

ESTUDO *de* IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME 1



PCH ÁGUA LIMPA

dezembro | 2011

**MULTIFASE – CENTRAIS DE ENERGIA DO BRASIL LTDA.
CURITIBA – PR**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
PCH Água Limpa**

VOLUME 1

Dezembro/2011



1.	<u>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</u>	16
1.1.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	16
1.2.	DADOS DA ÁREA E LOCALIZAÇÃO	17
1.3.	EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS AMBIENTAIS	25
1.4.	IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR	26
2.	<u>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</u>	31
2.1.	APRESENTAÇÃO DO PROPONENTE	31
2.2.	APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	32
2.2.1.	OBJETIVOS	41
2.2.2.	JUSTIFICATIVAS	42
2.2.3.	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	48
2.2.3.1.	Barramento	51
2.2.3.2.	Vertedouro	53
2.2.3.3.	Circuito de Geração (Canal de Adução, Tomada d'água e Casa de Força)	54
2.2.3.4.	Reservatório	57
2.2.3.4.1.	Vida Útil	58
2.2.3.4.2.	Condições de Enchimento do Reservatório	59
2.2.3.4.3.	Tempo de Residência	60
2.2.3.4.4.	Remanso	61
2.2.3.5.	Desvio do Rio	61
2.2.3.6.	Equipamento e Sistemas Eletromecânicos	64
2.2.3.7.	Subestação e Interligação	65
2.2.3.8.	Construções Especiais	67
2.2.3.9.	Logística de Abastecimento à Obra	67
2.2.3.10.	Materiais de Construção	69
2.2.3.11.	Requisitos e Obras de Infraestrutura	73
2.2.3.12.	Sequência Construtiva	74
2.2.3.13.	Cronograma de Construção	75
2.2.3.14.	Mão de Obra Necessária	77
2.2.4.	HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	77
2.2.5.	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS	81
2.2.5.1.	Alternativas locacionais	81
2.2.5.1.1.	Alternativa 1 – Projeto Básico da Copel (a montante):	84
2.2.5.1.2.	Alternativa 2 – Projeto Básico da Copel (a jusante)	87

2.2.5.1.3. Alternativa 3 – Alternativa 2 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento	89
2.2.5.1.4. Alternativa 4 – Alternativa 1 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento	92
2.2.5.1.5. Alternativa de não realização do empreendimento	94
2.2.5.1.6. Metodologia de avaliação	95
2.2.5.2. Alternativa tecnológica	100
2.3. INSTRUMENTOS LEGAIS E NORMATIVOS APLICÁVEIS	102
2.3.1. LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA PCH	103
<u>3. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA</u>	<u>111</u>
3.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII	111
3.1.1. MEIOS FÍSICO E BIÓTICO	111
3.1.2. MEIO SOCIOECONÔMICO	112
3.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID	114
3.2.1. MEIOS FÍSICO E BIÓTICO	114
3.2.2. MEIO SOCIOECONÔMICO	116
3.3. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA – ADA	119
<u>4. DEFINIÇÃO DA ÁREA DO RESERVATÓRIO</u>	<u>121</u>
4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	125
<u>5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PROGNÓSTICO AMBIENTAL TEMÁTICO</u>	<u>139</u>
5.1. MEIO FÍSICO	139
5.1.1. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	139
5.1.1.1. Metodologia Aplicada	139
5.1.1.2. Classificação Climática	141
5.1.1.3. Circulação Atmosférica	143
5.1.1.4. Temperatura	150
5.1.1.5. Precipitação	152
5.1.1.6. Umidade Relativa do Ar	156
5.1.1.7. Evaporação	157
5.1.1.8. Insolação	158
5.1.1.9. Balanço Hídrico	160
5.1.2. GEOLOGIA, GEOTECNIA, GEOMORFOLOGIA, PEDOLOGIA, SISMOLOGIA E RECURSOS MINERAIS	163
5.1.2.1. Geologia	163
5.1.2.1.1. Bacia do Paraná	163
5.1.2.1.2. Bacia Bauru	165
5.1.2.1.3. Coberturas Cenozóicas e Aluvionares	166

