortalidade infantil, conforme pode ser visualizado no gráfico abaixo. O coeficiente de mortalidade infantil apresentado pelo IPARDES em 2021 foi de 7,42 / 1000 nascidos vivos, esse valor é menor que o que foi apresentado para o estado do Paraná, com uma média total de 9,49 / 1000 nascidos vivos.

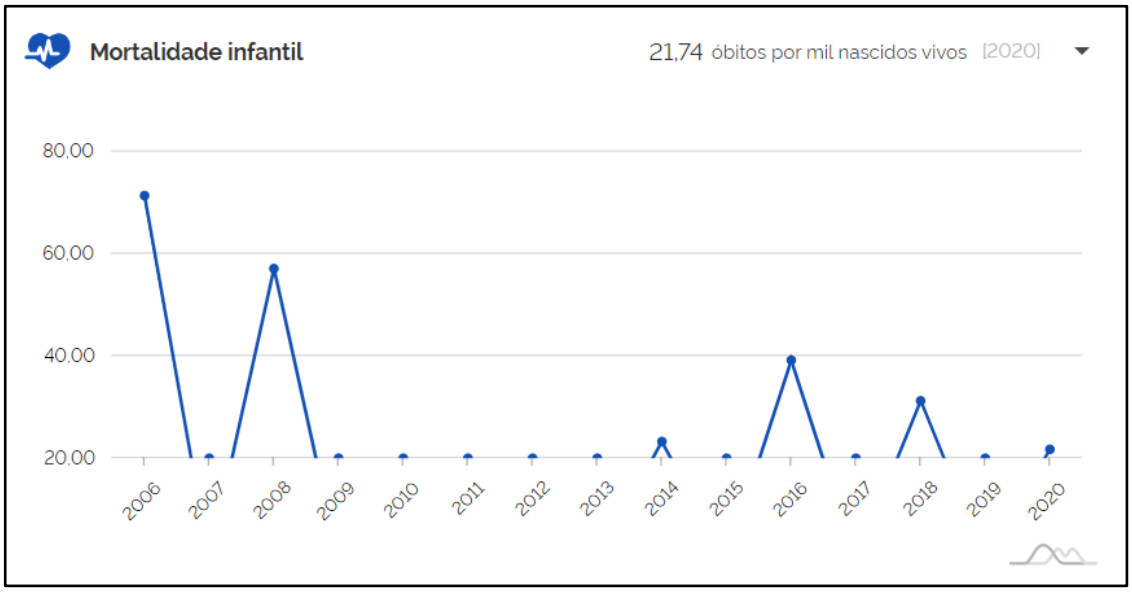


Figura 219: Gráfico representando a mortalidade infantil ao longo dos anos para o município.
Fonte: IBGE, 2020.

8.5.2.4 Pobreza

A taxa de pobreza apresentada pelo IBGE é referente ao censo realizado em 2003, inclusive dados de renda média domiciliar são defasados e baseados em valores que não são mais condizentes com a realidade do Brasil. De qualquer maneira, abaixo é apresentado mapa de incidência de pobreza fornecido pelo IBGE, sendo que Quatro Pontes apresentou uma taxa de 23,27 % de incidência de pobreza e desigualdade.

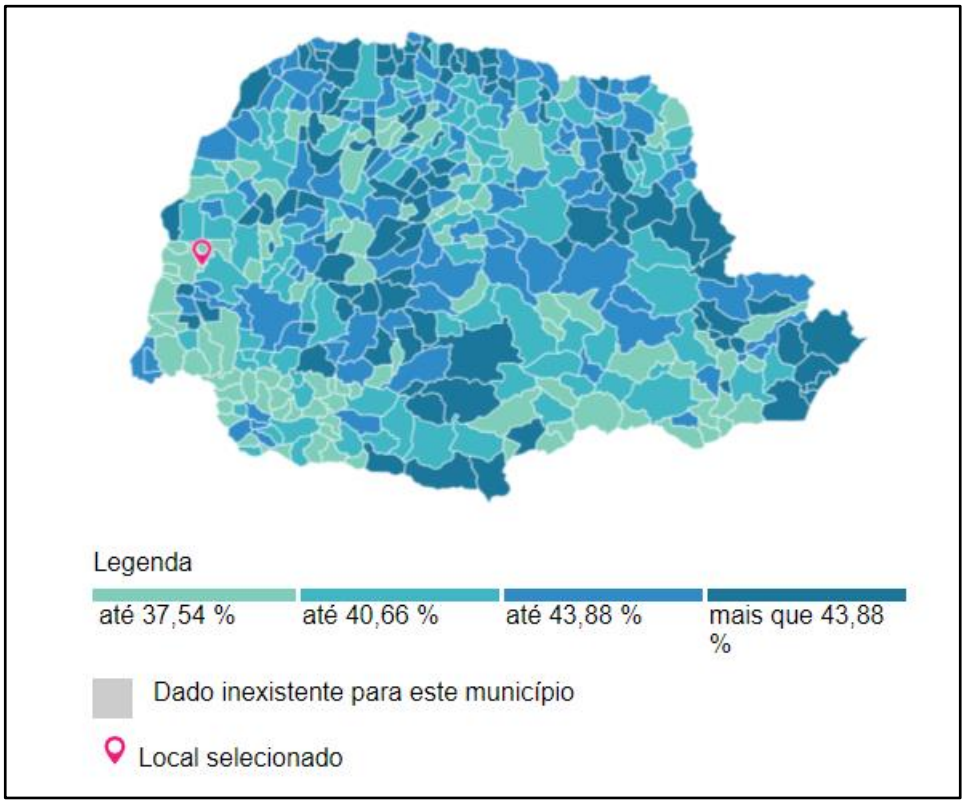


Figura 220: Mapa com a incidência de pobreza e desigualdade por município.
Fonte: IBGE, 2000.

8.5.3 Características da população diretamente afetada

8.5.3.1 Socioeconomia da população

A implantação das estruturas definitivas da CGH Giacomini se dará sobre duas propriedades, essas áreas pertencem a dois irmãos que mantem sociedade para atividade de aquicultura no local. No dia 30/11/2022 foram entrevistados os proprietários das áreas atingidas pelas estrururas fixas da usina, o questionário socioeconômico busca conhecer a situação atual das famílias atingidas para prever os impactos positivos e negativos da implantação da CGH. Durante a entrevista, ambos proprietários declararam ter adquirido a propriedade em 2016 através da compra com escritura registrada. Basicamente, as propriedades são compostas de açudes para piscicultura e área de mata, sem a utilização para fins agropecuários, ambos proprietários possuem integração com a COOPACOL para a atividade de piscicultura.

Um dos proprietários reside em zona urbana, enquanto o outro reside em zona rural na propriedade que será atingida pela construção do empreendimento, no entanto a residência do mesmo não se encontra em área afetada pelas obras, além disso, os proprietários relataram possuir outras áreas de terra além da atingida pelo empreendimento.

Um dos entrevistados declarou que a propriedade atingida representa cerca de 30% da origem da sua renda total, enquanto o segundo entrevistado declarou que a propriedade atingida representa 50% da sua renda total. De modo geral, ambas propriedades são utilizadas para criação de tilápia através de açudes, a área remanescente das propriedades é composta por vegetação nativa encontrada nas margens do Arroio Guaçu. Somando-se as duas propriedades, são encontrados 04 açudes no local, apesar de esses não serem atingidos diretamente pela obra, não se pode excluir a chance de os mesmos serem atingidos indiretamente. Segundo contrato firmado entre os proprietários e o empreendedor, em caso de dano ocasionado nos açudes ou na produção de peixes em decorrência da construção da CGH, a futura empresa constituída (SPE) indenizará os danos causados e deverá regularizar a situação sem prejuízo aos fundieiros.

Os proprietários possuem um ponto de captação de água outorgado no percurso denominado TVR. Segundo declaração firmada entre as partes, esse ponto de captação será atualizado e este ficará localizado no canal de adução do futuro empreendimento. Ainda, é de comum acordo que a readequação da captação junto ao canal de adução será realizada no momento da implantação da CGH e a execução será realizada pelo empreendedor, a qual poderá transferir esta obrigação para a SPE, livrando o proprietário de qualquer despesa.



Figura 221: Entrevista realizada com os proprietários atingidos.

8.5.3.2 Contingente de trabalhadores na implantação

São estimados no máximo 20 funcionários na obra, haverá equipe para escavações e terraplanagens, além de equipe de marceneiros e armadores. Também está previsto a presença dos montadores dos fornecedores de equipamentos hidro e eletromecânicos. São previstas pelo menos dez contratações de mão de obra local desde que os mesmos atendam aos requisitos para desempenhas as funções necessárias.

8.5.4 Caracterização do território

8.5.4.1 Uso e Ocupação do Solo

O uso do solo de um determinado lugar é geralmente relacionado com as características pedológicas e de relevo que condicionam a possibilidade de mecanização e desenvolvimento agropecuário. Geralmente encostas de morro e áreas muito declivosas são utilizadas para reflorestamentos ou são ocupados por vegetação nativa, enquanto áreas planas e com solo profundo tem predomínio da agricultura. Para a classificação do uso do solo da AID foram utilizadas como base as imagens fornecidas pelo Google Satélite (2019), além de vistorias realizadas em campo e imagens de drone. A seguir são apresentadas as classes de uso que foram identificadas para o empreendimento.

- Pastagem: solo utilizado para produção pecuária através de pastagens, predomina na região a criação de gado para subsistência, áreas estabelecidas em relevos ondulados e difícil mecanização;
- Silvicultura: áreas utilizadas para o plantio de espécies de árvores exóticas, a maioria dos reflorestamentos é composto de eucaliptos, foram visualizadas apenas pequenas áreas de plantação silvicultural;
- Agricultura: áreas planas ou levemente onduladas utilizadas para plantios de monoculturas diversas (ex. soja, milho);
- Vegetação: áreas ocupadas por cobertura florestal nativa, associados aos relevos mais acidentados e nas margens dos corpos hídricos;
- Açudes: áreas utilizadas principalmente para aquicultura ou para dessedentação animal.
- Benfeitorais: residências de moradia, estruturas de apoio, galpões e demais edificações que foi possível visualizar;
- Mineração: pedreira com lavra a céu aberto e aproveitamento de materiais minerais;

- Uso não identificado: área aberta que não possui nenhum uso determinado;
- Banhado: foi identificado um banhado de formação natural nas proximidades do Arroio Guaçu.