5.1.2.2.	Geomorfologia	167
5.1.2.2.1.	Terceiro Planalto Paranaense	167
5.1.2.3.	Pedologia	171
5.1.2.3.1.	Caracterização dos Solos da Área de Influência Indireta	172
5.1.2.4.	Caracterização de Aspectos Locais	179
5.1.2.4.1.	Aspectos Estruturais	179
5.1.2.4.2.	Geotecnia	179
5.1.2.4.3.	Estabilidade Geológica da AID	180
5.1.2.4.4.	Materiais para Construção	181
5.1.2.4.5.	Recursos Minerais e Direitos Minerários	184
5.1.2.4.6.	Caracterização de Potencial Espeleológico da AID	184
5.1.2.4.7.	Caracterização Sismoestratigráfica	185
5.1.2.4.8.	Áreas Degradadas	186
5.1.2.5.	Potencial Erosivo dos Solos da AID e Susceptibilidade Geopedológica	187
5.1.2.6.	Aptidão Agrícola dos Solos da AID	191
5.1.2.7.	Caracterização Geotectônica	193
5.1.2.7.1.	Histórico de Sismicidade	194
5.1.2.7.2.	Sismicidade Induzida	195
5.1.3.	RECURSOS HÍDRICOS	196
5.1.3.1.	Águas superficiais	196
5.1.3.1.1.	Bacia Hidrográfica do Rio Goio-Erê	196
5.1.3.1.2.	Dados Fluviométricos	200
5.1.3.1.3.	Dados de Vazões Mensais para a PCH Água Limpa	202
5.1.3.1.4.	Curvas de Permanência	205
5.1.3.1.5.	Estudo de Vazões Extremas	206
5.1.3.1.6.	Outros Usos da Água	208
5.1.3.1.7.	Identificação das Estruturas Hidráulicas da Bacia	211
5.1.3.2.	Sedimentologia	211
5.1.3.3.	Águas Subterrâneas	213
5.1.3.3.1.	Aquífero Serra Geral	214
5.1.3.3.2.	Aquífero Caiuá	215
5.1.3.3.3.	Aquífero Aluvionar	216
5.1.3.3.4.	Aquíferos Confinados	216
5.1.3.3.5.	Aquífero Freático	217
5.1.3.3.6.	Influência do Reservatório sobre a Hidrodinâmica do Fluxo Subterrâneo na AID	217
5.1.3.3.7.	Fontes de Contaminação dos Aquíferos	218
5.1.3.4.	Qualidade da Água	220
5.1.3.4.1.	Fontes poluidoras da área de influência indireta	223

5.1.3.4.2.	Qualidade da água dos mananciais de abastecimento público da bacia do Piquiri	227
5.1.3.4.3.	Avaliação de dados primários de qualidade da água	232
5.1.4.	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	262
5.1.4.1.	Emissões de CO ₂	263
5.1.4.2.	Emissões de CH ₄	265
5.1.5.	RUÍDOS	269
5.1.6.	PROGNÓSTICO AMBIENTAL TEMÁTICO DO MEIO FÍSICO	276
5.2.	MEIO BIÓTICO	278
5.2.1.	ECOSSISTEMAS TERRESTRES	278
5.2.1.1.	Flora	278
5.2.1.1.1.	Vegetação Original	279
5.2.1.1.2.	Vegetação Atual	282
5.2.1.1.3.	Estimativa das áreas de supressão	324
5.2.1.2.	Fauna	325
5.2.2.	ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS	337
5.2.2.1.1.	Vetores	342
5.2.3.	AMBIENTES ECOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVOS	361
5.2.3.1.	Áreas Prioritárias para a Conservação (APCs)	365
5.2.4.	PROGNÓSTICO AMBIENTAL TEMÁTICO DO MEIO BIÓTICO	368



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.	17
FIGURA 2 – MUNICÍPIOS LINDEIROS AO RESERVATÓRIO E DETALHES DAS ESTRUTURAS DO EMPREENDIMENTO.	18
FIGURA 3 – LIMITES DA ÁREA DA PCH ÁGUA LIMPA.	34
FIGURA 4 – MAPA DE ACESSOS À PCH ÁGUA LIMPA.	37
FIGURA 5 – PARTICIPAÇÃO % DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO TOTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DE CADA SETOR NO BRASIL – 2009.	44
FIGURA 6 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE RAMOS INDUSTRIAIS NO BRASIL – 2009	45
FIGURA 7 – PARTICIPAÇÃO EM % DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO TOTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DE CADA RAMO INDUSTRIAL NO BRASIL – 2009.	46
FIGURA 8 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS DIVERSOS TIPOS DE FONTE (% DE CAPACIDADE INSTALADA)	48
FIGURA 9 – DIVISÃO DE QUEDAS DO RIO GOIO-ERÊ.	49
FIGURA 10 - ARRANJO GERAL DAS ESTRUTURAS DA PCH ÁGUA LIMPA.	50
FIGURA 11 -PLANTA E VISTA MONTANTE DO BARRAMENTO.	52
FIGURA 12 - CORTES TÍPICOS - BARRAGEM DE TERRA E DE CONCRETO.	53
FIGURA 13 - CORTE DO VERTEDOURO	54
FIGURA 14 – CIRCUITO DE GERAÇÃO - CORTE TRANSVERSAL.	56
FIGURA 15 - CASA DE FORÇA - CORTE TRANSVERSAL	56
FIGURA 16 - POSIÇÃO DAS TURBINAS	57
FIGURA 17 - ADUFAS – PLANTA.	63
FIGURA 18 - ESTRUTURAS DE DESVIO - CORTE LONGITUDINAL.	63
FIGURA 19 - SUBESTAÇÃO ELEVADORA – PLANTA	66
FIGURA 20 - SUBESTAÇÃO CHAVEAMENTO - PLANTA	67
FIGURA 21 - LOCALIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS.	69
FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO DOS PROJETOS DE PCHS IDENTIFICADAS PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	79
FIGURA 23 – ALTERNATIVA 1 (BASEADO NA ALTERNATIVA SELECIONADA NO PROJETO BÁSICO).	86
FIGURA 24 – ALTERNATIVA 2.	88
FIGURA 25 – ALTERNATIVA 3.	91
FIGURA 26 – ALTERNATIVA 4.	93
FIGURA 27 – ÁREAS DE INFLUÊNCIA INDIRETA.	113
FIGURA 28 – ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DOS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO.	115
FIGURA 29 – MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA PCH ÁGUA LIMPA.	117
FIGURA 30 – PROPRIEDADES QUE COMPÕEM A AID RESTRINGIDA.	118
FIGURA 31 – ÁREA DIRETAMENTE AFETADA DA PCH ÁGUA LIMPA.	120