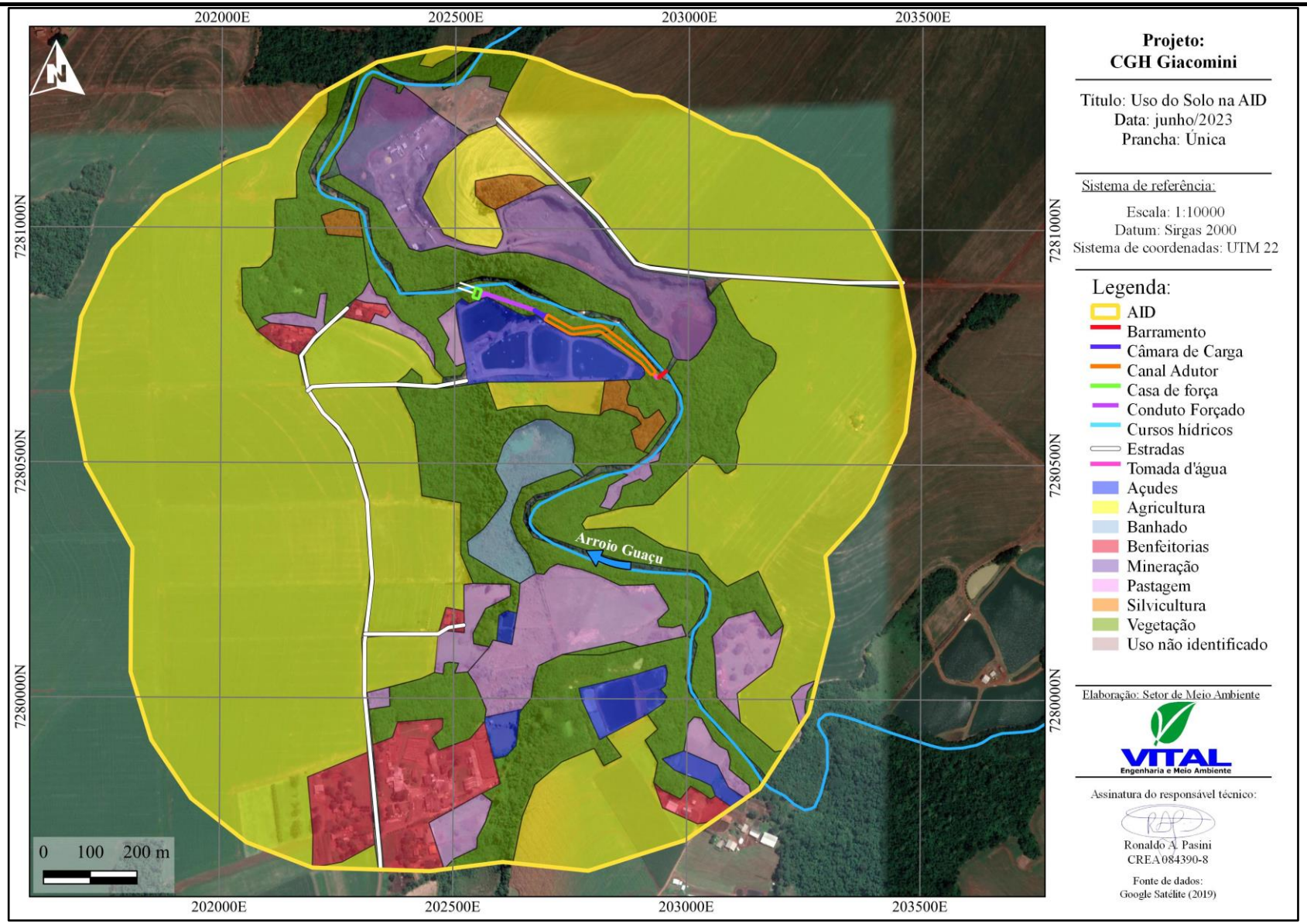


Figura 222: Mapa de classificação do uso do solo para a AID.

Tabela 121: Classificação do uso do solo na AID em hectares.

Classe	AID	%	ADA	%
Açudes	7,82	3,28	0	0
Agricultura	136,6	57,37	0	0
Mineração	11,59	4,87	0	0
Banhado	3,16	1,33	0	0
Benfeitorias	9,90	4,16	0	0
Uso não identificado	1,58	0,66	0	0
Estradas	2,00	0,84	0,55	34,7
Pastagem	13,74	5,77	1,00	27,30
Silvicultura	1,85	0,78	0	0
Vegetação nativa	51,86	21,78	1,53	38
Total	**240,1**	**100%**	**3,00**	**100**

Segundo as estimativas realizadas a cobertura de uso do solo de maior predominância na AID é a agricultura, com um total 136,6 hectares (57,37%), seguido de vegetação nativa 51,86 hectares (21,78%) e pastagem 13,74 (5,77%). Na imagem abaixo é retrato a classificação de uso do solo através de imagem de drone do local, é possível observar qua a maioria das áreas da região são usadas para plantios de monoculturas e a vegetação nativa está em grande parte nas margens do rio.

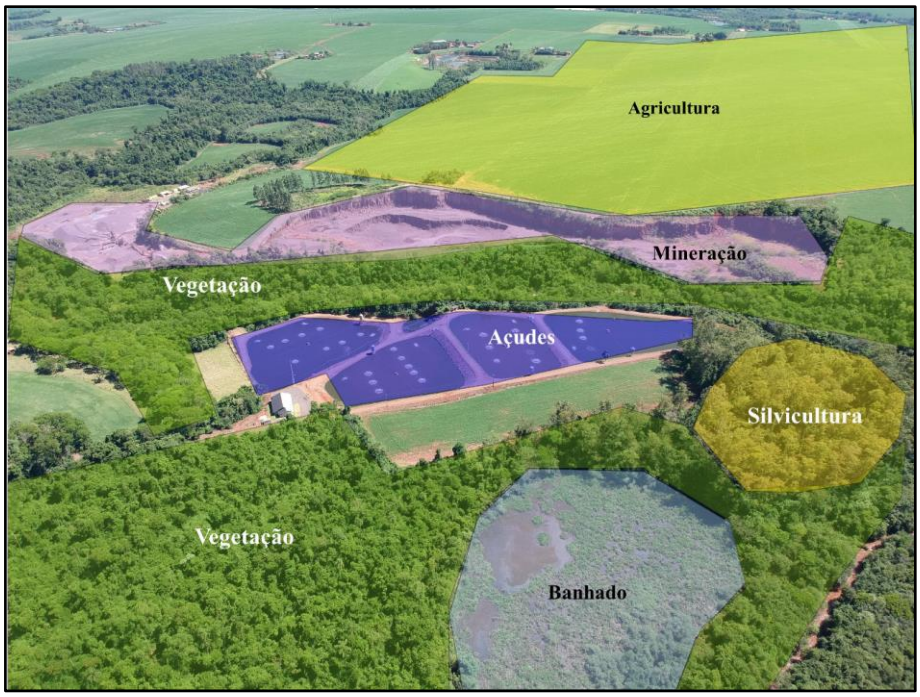


Figura 223: Diversos tipos de uso do solo na AID do empreendimento.

8.5.5 Interferência na infraestrutura existente

Após análise dos dados de levantamento de campo e imagens de satélite, verificou-se que a implantação da CGH Giacomini não irá afetar infraestruturas públicas, como: sistema viário, redes de eletricidade, escolas, comunidades e áreas de lazer. O empreendimento se desenvolverá exclusivamente sobre propriedade particular e já possui anuência para a implantação.

8.5.6 Produto e renda

8.5.6.1 Atividades produtivas (ADA)

Na ADA a principal atividade produtiva é a aquicultura, através da criação de tilápia, com mais de 260.00 mil peixes contando todos os quatro açudes das propriedades. Os proprietários não deverão ser afetados negativamente pela implantação do empreendimento, pois além dos mesmos terem acordado sociedade com o empreendedor, também serão mantidos remanescentes viáveis para a continuidade das suas atividades, já que a CGH Giacomini será de pequeno porte e não atingirá os açudes utilizados na proução de peixes. Com relação as propriedades atingidas pelo bota-fora, essa é composta de área aberta, sem nenhuma atividade produtiva a qual já é utilizada pela Prefeitura de Quatro Pontes como bota-fora, portanto a escolha dessas áreas diminuirá tanto os impactos ambientais como os socioeconômicos.

Conforme cálculos apresentados, a CGH Giacomini será construída em uma área de aproximadamente 3,00 hectares, desses, pelo menos 0,50 ha é correspondente a área de bota-fora, que será recuperada e devolvida ao final das obras. O trecho ocupado pelas estruturas fixas será de aproximadamente 1,53 ha e atingirá a vegetação marginal do Arroio Guaçu. Também se destaca que os proprietários possuem áreas lindeiras e que não serão atingidas pelo empreendimento.

Tabela 122: Informações da propriedade atingida.

Localização	Matrículas	Proprietário	Área utilizada (ha)	Área total da propriedade (ha)	Área lavoura (ha)	Área pastagem (ha)	Área mata (ha)	Outros (ha)
Quatro Pontes	6.215	Christian R. Giacomini	0,82	4,5	0	0	1,0	3,5
Quatro Pontes	48.754	Cleito R. Giacomini	0,71	2,42	0	0	0,72	1,7
Quatro Pontes	33.520	Prefeitura	0,50	0,50	0	0	0	0,31

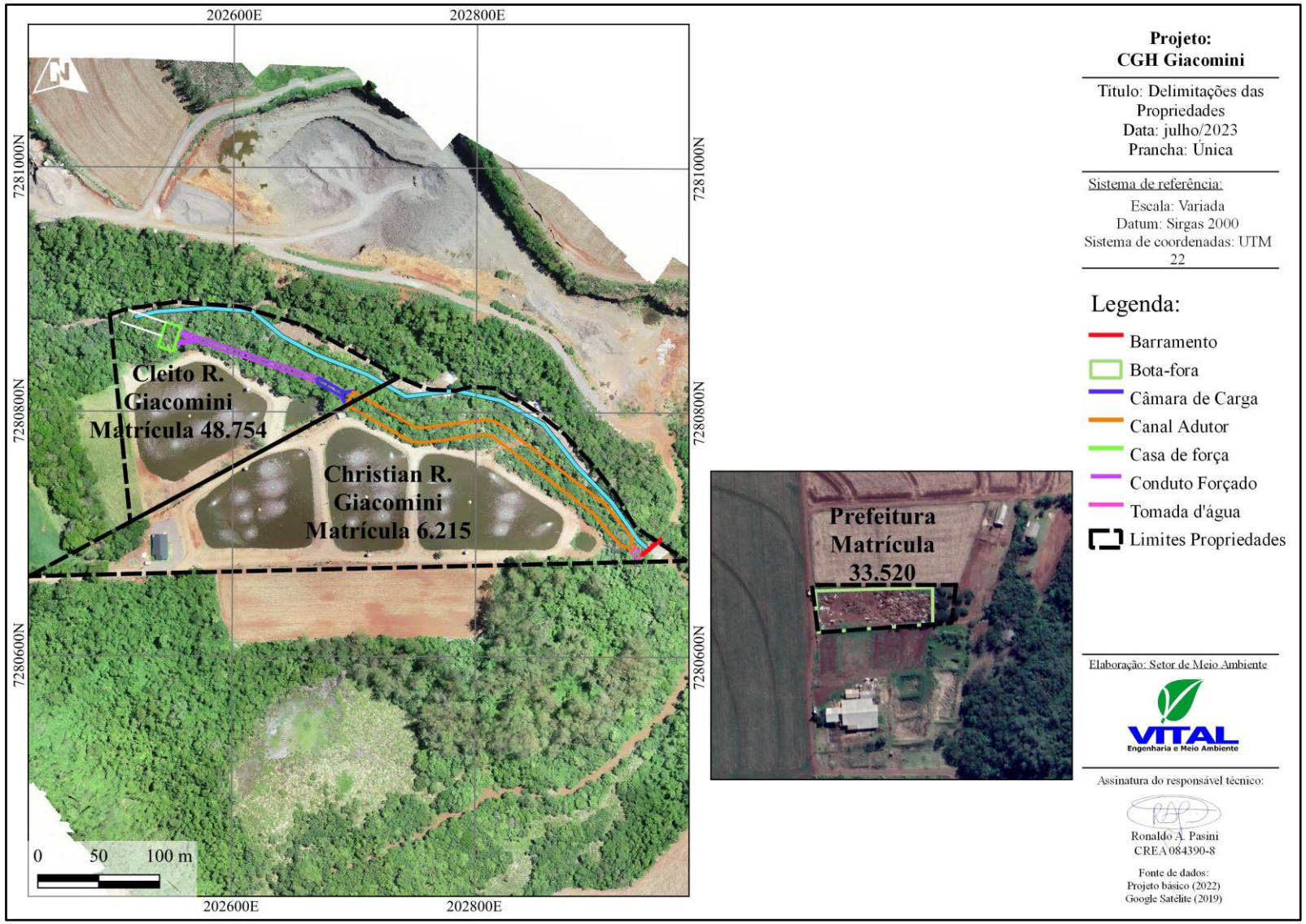


Figura 224: Área dos imóveis atingidos pela implantação do empreendimento.

8.5.7 Turismo

Para o município de Quatro Pontes não foram visualizado pontos turísticos implementados, bem como foi consultado o mapa de regiões turísticas do Paraná e nesse visualizou-se que o município atingido não se enquadra em nenhuma região turística (PARANÁ TURISMO, 2022). Já o município de Toledo, que faz divisa com Quatro Pontes, enquadra-se na RT-11 que é referente as riquezas do oeste, os principais atrativos para esse município são o Parque Ecológico Diva Paim Barth, que conta com um Parque das Aves e Aquário, além do Parque do Povo e Parque Temático das Águas, todos esses atrativos estão localizados em área urbana. Não foram visualizadas áreas com potencial turístico na ADA e AID do empreendimento, portanto o mesmo não causará impactos negativos relacionados ao turismo.

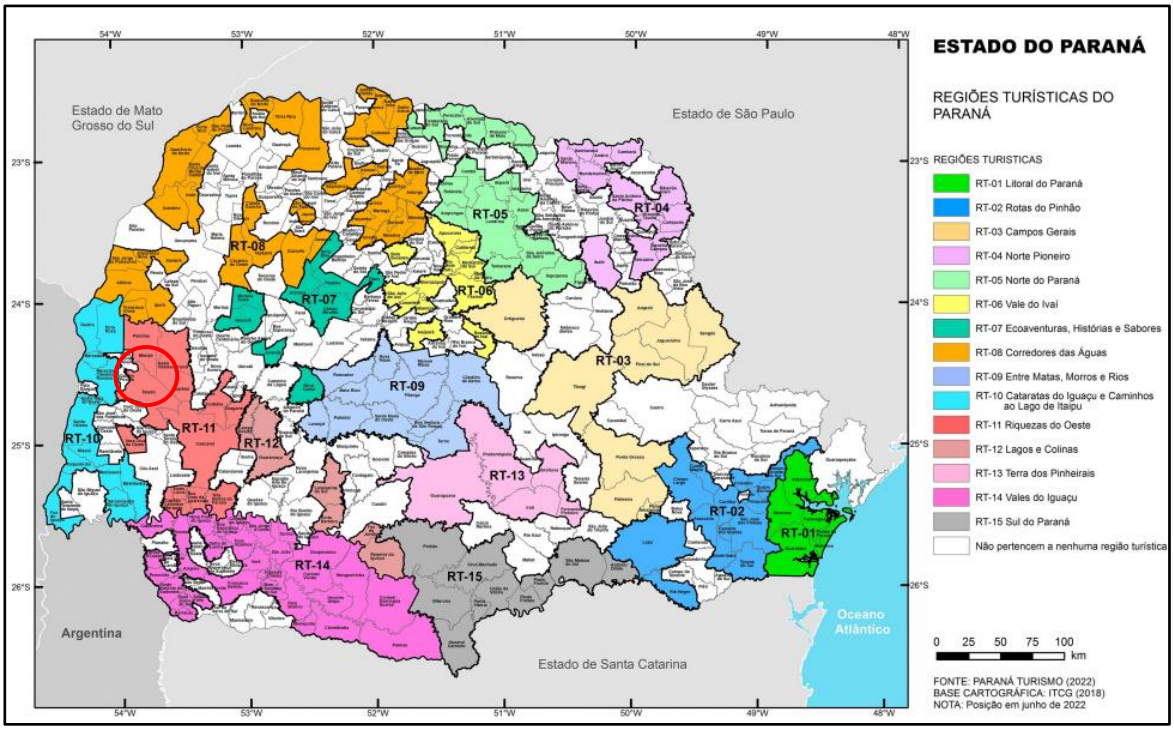


Figura 225: Mapa de regiões turísticas do Paraná. Seta vermelha indica a localização do município.
Fonte: PARANÁ TURISMO, 2022.

8.5.8 Finanças Públicas

8.5.8.1 PIB por setor da economia

Segundo o IBGE o PIB (Produto Interno Bruto) do município é de cerca de R$ 245.436,78 mil, sendo que 44% advém da agropecuária, seguido por serviços 23%, indústria 13% e administração pública 10%. O PIB per capita de Quatro Pontes é de R$ 60.917,54 mil.

Tabela 123: PIB de Quatro Pontes (segundo ramo de atividade) 2020.

RAMOS DE ATIVIDADE	VALOR (R$)
Agropecuária	108.859,47
Indústria	34.253,07
Comércio e Serviços	57.355,25
Admnistração pública	26.330,33
Total	245.436,78

Fonte: IBGE, IPARDES.

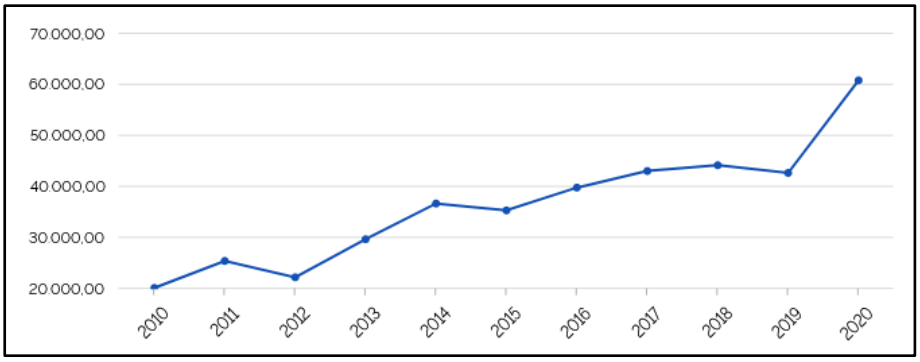


Figura 226: Evolução do PIB Per Capita do Município de Quatro Pontes ao longo da última década.
Fonte: IBGE, 2021.

8.5.8.2 Estabelecimentos e empregos na atividade econômica

Do total de trabalhadores registrados, as três atividades que mais empregam são: indústria (370), principalmente no ramo de produtos alimentícios, de bebida e álcool etílico; administração pública (227) e agricultura e criação de animais (217). Segundo dados do IBGE, em 2020 o salário médio mensal era de 2,3 salários mínimos, a proporção de pessoas ocupadas em relação a população total era de 30%.

Tabela 124: Estabelecimentos e emprego por atividade econômica 2021.

VARIÁVEIS	ESTABELECIMENTOS	EMPREGOS
Indústria	29	370
Extração de minerais	4	3

VARIÁVEIS	ESTABELECIMENTOS	EMPREGOS
Serviços industriais de utilidade pública	1	4
Comércio	46	145
Construção civil	10	13
Serviços	4	34
Administração Pública	2	227
Agropecuária	45	217
Total	189	1.156

Fonte: Ministério do Trabalho e emprego

8.5.8.3 ICMS Ecológico

O ICMS ecológico foi criado no Paraná em 1991 como medida de distribuição dos recursos provenientes das arrecadações de ICMS aos seus municípios. O ICMS Ecológico trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou mananciais para abastecimento de municípios vizinhos. Em buscas realizadas no site do IAT constatou-se que o município de Quatro Pontes não arrecada ICMS ecológico, seja por área de manancial ou de biodiversidade.

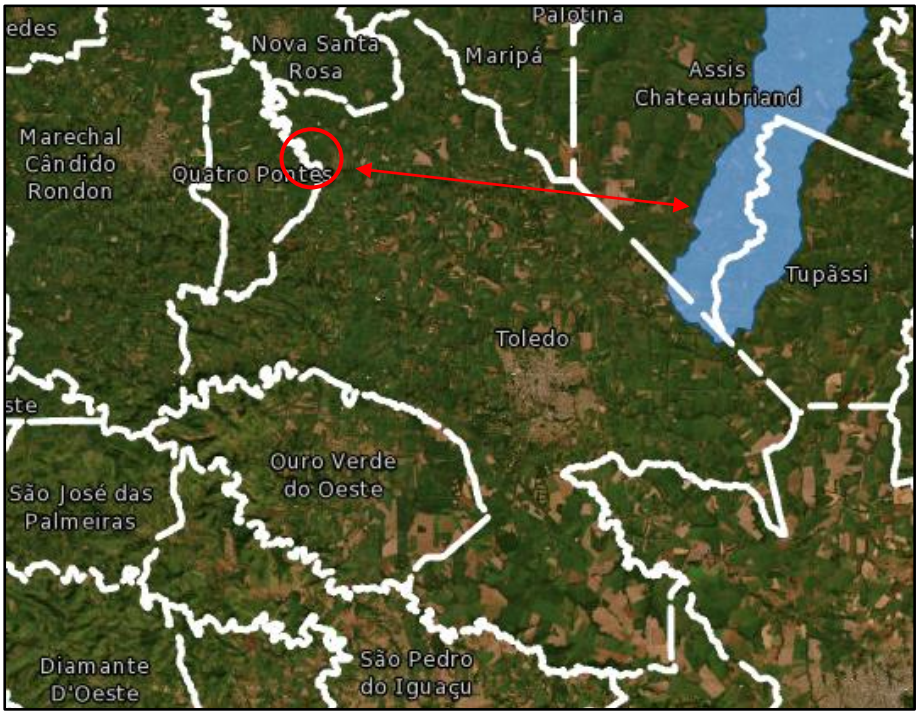


Figura 227: Círculo vermelho indica a localização do empreendimento em relação ao manancial.

8.5.9 Investimento e fontes de recursos do empreendimento

O orçamento básico da CGH Giacomini aponta para um investimento total de R$ 15.337.630,20, tendo o custo índice de 9.895.245,29 R$/MWh. Para este empreendimento não será realizado empréstimo, os recursos serão do próprio empreendedor.

Tabela 125: Resumos dos custos principais do empreendimento.

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO TOTAL (R$)
Terrenos, relocações e outras ações sócio-ambientais	203.892,00
Estruturas e outras benfeitorias	1.597.064,00
Barragens e adutoras	8.345.507,00
Turbinas e geradores	3.627.120,00
Equipamentos elétricos acessórios	550.000,00
Diversos equipamentos da usina	329.012,00
Estradas de rodagem	35.035,00
Total	14.687.630,00

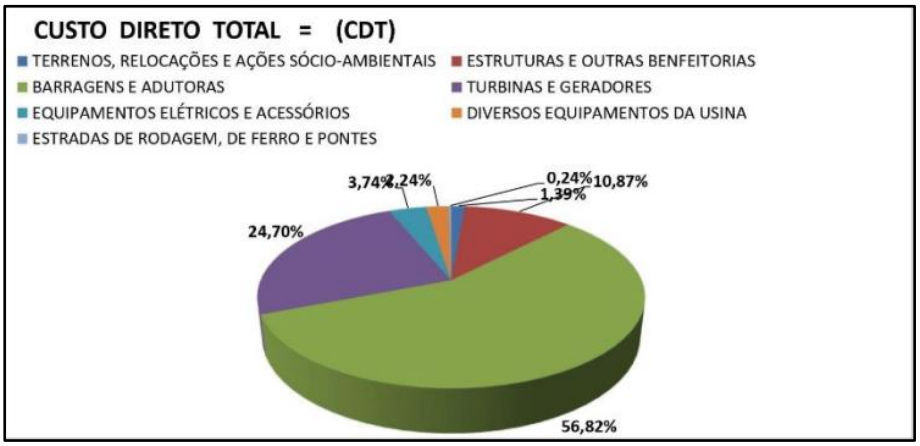


Figura 228: Custos diretos totais para o empreendimento.

8.5.10 Organizações e ações da sociedade civil

Para identificar a existência de conflitos por terra ou outros de natureza semelhante, foram utilizados os bancos de dados disponibilizados pela Comissão Pastoral da Terra (CPT) e o Mapa de Conflitos envolvendo injustiça ambiental desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Na ADA, AID e AII não foram encontrados conflitos de qualquer tipologia.

8.5.11 Fatores culturais históricos e contemporâneos (ADA)

Na ADA do empreendimento não são visualizadas edificações de interesse cultural, monumentos naturais ou manifestações culturais. Nenhuma comunidade será atingida pela construção da CGH Giacomini, portanto não será impactado o cotidiano de comunidades locais, ou rituais religiosos.

8.5.12 Patrimônio Arqueológico

O levantamento de sítios arqueológicos será realizado pela empresa ArqueoSul – Arqueologia e Gestão do Patrimônio, para o licenciamento inicial realizou-se o protocolo da Ficha de Caracterização de Atividade – FCA junto ao IPHAN através do processo n° 01508.000192/2023-19. Para execução dos estudos arqueológicos deverá ser seguido o Termo de Referência TER N°84/2023/DIVTEC IPHAN-PR/IPHAN-PR emitido em 06 de março de 2023.

Segundo a SEDEST n° 09/2021 Art.8°, para empreendimentos que necessitem fazer a solicitação de Licença Ambiental Simplificada - LAS deverão apresentar a Ficha de Caracterização de Atividade – FCA do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, portanto esse documento segue em anexo.

Autuação

Processo: 01508.000192/2023-19
Tipo: LICENCIAMENTO AMBIENTAL – IN n° 001/2015
Data de Registro: 02/03/2023
Interessados: Gerson Antônio Parise

Lista de Protocolos (18 registros):

Documento / Processo	Tipo de Documento	Data do Documento	Data de Registro	Unidade
4219771	E-mail	02/03/2023	02/03/2023	IPHAN-PR
4219832	Anexo FCA	02/03/2023	02/03/2023	IPHAN-PR
4219907	Anexo Shapefile	02/03/2023	02/03/2023	IPHAN-PR
4222368	E-mail	03/03/2023	03/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4226235	E-mail	06/03/2023	06/03/2023	IPHAN-PR
4226244	Anexo Shapefile	06/03/2023	06/03/2023	IPHAN-PR
4226400	Parecer - Ficha de Caracterização de Atividade FCA 325	06/03/2023	06/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4229227	Parecer - Ficha de Caracterização de Atividade FCA 333	06/03/2023	06/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4230414	Parecer - Ficha de Caracterização de Atividade FCA 337	07/03/2023	07/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4226597	Termo de Referência Específico 84	07/03/2023	07/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4226721	Ofício 599	07/03/2023	07/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4227009	Ofício 602	08/03/2023	08/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4234516	E-mail	08/03/2023	08/03/2023	DIVTEC IPHAN-PR
4364517	Anexo Projeto	28/04/2023	28/04/2023	IPHAN-PR
4364519	Anexo 1 Endosso_Institucional	28/04/2023	28/04/2023	IPHAN-PR
4364524	Anexo 2 Declaração_Idoneidade_Financeira	28/04/2023	28/04/2023	IPHAN-PR
4364532	Anexo 3 Declaração e Curriculos	28/04/2023	28/04/2023	IPHAN-PR
4364605	Anexo Shapefile	28/04/2023	28/04/2023	IPHAN-PR

Figura 229: Recorte do processo junto ao IPHAN demonstrando as etapas realizadas e documentos emitidos.

8.5.13 Comunidades Tradicionais

Durante os levantamentos de campo não foram visualizadas comunidades tradicionais na ADA e AID do empreendimento, complementarmente foi realizada consulta no Mapa de Terras e Territórios de Povos e Comunidades Tradicionais disponibilizado pelo ITCG (2013), nesse sentido, também não foram encontradas comunidades tradicionais, terras índigenas, quiolombolas ou faxinais para a região do empreendimento.



Figura 230: Recorte do Mapa de Terras e Territórios de Povos e Comunidades Tradicionais.
Fonte: ITCG, 2013.

8.5.14 Prognóstico e Impactos Ambientais – Meio Socioeconômico

8.5.14.1 Interferências nas propriedades afetadas (N)

Estima-se que serão necessários aproximadamente 3,00 hectares para a implantação da CGH Giacomini, contemplando as estruturas permanentes e temporárias da obra. Apenas duas propriedades serão atingidas pelas obras construtivas da obra, seja pelo canal adutor, tomada d'água e casa de força, nenhuma família terá de ser realocada ou terá sua moradia impactada, já que tais estruturas não são visualizadas na área atingida. Todas as áreas necessárias ao empreendimento deverão ser adquiridas, incorporadas ou desapropriadas antes da implantação de cada parte da obra, servindo de base autorizativa para realização dos

trabalhos. Em relação a área ocupada, cerca de 0,50 hectare é referente ao bota-fora, área que será cedida pela Prefeitura de Quatro Pontes (conforme anuência em anexo).

Em negociações preliminares já firmadas entre as partes, os proprietários e o empreendedor firmaram contrato reconhecido em cartório, no qual os proprietários receberão o percentual de 7,5% da renda líquida da usina logo após o início da geração de energia. Por fim, destacamos que as propriedades atingidas constituem-se áreas ocupadas em sua grande maioria com vegetação nativa e açudes para aquicultura, não serão atingidas benfeitorias relevantes e nem deverá causar inviabilidade ou remanejamento populacional, sendo que a única estrutura diretamente atingida é uma captação de água localizada no TVR que conforme acordo firmado entre as partes, será realocada para captação no canal adutor, sem prejuízos aos proprietários.

Tabela 126: Atributos do impacto: Interferência nas propriedades afetadas.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Planejamento e Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Positiva e Negativa
Duração	Permanente
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Médio Prazo
Reversão ou Potencialização	Potencializável e Irreversível
Sinergia com outros impactos	E, Q, R, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Para os proprietários de áreas atingidas, caso ocorram sócios do empreendimento, detalhar claramente os retornos financeiros de seus investimentos atuais (terras) e futuros;
- Implantar Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

8.5.14.2 Incidentes com a população local (O)

Durante as obras haverá a movimentação de máquinas e pessoas, que implicam mudanças na rotina da comunidade local e da área de influência direta do empreendimento. Essa movimentação pode causar incidentes com a população local e também com os

trabalhadores da obra, ainda assim, espera-se que esse impacto seja de baixa magnitude, já que existem poucas moradias no acesso para a CGH Giacomini, além do mais, por ser uma obra de pequeno porte devem ser reduzidas as movimentações de maquinários, restringindo-se apenas no percurso da obra até os bota-foras, nesse trajeto deve ser garantida condução segura e dentro dos limites de velocidade pelos empregados.

Em decorrência das atividades das obras também ocorrem afugentamentos de animais da região, isso pode levar a um aumento de deslocamentos de serpentes de interesse médico-veterinário, as quais podem vir a ocasionar acidentes ofídicos, como por exemplo a cascavel (*Crotalus durissus*) e as jararacas do gênero *Bothrops*, descritas como ocorrentes na região do empreendimento. Por isso da importância da comunicação com os órgãos públicos do setor da saúde e formulação de estratégias voltadas as emergências e ao controle da saúde dos trabalhadores.

Tabela 127: Atributos do impacto: Incidentes com a população local.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Temporário
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Incerta
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Reversível
Sinergia com outros impactos	J, K

Síntese das medidas mitigadoras:

- Implantar Plano de Construção da Obra e Código de Conduta para conscientizar os trabalhadores quanto aos deveres em relação ao meio ambiente e comunidade;
- Implantar Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social.

8.5.14.3 Interferência na malha viária local e na infraestrutura pública (P)

A implantação de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica deste porte pode causar alterações no cotidiano das pessoas da localidade, principalmente correlacionadas a presença e a movimentação de pessoas estranhas nas comunidades, a desapropriação de

áreas, a circulação de equipamentos e materiais da obra, incômodos causados em geral pela construção, como: riscos de acidentes, atropelamentos pelo fluxo de veículos, poeira, dentre outros.

Devido aos estudos, projetos e, sobretudo, ao início das obras de implantação da futura CGH Giacomini, é inevitável que ocorra um aumento no tráfego de veículos (automóveis e caminhões) nas vias de acesso nas áreas do empreendimento. Por consequência, este aumento do fluxo de veículos vem aliado ao aumento do fluxo de pessoas. Devido ao acesso da CGH se dar por estradas internas particulares deverão ser consideradas melhorias nessas, de forma a permitir a passagem de maquinários pesados.

O aumento do fluxo de veículos e pessoas será observado com maior intensidade nas áreas de implantação das obras e infraestruturas, com menor impacto no entorno destas. A partir deste impacto inicial, outros aspectos poderão sofrer interferência, tais como: aumento no risco de atropelamentos, caça ou captura de animais silvestres, geração de conflitos e aumento da pressão sobre a estrutura viária, mudança no cotidiano local, aumento nos níveis de ruídos, aumento do risco de acidentes e de níveis de poeira.

Por fim, cabe mencionar que este aumento na movimentação de pessoas poderá influenciar na proliferação de doenças e/ou viroses, como a gripe em suas variadas manifestações e outras emergências de saúde. Destaca-se que a área onde será implantada a CGH Giacomini é considerada de baixa densidade populacional, não devendo gerar sérios conflitos sociais.

Tabela 128: Atributos do impacto: Interferência na malha viária e na infraestrutura pública.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico e físico
Natureza	Negativa e positiva
Duração	Temporário
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Parcialmente reversível
Sinergia com outros impactos	A, B, E, G, H, J

Síntese das medidas mitigadoras:

- Implantar Plano de Construção Ambiental e Código de Conduta para conscientizar os trabalhadores quanto aos deveres em relação ao meio ambiente e comunidade;
- Sinalizar o trecho em que haverá maior fluxo de veículos e pessoas, identificando o limite de velocidade e se houver necessidade, instalação de redutores de velocidade;
- Implantar sistema preventivo de saúde, em consonância com a segurança do trabalho;
- Manter as vias de maior tráfego de veículos vinculados ao empreendimento livre de excesso de poeira, através do molhamento periódico destas;
- Implantar Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental visando atualizar a população do entorno sobre o andamento das obras e atividades específicas a serem realizas;

8.5.14.4 Alteração da oferta de postos de trabalho (Q)

É bastante provável que o aumento da movimentação de pessoas na AID promova a geração de expectativa e mobilização da comunidade, especialmente em função do comércio e mão de obra local para o empreendimento. A notícia da implantação de um empreendimento deste tipo provoca expectativas sobre a geração de empregos e novas oportunidades de negócios, promovendo um movimento migratório de pessoas que se dirigem à área do projeto, atraídas por estas expectativas.

Esta população alterará o quadro demográfico local, incrementando as taxas de crescimento e modificando a composição etária e por gênero da população, elevando o número de homens em idade adulta e de migrantes motivados pela oferta de novos empregos. No pico de demanda de mão de obra, deverão trabalhar direta e indiretamente na obra cerca de 20 funcionários, gerando um pequeno aumento de postos de trabalho na localidade, especialmente de mão de obra menos qualificada (semi-especializados ou não), recrutados preferencialmente nos municípios que compõem a Área de Influência Indireta e nas cidades polos.

Este impacto é positivo para a economia das áreas atingidas, pois representa um novo impulso, ainda que temporário, ao crescimento das atividades econômicas locais. Consequentemente, haverá uma melhora acentuada nas condições de vida de muitas famílias de trabalhadores não-especializados. Durante a desmobilização haverá um movimento inverso

ao inicial, ou seja, de dispersão de parte da população que deixará a área ao final das obras. E, assim, as taxas demográficas populacionais tenderão a diminuir em relação ao período de construção da obra.

Os postos de trabalho remanescentes deverão ser ocupados principalmente por pessoas com maior qualificação para a operação e manutenção de empreendimentos dessa natureza. Outros postos de trabalho poderão ser criados em função da prestação de serviços indiretos, especialmente no setor alimentício e comércio em geral. Eles podem gerar um contingente de empregos e sub-empregos em decorrência das diversas demandas. A implantação da CGH não deve causar redução de postos de trabalhos na área rural, haja vista o número reduzido de postos de trabalhos necessários a implantação do empreendimento.

Tabela 129: Atributos do impacto: Alteração da oferta de postos de trabalho.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Positiva e Negativa
Duração	Temporário
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediato
Reversão ou Potencialização	Potencializável e Parcialmente Reversível
Sinergia com outros impactos	N, R, T

Medidas mitigadoras ou compensatórias:

- Priorizar a contratação de mão-de-obra local, através da utilização do SINE – Sistema Nacional de Empregos;
- Priorizar a contratação de insumos, serviços, materiais e equipamentos dos municípios atingidos pelo empreendimento ou polos próximos;
- Implantação do Programa de Comunicação Social para divulgação das vagas, qualificações e perfil da mão-de-obra a ser contratada;
- Disponibilização de recursos básicos e unidades de saúde para os colaboradores do empreendimento, em conformidade com a legislação específica;
- Implantação Programa de Educação Ambiental e Código de Conduta para conscientização dos funcionários.

8.5.14.5 Alteração das atividades comerciais e de serviços (R)

Com o aumento das ofertas de trabalho diretos e indiretos e a migração de pessoas para a AID e AII, poderá ocorrer pressão sobre o conjunto de serviços e equipamentos de responsabilidade do poder público, especialmente relacionados a saúde, educação, segurança e saneamento básico. Este aumento populacional poderá pressionar os atendimentos em geral, ocasionando, eventualmente, demanda por mais recursos, tanto humanos quanto materiais.

No que tange a saúde, as alterações poderão ocorrer sob dois aspectos fundamentais: a introdução de novos indivíduos com a probabilidade de ocorrência de novos hospedeiros e doenças contagiosas, e pelo surgimento de ambientes propícios à formação de criadouros de vetores, como o canteiro de obras para a mão de obra. A maior intensidade deste impacto deverá ser observada na AID e no centro urbano do município atingido pelo empreendimento.

Contudo, devido ao pequeno porte do empreendimento, número reduzido de pessoas trabalhando, pouco tempo de execução e a contratação de mão-de-obra local, estes impactos poderão passar despercebidos no município afetado.

Tabela 130: Atributos do impacto: Alteração das atividades comerciais e de serviços

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Implantação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Magnitude	Baixa
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediata
Reversão ou Potencialização	Parcialmente Reversível
Sinergia com outros impactos	P, Q, T

Síntese das medidas mitigadoras:

- Incentivo à comunicação entre o empreendedor e as prefeituras objetivando a distribuição das demandas excedentes;
- Priorizar medidas preventivas de combate e proteção contra acidentes;
- Implantar medidas de controle sanitário e da geração de ambientes patogênicos;
- Priorizar a contratação de mão-de-obra local sempre que possível.

8.5.14.6 Produção de conhecimento científico (S)

Os estudos ambientais realizados na área de implantação do empreendimento ampliarão o conhecimento sobre os fatores físicos e biológicos da região. Destacam-se na área de produção de conhecimento cientifico a parte do campo biológico, com a possibilidade de maximizar o conhecimento acerca da fauna e flora da região, principalmente no que concerne as espécies sensíveis ou ameaçadas de extinção. Além disso, no que se refere à análise da qualidade d'água, essas permitirão a criação de um banco de dados do Arroio Guaçu na região de implantação do empreendimento. Esse impacto, ainda que em pequena escala devido ao porte da usina, pode ser considerado como positivo, além disso, com a implantação do empreendimento informações acerca da região continuarão a ser coletadas, acrescentando dados sobre o ambiente regional. Esse impacto não influencia os demais, porém é influenciado pelas atividades que envolvem coleta de dados.

Tabela 131: Atributos do impacto: Produção de conhecimento científico.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Planejamento, Implantação, Operação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Positiva
Duração	Permanente
Magnitude	Média
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Imediata
Reversão ou Potencialização	Potencializável
Sinergia com outros impactos	-

Síntese das medidas mitigadoras:

- Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social;
- Plano de Gestão Ambiental.

8.5.14.7 Geração de energia (S)

O objetivo primário da implantação da CGH Giacomini é a oferta de energia que vem ao encontro da demanda exigida pela sociedade em geral, seja ela civil, comercial ou industrial. A implantação de uma fonte de energia renovável permite que este

empreendimento receba status de produtor de energia limpa. Como o sistema de distribuição de energia no Brasil é interligado, a geração da energia em um local não significa utilização dessa energia pelas pessoas da área, mesmo que elas sejam afetadas com os impactos desse processo. Todavia, há repasse da arrecadação de impostos ao município que poderá investir de forma a reverter algum benefício para a população local.

Tabela 132: Atributos do impacto: Geração de energia.

Atributo	Qualificação
Fase de ocorrência	Operação
Meio de ocorrência	Socioeconômico
Natureza	Positiva
Duração	Permanente
Magnitude	Alta
Probabilidade de ocorrência	Certa
Início da manifestação	Médio prazo
Reversão ou Potencialização	Potencializável
Sinergia com outros impactos	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S

8.5.15 Programas ambientais – Meio Socioeconômico

8.5.15.1 Programa de comunicação social e educação ambiental

8.5.15.1.1 Apresentação

A implantação de empreendimentos como a CGH Giacomini, em virtude das transformações inerentes à sua implantação, pode trazer impactos tanto ambientais como sociais e econômicos. Em virtude deste aspecto, cuidados com o ambiente físico e com a ambiência humana são fundamentais para reestruturar os novos arranjos nas relações homem - natureza, estabelecidas na região do empreendimento. A utilização da comunicação social como ferramenta mediadora e de mobilização social em processos comunicador entre empreendimentos e as comunidades localizadas em suas áreas de influência, consiste em agregar as técnicas e procedimentos de comunicação de massa, dirigida e interpessoal, para que os mesmos ocorram de forma clara e transparente, diminuindo a possibilidade de conflitos.

Considerando a possível disparidade em relação ao acesso à informação e veículos de comunicação e com o propósito de atingir a população em seus diferentes segmentos sociais, este programa abrangerá a utilização de diferentes mídias comunicativas. Nas atividades a serem desenvolvidas será dada ênfase ao processo construtivo, aos programas ambientais desenvolvidos pelo empreendimento e ao repasse de informações sobre as questões ambientais, dados técnicos e andamento da obra, por exemplo.

Já a Educação Ambiental propõe desenvolver a sensibilização e o senso crítico no tocante às ações humanas relativas ao meio ambiente, partindo da realidade local dos sujeitos para as consequências de suas ações em escala global. Nesse sentido, a Educação Ambiental busca disseminar na população diretamente atingida e entre as pessoas envolvidas com a obra, práticas que contribuam à preservação do meio ambiente.

8.5.15.1.2 Justificativa

A implantação do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental se faz necessária para uma demanda ocasionada pelo ambiente natural em transformação, que se não tratada de forma efetiva pode causar apreensões, ansiedades ou mesmo conflitos à comunidade do entorno da CGH Giacomini e da equipe responsável pela implantação do empreendimento. A implantação de um canal de comunicação e a prestação de informações seguras, direcionadas e confiáveis minimiza possíveis resistências relacionadas a construção deste empreendimento.

A interferência na rotina dos núcleos urbanos da área de influência da CGH contribui para a alteração do estado psicológico da população. Essas localidades recebem o impacto da movimentação de profissionais, máquinas e equipamentos, provocando alterações na rotina, no mercado imobiliário, no mercado de trabalho, no comércio e na utilização da infraestrutura dos serviços. É fato que parte destes impactos, quando implementados os programas de forma correta e coerente, podem tornar-se positivos, especialmente em se tratando do aumento da disponibilidade de serviços, faturamentos comerciais e, com a operação do empreendimento, das contribuições tributárias.

A implantação do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental se faz necessária para uma demanda de aprendizagem sobre boas práticas ambientais, especialmente

pelo ambiente natural em transformação, a fim de evitar conflitos entre equipes da construção civil, equipes de execução de programas ambientais e comunidade local.

8.5.15.1.3 Objetivo geral

O Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental tem como objetivo principal a construção de um sólido canal de comunicação, que mantenha a população da Área de Influência Direta do empreendimento informada sobre as ações referentes à implantação da CGH Giacomini, levando ao conhecimento da população atingida, funcionários e da comunidade local e do entorno.

8.5.15.1.4 Objetivos específicos

- Formalizar instrumentos e veículos de informação capazes de abranger a pluralidade da organização social e da diferenciação sociocultural entre os indivíduos e grupos;
- Promover a integração social entre o empreendedor e a sociedade local;
- Comunicar e informar a população de interesse a respeito de todas as etapas e cronograma que fazem parte do processo de instalação do empreendimento, bem como divulgar as políticas e ações do empreendedor para a mitigação e compensação dos impactos decorrentes da instalação e operação do empreendimento, atentando para a importância da conservação ambiental;
- Apoiar as atividades desenvolvidas pelo Programa de Educação Ambiental, quanto à divulgação das atividades e confecção de materiais;
- Auxiliar a população a identificar o ser humano como parte integrante do ambiente, reconhecendo-se como responsável em conservá-lo e melhorá-lo para as gerações futuras;
- Difundir o conhecimento e a valorização dos recursos naturais, visando à compreensão da necessidade de adotar procedimentos acerca do seu manejo e à preservação das espécies que ocorrem na região, enfatizando os diversos modos da relação homem-natureza;

- Capacitar os setores sociais, principalmente os afetados pela implantação da CGH, através do desenvolvimento de ações educativas, buscando-se a melhoria da qualidade ambiental e de vida na região;
- Proporcionar conhecimento à comunidade, de modo integrado, de boas práticas relacionadas ao ambiente e à qualidade de vida da população;
- Informar ao público interno envolvido na implantação, execução e operação do empreendimento sobre o desenvolvimento da obra, seus programas ambientais e cronograma de implantação atentando para a importância da conservação ambiental.

8.5.15.1.5 Procedimentos metodológicos

Mesmo com as semelhanças sociais e históricas da população da área diretamente atingida pela CGH Giacomini, as particularidades em termos específicos a cada grupo e suas classes sociais implicam na utilização de diferentes mídias para que se estabeleça um canal de comunicação que sirva de intermédio entre a população e o empreendedor. Logo, serão utilizados os meios de comunicação já existentes, como jornais de circulação na região.

Nas atividades de comunicação social deverão ser abordadas informações sobre as dúvidas e anseios da comunidade atingida direta e indiretamente em relação ao empreendimento. A comunicação atinge tanto a sociedade em geral, quanto os segmentos organizados da comunidade, cabendo à equipe ambiental estabelecer os meios e ao empreendedor o fornecimento das informações necessárias para sua correta execução.

É de suma importância repassar a comunidade de forma transparente e verdadeira, esclarecimentos sobre os impactos provocados pela implantação do empreendimento, bem como os programas elaborados para mitigá-los ou compensá-los. Para implantação das atividades de educação ambiental é recomendada a participação de instituições locais, tais como escolas, Prefeituras e Secretarias Municipais de Educação e Cultura, Saúde, e Meio Ambiente dos municípios atingidos pelo empreendimento.

Com base nos preceitos supracitados e tendo em vista a conformação do público-alvo deste programa, foram definidos 03 segmentos de abrangência, reconhecendo-os como potenciais agentes de reprodução do conhecimento de acordo com seus campos de atuação, sendo eles:

- Educadores e alunos da rede pública, a partir da perspectiva que são formadores de opinião em sua constituição disciplinar e multiplicadores de conhecimento, inseridos diretamente no sistema de ensino formal;
- Funcionários que atuarão na implantação da CGH, visto que estarão envolvidos em todas as etapas da construção do empreendimento e acompanharão com proximidade as intervenções desempenhadas;
- População diretamente atingida pelo empreendimento, considerando a especificidade sociocultural deste grupo e sua compreensão em relação às transformações de seu meio ambiente.

Ainda nos primeiros meses de implantação do programa, que compreende a fase anterior ao início das obras, as escolas e comunidades envolvidas deverão ser levantadas e conhecidas. A equipe ambiental, em conjunto com a comunidade escolar envolvida e as secretarias municipais devem discutir os temas que tragam as questões locais, pois, com isso, cresce as perspectivas e motivação do público.

Para aos trabalhadores da obra, nas atividades de educação ambiental deverão ser abordados tópicos de disposição correta dos resíduos por eles gerados, informações sobre a proibição da caça e pesca, da realização das queimadas e da retiradas de exemplares da vegetação, além da abordagem quanto às atitudes a serem tomadas no encontro com exemplares da fauna. Esta ação será realizada em uma palestra antes do início da obra.

Para a implantação deste programa deverão ser executadas as seguintes ações:

- Realizar um levantamento das comunidades e instituições envolvidas;
- Organizar reuniões ou encontros com os atingidos, instituições de ensino, entre outras organizações, que tenham interesse na implantação e operação do empreendimento;
- Divulgar oportunidades de trabalho na construção da CGH;
- Divulgar informações relacionadas ao empreendimento na imprensa e em programas de rádios que tenham repercussão local;
- Comunicar eventos e atividades de interesse à população vizinha, como prevenção de acidentes com animais peçonhentos nas atividades de desmatamento, horários de utilização de explosivos, etc.

8.5.15.1.6 Resultados esperados

Espera-se com esse programa a conscientização da comunidade do entorno bem como dos funcionários e colaboradores da obra sobre a importância da proteção do meio ambiente. Além disso, como resultado deverão ser confeccionadas cartilhas ou folders, visando o subsídio e apoio aos demais Programas Ambientais previstos no PBA e elaboração de um folder institucional para apresentar tanto as características gerais do empreendimento como os Programas Ambientais a serem desenvolvidos. Devem ser fornecidos relatórios semestrais (ou na periodicidade indicada pelo órgão ambiental) com base na observação das atividades desenvolvidas com e entre os trabalhadores envolvidos.

8.5.15.1.7 Indicadores de sucesso

- Número de materiais de divulgação produzidos;
- Número de atividades de educação realizadas;
- Segregação adequada dos resíduos no canteiro de obras;
- Número de inconformidades relacionadas ao meio ambiente.

8.5.15.1.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Etapas	**Meses**														
Atividades do Programa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Identificação das instituições e comunidades envolvidas															
Elaboração de folder institucional e demais materiais didáticos															
Definição dos temas a serem utilizados nas palestras															
Divulgação de informações em meios de comunicação local															
Reunião com os trabalhadores da obra															
Realização de palestra em escola da rede pública															
Ações com trabalhadores															
Relatórios de acompanhamento															

8.5.15.2 Programa de gestão e supervisão ambiental

8.5.15.2.1 Apresentação

Motivada pela preocupação com o processo de degradação dos recursos naturais renováveis e não renováveis devido às atividades antrópicas, as questões ambientais sofreram alterações consideráveis. A sustentabilidade do meio ambiente é caráter fundamental quando se trata de fazer um planejamento dos recursos naturais, princípio corroborado pelas últimas leis vigentes, como a Lei Federal 9.433/97 que trata sobre a Política Nacional dos Recursos Hídricos e a Lei Federal 9.795//99, sobre Educação Ambiental. Contudo o Programa de Supervisão Ambiental tem o papel de garantir que o empreendimento esteja adequado a esta filosofia.

Na gestão ambiental, o gerenciamento integrado é uma ferramenta importante para a obtenção do uso racional da água e minimização de efluentes líquidos, emissões atmosféricas, resíduos sólidos e de possíveis impactos que possam causar erosão e assoreamento dos corpos hídricos mais próximos. Paralelamente, contribui de modo significativo para o atendimento de exigências de clientes, consumidores e órgãos reguladores.

É um programa que tem a função de servir como canal de comunicação entre a sociedade e o empreendedor, atuando no recebimento de manifestações da sociedade e coordenando as atividades do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental. Caberá à Gestão Ambiental decidir pelo início de revisões dos programas ambientais sempre que houver necessidade de ajuste, procedimentos ou devido a novas demandas, além de cumprir com a responsabilidade de interlocução com os órgãos licenciadores.

8.5.15.2.2 Justificativa

A implantação deste programa é de suma importância para a centralização dos dados e informações, uma vez que, é fundamental que seja fiscalizada a execução de todos os outros programas previstos neste documento, a fim de garantir a cronologia de implantação do empreendimento em face dos programas ambientais.

Os programas ambientais serão executados com a finalidade de evitar, minimizar, mitigar e compensar os impactos que ocorrerão em função das atividades de instalação e operação deste empreendimento, cada um com suas respectivas áreas de atuação, atividades e

procedimentos específicos. Portanto, o Programa de Gestão e Supervisão Ambiental serve de gerenciamento para que todas as condicionantes previstas nas licenças ambientais sejam atendidos pelo empreendedor. Visa criar uma estrutura organizacional que possibilite, tanto ao empreendedor como ao órgão de fiscalização ambiental, verificar a qualquer momento a implantação e a eficácia das ações propostas para mitigar os impactos ambientais.

8.5.15.2.3 Objetivo geral

Tem como objetivo coordenar a implementação dos programas, planos e projetos de proteção, controle e melhoria ambiental da CGH Giacomini, visando a adequada inserção do empreendimento no meio ambiente, garantindo a qualidade ambiental na implantação e operação do empreendimento, bem como o cumprimento de todas as condicionantes ambientais.

8.5.15.2.4 Objetivos específicos

- Estabelecer os procedimentos técnicos de implementação dos projetos ambientais durante as obras;
- Otimizar os recursos humanos e materiais necessários para a implantação de todos os programas e projetos ambientais propostos;
- Servir como mecanismo de integração do empreendimento com o poder público e com as comunidades locais;
- Adequar à implantação dos programas ambientais, seguindo o cronograma físico-financeiro do empreendimento;
- Detalhar as ações propostas nos programas ambientais;
- Identificar necessidades de revisão das ações dentro na fase de obras visando a melhoria da qualidade ambiental

8.5.15.2.5 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos a serem adotados para a implantação do Programa de Gestão e Supervisão Ambiental na CGH Giacomini pode ser seccionado em duas fases, sendo a

primeira encorpada em montar a equipe de supervisão e na segunda à gestão propriamente dita.

Planejamento

Iniciam-se com a contratação da equipe básica de Supervisão Ambiental, que irá realizar todo o planejamento de implantação dos Programas Ambientais, bem como as ações para atingir os objetivos e resultados esperados. Tendo em vista que vários programas ambientais propostos possuem inter-relações quando da aplicação, nesta fase serão determinadas as ações integradas entre os mesmos. A equipe básica de gestão ambiental deverá definir os indicadores ambientais, bem como os critérios básicos de aceitação das ações e as normatizações para cada programa. Nesta fase serão contratadas as equipes de trabalho e definidas as responsabilidades de cada integrante para a implantação de cada um dos programas propostos.

Implantação

A fase de implantação consiste na articulação institucional, gerenciamento ambiental das obras e gerenciamento dos programas, tendo como ponto inicial a implantação do canteiro de obras. Para a articulação institucional é prevista a participação de vários agentes privados, bem como entidades civis e órgãos vinculados ao Poder Público, os quais representarão um dos canais de comunicação entre o empreendedor, estas entidades e a comunidade em geral.

O objetivo do gerenciamento dos programas é a criação e o desenvolvimento das condições necessárias para a concretização dos programas ambientais, cujas atividades de construção, envolvem o estabelecimento de metas relativas a cada um dos programas ambientais institucionais, o planejamento detalhado de execução dos programas, enfocando em detalhes os planos, recursos, orçamentos e cronogramas e o acompanhamento da evolução da implantação dos programas em seus aspectos quantitativos e qualitativos, com a adoção das providências pertinentes com vistas à adequada implementação dos programas, em todas as suas etapas.

Como cada programa redigirá seu relatório, cabe a equipe de Supervisão Ambiental a análise dos resultados obtidos, proposição de reformulação da metodologia ou dos programas, quando necessário, bem como o encaminhamento destes aos órgãos fiscalizadores. De posse dos resultados e mediante análise criteriosa, é função de Supervisão Ambiental verificar a necessidade de tomadas de ações preventivas à ocorrência de eventos e impactos, bem como

o repasse das medidas ao responsável pelo programa interpelado, a fim de evitar que problemas correlacionados aos procedimentos metodológicos dos programas ambientais sejam interrompidos ou questionados pelos órgãos fiscalizadores.

É função do gerenciamento ambiental das obras o acompanhamento de tudo que diz respeito à execução das atividades ambientais contratadas, sejam elas desenvolvidas na área de influência direta ou indireta do empreendimento, levantando e avaliando periodicamente seus efeitos e propondo, quando necessário, alterações, complementações, ou novas ações e atividades, definindo as fases de estudos e projetos. Além disso, cabe a esta etapa a verificação dos prazos contratuais e se os recursos alocados estão de acordo com o andamento dos serviços, visando o atendimento a cronologia proposta em face da implantação da obra e dos programas ambientais que acompanham cada ação.

8.5.15.2.6 Resultados esperados

Com esse programa espera-se a formulação de um relatório compilado de todos os demais programas já citados. O acompanhamento e a avaliação serão feitos através da entrega de relatórios periódicos ao órgão ambiental, quando necessário também poderão ser entregues relatórios de não conformidade ao empreendedor.

8.5.15.2.7 Indicadores de sucesso

Cumprimento de compromissos assumidos e do cronograma de realização das ações.

8.5.15.2.8 Cronograma

Etapas	Meses														
Implantação da CGH	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Abertura de acessos															
Instalação do canteiro e início das obras															
Implantação de ensecadeira de 1ª etapa															
Desvio do Rio 1ª fase															
Desvio do Rio 2ª fase															
Construção do barramento															
Construção da adução															
Construção da casa de força e canal de fuga															
Linha de transmissão															
Início da Operação (testes e comissionamentos)															
Atividades do Programa															
Planejamento															
Elaboração dos critérios de execução dos programas															
Contratação das equipes responsáveis pelos programas ambientais															
Acompanhamento e monitoramento da execução dos programas ambientais															
Relatório de acompanhamento															

9 ANÁLISE INTEGRADA

A partir de uma avaliação matricial entre os impactos gerais citados no prognóstico dos meios físico, biológico e socioeconômico realizou-se uma qualificação com relação à interação de cada impacto com todos os demais, objetivando a obtenção das relações sinérgicas e/ou cumulativas, independentemente se o impacto é positivo ou negativo. Essa análise cumulativa e sinérgica possibilita a identificação dos impactos mais expressivos em detrimento à implantação da CGH Giacomini, bem como a proposição de medidas e programas buscando a mitigação e/ou compensação destes.

Realizou-se o cruzamento entre cada um dos impactos, em conformidade com as correlações apresentadas em cada matriz. Para cada efeito sinérgico do impacto foi atribuído o número 1, sendo que ao final da avaliação, poder-se-á identificar os impactos com maior sinergia com os demais. Posteriormente, realizou-se uma análise descritiva dos impactos mais sinérgicos.

No quadro a seguir é apresentado os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos socioambientais oriundos da implantação da CGH Giacomini. Em análise das relações sinérgicas e cumulativas, os impactos que apresentam maior sinergia com os demais foram Geração de Energia, que influencia 19 impactos, ou seja, todos os impactos da matriz, isso

porque é o objetivo do empreendimento, todos os demais dependem deste para se manifestarem.

Um impacto resulta em relações sinérgicas com outros 15 impactos (Supressão da vegetação) e um com 12 impactos (Processos erosivos e estabilidade de encostas). O primeiro é um impacto de alta magnitude, em função da perda de habitats da fauna, formação de áreas degradadas e possibilidade de alterações condições da qualidade das águas superficiais, estabilidade de encostas, alimentação da fauna aquática, entre outros. O segundo é um impacto no meio físico de média magnitude, mas que influenciam ou são influenciados por outros, ele está relacionado às obras de implantação, abertura de acesso e supressão de vegetação, que poderá gerar a formação de processos erosivos e, consequentemente, alteração na qualidade das águas superficiais, entre outras interferências diretas e indiretas.

Ainda, os impactos de contaminação e alterações físico-químicas do solo (09), Alteração na dinâmica hídrica e assoreamento (08) e Alteração na qualidade das águas superficiais (08) demonstraram moderado sinergismo com os demais impactos. Todos são impactos atrelados ao Meio Físico, mas que seus efeitos tem capacidade de impactar outros meios, seja pela supressão da vegetação, no Meio Biótico, seja pela alteração da paisagem, no Meio Socioeconômico.

Sobre o Meio Biótico, vale destacar os impactos acerca da Alteração da Fauna, que englobam tanto a fauna terrestre como aquática, embora não apresentem sinergia com a maioria dos demais impactos, possuí alta magnitude. No caso da ictiofauna o impacto deverá ser irreversível e permanente, quanto a fauna terrestre pode ser permanente em alguns pontos e temporário em outros. Dentre os impactos positivos da CGH Giacomini estão a oferta de empregos, geração de energia e produção de conhecimento cientifico.

Tabela 133: Avaliação sinérgica e cumulativa de impactos.

IMPACTOS	ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	TOTAL
Alteração na qualidade da água superficial	A		1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1	8
Alteração na dinâmica hídrica e assoreamento	B	1		1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	8
Poluição do corpo hídrico por efluentes líquidos ou resíduos sólidos	C	1	-		1	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	7
Contaminação e alterações do solo	D	1	1	1		1	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	9
Processos erosivos e estabilidade de encostas	E	1	1	1	1		1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	1	12
Mudanças da paisagem	F	-	-	-	-	-		-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
Poluição sonora	G	-	-	-	-	-	-		-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4
Poluição atmosférica por fontes móveis	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	3
Alteração de habitats utilizados pela fauna	I	-	-	-	-	-	-	-	-		1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
Atropelamento da fauna	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	4
Alterações na fauna	K	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		-	-	-	-	-	-	-	1	-	3
Supressão da vegetação	L	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1		-	1	1	-	1	-	1	1	15
Alteração na população de macrófitas	M	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-		-	-	-	-	-	-	1	5
Interferência nas propriedades afetadas	N	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	1	1	-	1	4
Incidentes com a população local	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-		-	-	-	-	-	2
Interferência na malha viária e na infraestrutura pública	P	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-		-	-	-	-	6
Alteração na oferta de postos de trabalho	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		1	-	1	3
Alteração das atividades comerciais e serviços	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		-	1	3
Produção de conhecimento científico	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Geração de energia	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		19

Legenda: Magnitude Alta | Magnitude Média | Magnitude Baixa | Meio Físico | Meio Biótico | Meio socioeconômico

10 CONCLUSÃO GERAL

A realização do estudo ambiental tem por objetivo diagnosticar os impactos de um empreendimento e nortear as medidas de prevenção, mitigação e/ou compensação destes. Este Plano de Controle Ambiental (PCA) foi elaborado por uma equipe multidisciplinar, visando abranger de forma específica cada meio passível de impacto, seja ele físico, biótico ou socioeconômico. Para tanto, foram utilizados metodologias e procedimento que visam atender a legislação vigente voltada para instalação da Central Geradora Hidrelétrica Giacomini, localizada no Arroio Guaçu, no município de Quatro Pontes.

Este estudo é voltado para um empreendimento hidrelétrico com capacidade de geração de energia instalada de 1,55 MW e energia média de 800 kWmédio, sendo formado por barramento de regularização, tomada d'água, canal adutor, conduto forçado e casa de força, além das estruturas de apoio como canteiro de obras e bota-fora.

O presente estudo contemplou as avaliações dos meios biótico, físico e socioeconômico, buscando, com isso, diagnosticar a influência deste empreendimento no meio ambiente e na população atingida, adjacente e regional, a fim de apontar medidas e ações necessárias para garantir as condições sociais e ambientais mais próximas da original, com mínimo impacto possível.

Os impactos relacionados ao meio físico serão em sua maioria de baixa magnitude, voltados principalmente a movimentação de maquinários, aumento de pessoas no local e movimentações do solo, deverá se ter atenção com áreas mais inclinadas, principalmente em períodos de alta pluviosidade. Apesar da qualidade da água também ser alterada por fenômenos naturais, as atividades de origem antrópica são atualmente as principais responsáveis pela alteração nos indicadores de qualidade da água. Desta forma torna-se fundamental levar em consideração também as dinâmicas de vazão, principalmente em relação às épocas de chuvas e de seca.

Baseado nos laudos e gráficos apresentados pode-se observar que a qualidade da água atende a maioria dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para corpos hídricos de Classe II, com exceção dos parâmetros: Fósforo total, Coliformes termotolerantes, Alumínio e Chumbo total. Dentre os parâmetros que execeram os limites da resolução, destacam-se os coliformes e o alumínio, as concentrações de alumínio nas águas de superfície podem ser aumentadas, direta ou indiretamente, pela atividade humana com descargas

industriais e municipais. No que diz respeito às pressões antrópicas, destacam-se aqui as possíveis relações com o uso de fertilizantes, práticas mal elaboradas do manejo do solo em áreas de agricultura e a influência de áreas de pecuária. Ressaltamos a importância da continuidade da amostragem do Arroio Guaçu na área de influência da CGH Giacomini.

No meio florestal, o impacto de maior relevância é a supressão da vegetação nas áreas destinadas ao empreendimento. O total da ADA é de 3,00 ha, sendo que a supressão ocorrerá sobre uma área de 1,53 hectares. Deverá ser selecionada área para compensação pela supressão do Bioma Mata Atlântica com características similares aquela suprimida, esse processo deve ocorrer junto ao órgão responsável com a firmação de termos de compromisso por parte do empreendedor.

Foi identificada a presença de três espécies da flora listadas como raras na Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas (Portaria IBAMA n° 37 de 1992) e Portaria MMA n° 148/2022 - *Myrocarpus frondosus* (cabreúva); *Cedrela fissilis* (cedro); *Machaerium paraguariense* (jacarandá). Como medida compensatória será realizado o plantio de 680 mudas de espécies ameaçadas de extinção em uma área de 10.880 m². Além dessas compensações também deverá ser realizada a reposição pelo volume suprimido, a qual será realizada através da aquisição de créditos de reposição.

Para a fauna, a supressão da vegetação e os incômodos oriundos da construção civil provocará afugentamento e distúrbios, como por exemplo a perda de habitats, atropelamentos, competição por recursos e dispersão forçada. Para evitar atropelamentos e danos mais severos aos animais, indicou-se medidas e ações ambientais, como o resgate faunístico e a condução adequada dos veículos, especialmente envolvidos com o empreendimento, além do monitoramento durante a implantação e operação do empreendimento. Atenção especial deve ser dada as situações que envolverem espécies consideradas ameaçadas de extinção.

Durante o levantamento primário de fauna terrestre foram registradas: 01 espécie de abelha, 13 espécies de anfíbios, 02 espécies de répteis, 108 espécies de aves e 16 espécies de mamíferos. Não foram registradas espécies classificadas como ameaçadas de extinção. Com relação a sensibilidade das espécies às alterações ambientais, classificou-se apenas a *Lontra longicaudis* como de alta sensibilidade, pela mesma ser associada a ambientes aquáticos e ripários, que serão os ambientes mais impactados pela construção da CGH.

Quanto à ictiofauna, o principal impacto observado diz respeito à implantação do barramento que criará uma barreira física para as espécies, além da formação do trecho de

vazão reduzida, que em caso de períodos de secas extremas pode impactar a ictiofauna local com a redução da vazão. Foram registradas 12 espécies de peixes durante o levantamento primário. Ressalta-se que não foram identificadas espécies migradoras ou ameaçadas de extinção no levantamento realizado no Arroio Guaçu, ainda, as próprias corredeiras/cachoeiras visualizadas no rio já formam uma barreira natural para peixes migratórios. Cabe apontar também a ausência de reservatório deste empreendimento, não criando, portanto, um ambiente seletivo para a ictiofauna.

Ao longo do trecho de amostragem no Arroio Guaçu, diferentes assembleias de macroinvertebrados aquáticos podem ocorrer e, que possuem relações diretas com as condições ambientais registradas, principalmente as que estão relacionadas as ações antrópicas. Ressalta-se a importância do registro da espécie *Corbicula* sp. em virtude da possibilidade de ser uma das espécies exóticas. Esta espécie se destaca por ter característica de invasora e, em muitos casos estar associada a prejuízos econômicos em empreendimentos hidrelétricos.

Analisando os impactos socioeconômicos oriundos da implantação do empreendimento, há impactos positivos para o município de Quatro Pontes, haja vista que se aumenta a arrecadação pelos tributos, aumento da movimentação de pessoas e empresas e aumento dos postos de serviços. Os impactos negativos são de amplitude baixa, tendo em vista que somente duas propriedades serão atingidas pelas estruturas definitivas da obra, nenhuma família terá de ser realocada e que já foi firmado contrato de direito de superfície com os proprietários logo no início dos estudos. Além do mais, as áreas selecionadas para bota-fora são compostas de pastagens e áreas abertas, inclusive a área da Prefeitura de Quatro Pontes já é utilizada para tal fim, em declaração firmada entre o empreendedor e a prefeitura acordou-se que a mesma utilizará partes do material depositado em bota-fora.

Não obstante, o empreendimento não interferirá sobre nenhuma estrutura pública, quer seja, rede de energia, estradas, escolas, comunidades, unidades de saúde ou estruturas de turismo, lazer ou regilião. Isso porque, a CGH será implantada em uma área privada, cujos acessos se derão por acessos vicinais e por estradas internas, com impactos praticamente nulos a comunidade do entorno. Ratifica-se a presença de um ponto de captação de água para aquicultura no trecho de vazão reduzida, sendo que para o mesmo, conforme acordo já firmado entre as partes, será realizada a troca do ponto de captação para o canal adutor, não havendo prejuízos ou impactos negativos para os proprietários da terra atingida.

Verificou-se, portanto, que os diferentes impactos identificados, se tratados adequadamente através da implementação dos programas ambientais previstos, poderão ser mitigados ou compensados de forma satisfatória, garantindo a viabilidade socioambiental do empreendimento.

Portanto, a CGH Giacomini apresenta viabilidade ambiental. Todavia, necessita-se a implementação e execução das medidas e programas enfatizados e recomendados neste estudo, os quais são fundamentais para implantação deste empreen dimento hidrelétrico dentro dos níveis toleráveis de interferência ao meio ambiente, respeitando os recursos naturais e princípios de conservação ambiental. De igual forma, todas as condicionantes que venham a ser impostas pelo órgão ambiental devem ser consideradas e concretizadas de maneira a maximizar a gestão ambiental, reduzindo ou neutralizando os impactos que ocorreram na instalação e operação deste empreendimento hidrelétrico.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLOWAY, B. J.; AYRES, D. C. Chemical Principles of Environmental Pollution, 2. ed., Ed. Chapman & Hall: Nova Iorque, 1997, 441p.

ARAUJO, L. M.; FRANÇA, A. B.; POTTER, P.E. Hydrogeology of the Mercosul aquifer system in the Paraná anda Chaco-Paraná basins, South America, and comparison with the Navajo-Nugget Aquifer System, USA. Hydrogel J. 7, 317-336, 1999.

BONOTTO, D. M. Hydro(radio) chemical relationships in the giant Guarani Aquifer, Brazil. J. of Hydrol. 323, 353-386, 2006.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf . Acesso em 19 fev. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Indicadores Demográficos. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqa06.htm. Acesso em: janeiro de 2023.

BROETTO, TIAGO; TORNQUIST, CARLOS GUSTAVO; CAMPOS, BEN-HUR COSTA DE; SCHNEIDER, Júlio Cézar. Relationships between Agriculture, Riparian Vegetation, and Surface Water Quality in Watersheds. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 41, p. 1-13, 2017.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos. 5. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: LTC, v. 1 219 p., 1988.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2006 – Anexo 5 – Índices de qualidade das águas. Séries Relatórios – Secretaria de Estado do Meio Ambiente – CETESB 2007, 327 p.

CETESB, 2008. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Índices de Qualidade das Águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo – SP. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br

CETESB, 2010. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/34-Variáveis-de-Qualidade-das-Águas. Acesso em 03 de mar de 2022.

CLETO, C. I. T. P. O alumínio na água de consumo humano. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008.

CRÓSTA, A.P.; FURUIE, R.A.; SCHRANK, A.; KAZZUO-VIEIRA, C. Astroblema de Vista Alegre, PR: *in* Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, Brasília, CPRM, 332 pg., 2013.

ESTEVES, F. A. (Org.) Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2011. 826 p.

FEIDEN, A. Uso Agropecuário. In: ARMIN FEIDEN (Paraná) (org.). Plano da Bacia Hidrográfica do Paraná 3: uso e ocupação do solo. Cascavel: Unioeste, 2014. Cap. 6. p. 1-85.

FIOCRUZ. PR – Trabalhadores rurais sem terra reivindicam imóvel em poder da Araupel S.A. para destiná-lo à Reforma Agrária. Disponível em: http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/pr-trabalhadores-rurais-sem-terra-reivindicam-imovel-em-poder-da-araupel-s-a-para-destina-lo-a-reforma-agraria/#sintese. Acesso em: 05 maio 2022.

FREITAS, C. M.; ROCHA, V. (Org.). Agentes locais em desastres naturais: defesa civil e saúde na redução de riscos: livro do aluno. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2014.

GALLI, A; DE SOUZA, D.; MACHADO, S. A. S. Pendimethalin determination in natural water, baby food and river sediment samples using electroanalytical methods. Microchemical Journal 2011, 98, 135.

GILBERT, L. E. Food web organization and the conservation of neotropical diversity. In: Soulé, M. E. & Wilcox, B. A. (eds.). Conservation Biology, an evolutionaryecological perspective. Sunderland, Sinauer, p 11-33. 1980.

GIRARDI, Rubia; PINHEIRO, Adilson; GARBOSSA, Luis Hamilton Pospissil; TORRES, Édson. Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil. Rbrh, v. 21, n. 3, p. 514-524, set. 2016.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T. & SOARES, J.H.P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 5, p.558-63, 2012.

HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS (Rio de Janeiro). Emprapa Solos. Nitossolos Vermelhos. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-ibcs/nitossolos/nitossolos-vermelhos. Acesso em: 14 abr. 2023

IAT. ICMS Ecológico. 2022. Disponível em: https://geopr.iat.pr.gov.br/portal/apps/opsdashboard/index.html#/bbc07ba5704d4635b65c2b1fc10c8c92. Acesso em: 05 maio 2022.

IAT. Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos. Versão 10.2.2. 2021. Disponível em: http://www.sigarh.iat.pr.gov.br/sigarh-gis/index.xhtml. Acesso em: 05 maio 2022.

IBGE, Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html. Acesso em: abril de 2022.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Guarani. Curitiba, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: abril de 2022.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Indicadores ambientais por bacias hidrográficas do estado do Paraná. Curitiba, 95 pg., 2007.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Perfil do Município de Ouro Verde do Oeste. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=187&btOk=ok. Acesso: março de 2023.

KEATING, M.H.; MAHAFFEY, K.R.; SCHOENY, R.; RICE, G.E.; BULLOCK, O.R. Mercury Study Report to Congress; Volume I. Executive Summary. 1997.

KLEIN, R.M. Reófitas no Estado de Santa Catarina, Brasil. Anais da Sociedade Botânica do Brasil. XXX Congresso Nacional de Botânica, Campo Grande, MS-21 a 27 de janeiro, p.159-169, 1979.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIANG, DIWEN.; WANG, QING.; WEI, NAN.; TANG, CHANGKUAN.; SUN, XIAN.; YANG, YUFENG. Biological indicators of ecological quality in typical urban river-lake ecosystems: the planktonic rotifer community and its response to environmental factors. Ecological Indicators, v. 112, p. 106127, 2020

LICHT, O. A. B. e ARIOLI, E. E. Mapa Geológico do Grupo Serra Geral no Estado do Paraná Curitiba: ITCG, 2018.

LIMONT, M.; MULLER, C.; SOARES, N. (org.). Ações de governança territorial da Rede Gestora do Corredor de Biodiversidade do Rio Paraná. Porto Alegre: Instituto Curicaca, pg. 43, 2015.

MAAVARA, Taylor; CHEN, Qiuwen; VAN METER, Kimberly; BROWN, Lee E.; ZHANG, Jianyun; NI, Jinren; ZARFL, Christiane. River dam impacts on biogeochemical cycling. **Nature Reviews Earth & Environment**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 103-116, fev. 2020.

MELLO, Kaline de; TANIWAKI, Ricardo Hideo; PAULA, Felipe Rossetti de; VALENTE, Roberta Averna; RANDHIR, Timothy O.; MACEDO, Diego Rodrigues; LEAL, Cecília Gontijo; RODRIGUES, Carolina Bozetti; HUGHES, Robert M.. Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal Of Environmental Management**, v. 270, p. 1-16, set. 2020.

MENDES, Kassio Ferreira; RÉGO, Ana Paula Justiniano; TAKESHITA, Vanessa; TORNISIELO, Valdemar Luiz. In: Water Resource Pollution by Herbicide Residues. Biochemical Toxicology - Heavy Metals And Nanomaterials (Org. Sibi Raj and Dhruv Kumar), p. 2-16, 29 jul. 2020.

MMA. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade Brasileira: 2ª atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade 2018. 2ª Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade 2018. Disponível em: http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias. Acesso em: 05 maio 2022.

MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Metais Pesados Provenientes de Rejeitos de Mineração e Seus Efeitos Sobre a Saúde e o Meio Ambiente. Universitas: Ciência da Saúde, v. 4, n. 1 / 2, p. 83-100, 2006.

NHMRC - National Health and Medical Research Council. Natural Resource Management Ministerial Council – NRMMC. (2018). Australian drinking water guidelines 6: version 3.5 updated august 2018.

OURO VERDE DO OESTE – História do Município. 2023. Disponível em: https://ouroverdedooeste.atende.net/cidadao/pagina/historia-do-municipio. Acesso em: 08 mar. 2023.

PARANÁ. Município de Ouro Verde do Oeste. Memórias de Ouro Verde do Oeste: 1959-1965 / José Augusto Colodel (Col.); Cleusa Heck; Jéferson Tiago Pontille, Luiza Lúcia da Cruz Alves (orgs.). – Ouro Verde do Oeste: Editora e Gráfica Benacchio, 2017. 214 pg.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em março de 2022 através do link: https://mapbiomas.org/.

ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; SILVA, T. M. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.4, p.431-436, 2014.

ROSTAMI, Sajjad; HE, Jianxun; HASSAN, Quazi. Riverine Water Quality Response to Precipitation and Its Change. Environments, v. 5, n. 1, p. 8-18, 2018.

SALAMUNI, R.; SALAMUNI, E.; ROCHA, L.A.; ROCHA, A.L. Parque Nacional do Iguaçu, PR: *in* Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – Volume I, Brasília, DNPM, 554 pg., 2002.

SANEPAR. Três Barras do Paraná discute ampliação de esgoto com Sanepar. 2017. Disponível em: https://site.sanepar.com.br/noticias/tres-barras-do-parana-discute-ampliacao-de-esgoto-com-sanepar. Acesso em: 05 maio 2022.

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, 2006.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Avaliação das disponibilidades hídricas, eventos críticos e monitoramento do uso de recursos hídricos. pg. 175, 2010.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacias Hidrográficas do Paraná. PEREIRA, M.C.B., SCROCCARO, J. L (Org.). Curitiba, 2ª edição, 140 pag., 2013.

SIAGAS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. 2022. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/. Acesso em: 05 maio 2022.

SIAGRO – Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Estado do Paraná. Disponível em: http://www.saude.ufpr.br/portal/observatorio/monitoramento/dados-por-municipio/. Acesso em: abril de 2022.

SILVA, ALEF, JONATHAN, DA.; MORAIS, JÚNIOR, CLÁUDIO, SIMÕES, DE.; SANTOS, FELIPE, ANTONIO, DOS.; SILVA, SUSANE, MARIA, FRAGOSO, DA.; SILVA, TATIANE, BERTA, DA.; MELO, JÚNIOR, MAURO, DE.; MELO, VIVIANE,

LÚCIA, DOS SANTOS, ALMEIDA, DE. Rotífera de reservatórios com diferentes exposições antrópicas em um fragmento protegido de Mata Atlântica. Oecologia Australis, v. 23, n. 02, p. 333-345, 2019

SMEWW, 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª edição. Washington (DC), 2017.

SUDERHSA. Cadastro de Recursos Hídricos. Curitiba: SUDERHSA, 2010.

SUDERHSA. Plano de Bacia Hidrográfica do Paraná 3 – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas. Cascavel, 2014.

TOMAZONI, J.C. Morfodinamica e transporte fluvial no sudoeste do Estado do Paraná por método de levantamento de microbacias hidrográficas através de geoprocessamento. Tese de Doutourado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Curitiba, 2003.

VIANA, L. G.; DIAS, D. F. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; OLIVEIRA, M. M. Qualidade das águas da Lagoa do Taí, em São João da Barra, RJ. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v.7, n.1, p. 139-51, 2013.

VIEIRA, M.G.; STEINKE, G.; ARIAS, J. L.O.; PRIMEL, E.G.; CABRERA, L.C.C. Avaliação da contaminação por agrotóxicos em mananciais de municípios da região sudoeste do Paraná. Rev. Virtual Quim., 9(5), 1800-1812, 2017.

WINGE, M. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil / Editores Manfredo Winge et al. Brasília: CPRM, 332 p., v.3, 2013.

12 ANEXOS

Anexo 01 – Laudos de Qualidade de Água

Anexo 02 – Dados secundários entomofauna

Anexo 03 – Dados secundários anfíbios

Anexo 04 – Dados secundários répteis

Anexo 05 – Dados secundários avifauna

Anexo 06 – Dados secundários mastofauna

Anexo 07 – Dados secundários invertebrados aquáticos

Anexo 08 – Dados secundários ictiofauna

Anexo 09 – Dados secundários flora

Anexo 10 – FCA IPHAN

Anexo 11 – Mapa de levantamento de fauna

Anexo 12 – Autorização de fauna

Anexo 13 – Dados brutos de fauna

Anexo 14 – Projeto básico

Anexo 15 – Outorga prévia

Anexo 16 – Contrato de direito de superfície

Anexo 17 – Memorial da rampa de lavação

Anexo 18 – PGRCC

Anexo 19 – Memorial do tratamento de efluentes

Anexo 20 – Projeto de rampa de lavação

Anexo 21 – Projeto de tratamento de efluentes

Anexo 22 – Declaração de anuência do município

Anexo 23 – Matrículas

24 – CAR

25 – Comprovante de supressão

Anexo 26 – Declaração de outorga proprietários