FIGURA 32 - REMANSO NA PCH ÁGUA LIMPA: NÍVEIS (M) NO DIA DO LEVANTAMENTO ALTIMÉTRICO, PARA TR = 5, 100 E 1000 ANOS SEM BARRAGEM (SB) E COM BARRAGEM (CB).	123
FIGURA 33 - CURVAS COTA-ÁREA E COTA-VOLUME PARA RESERVATÓRIO DA PCH ÁGUA LIMPA.	124
FIGURA 34 – LEITO NATURAL DO RIO GOIO-ERÊ E RESPECTIVA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.	127
FIGURA 35 – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RESERVATÓRIO DA PCH ÁGUA LIMPA.	132
FIGURA 36 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 266265E; 7335500N (UTM22S), A 60 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	133
FIGURA 37 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 266568E; 7335891N (UTM22S), A 100 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	134
FIGURA 38 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 266461E; 7335958N (UTM22S), A 100 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	134
FIGURA 39 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 266136E; 7336128N (UTM22S), A 100 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	135
FIGURA 40 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 266544E; 7336524N (UTM22S), A 60 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	135
FIGURA 41 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 267110E; 7336519N (UTM22S), A 100 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	136
FIGURA 42 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 267159E; 7337989N (UTM22S), A 50 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	136
FIGURA 43 – RESIDÊNCIA E INFRAESTRUTURA DE APOIO À ATIVIDADE PRODUTIVA LOCALIZADA NAS COORDENADAS 267304E; 7337882N (UTM22S), A 70 M DO RESERVATÓRIO, NO MUNICÍPIO DE MARILUZ.	137
FIGURA 44 – LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DA REGIÃO (ESTAÇÃO DE UMUARAMA) E ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS CONSULTADAS.	140
FIGURA 45 - MAPA DA CLASSIFICAÇÃO DE KÖEPPEN PARA O ESTADO DO PARANÁ, COM DETALHE PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	142
FIGURA 46 - MAPA DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO IBGE PARA O ESTADO DO PARANÁ, COM DETALHE PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	142
FIGURA 47 – (A) CIRCULAÇÃO GERAL ATMOSFÉRICA IDEALIZADA; (B) DISTRIBUIÇÃO ZONAL REAL DA PRESSÃO CAUSADA PELA DISTRIBUIÇÃO DOS CONTINENTES.	143
FIGURA 48 – SÉRIE DE VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO DE 2005 A 2010 PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	147
FIGURA 49 – VARIABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO AO LONGO DO ANO.	147
FIGURA 50 – FREQUÊNCIA RELATIVA DA DIREÇÃO DO VENTO PARA ESTAÇÃO DE UMUARAMA CONSIDERANDO DADOS MENSAIS NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2005 A DEZEMBRO DE 2010.	148

FIGURA 51 – VARIAÇÃO NA FREQUÊNCIA RELATIVA DA DIREÇÃO DO VENTO PARA ESTAÇÃO DE UMUARAMA ENTRE OS ANOS DE 2005 A 2010.	149
FIGURA 52 – VARIAÇÃO NA FREQUÊNCIA RELATIVA DA DIREÇÃO DO VENTO PARA ESTAÇÃO DE UMUARAMA ENTRE OS MESES DE JANEIRO A JUNHO.	149
FIGURA 53 – VARIAÇÃO NA FREQUÊNCIA RELATIVA DA DIREÇÃO DO VENTO PARA ESTAÇÃO DE UMUARAMA ENTRE OS MESES DE JULHO A DEZEMBRO.	150
FIGURA 54 – SÉRIE DE TEMPERATURA DE 2005 A 2010 PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	151
FIGURA 55 – VARIABILIDADE DA TEMPERATURA AO LONGO DO ANO.	152
FIGURA 56 – SÉRIE DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	153
FIGURA 57 - SÉRIE DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	154
FIGURA 58 – VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO AO LONGO DO ANO NA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	154
FIGURA 59 - TOTAL MÉDIO DE DIAS COM CHUVA NA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	155
FIGURA 60 – SÉRIE UMIDADE RELATIVA MÉDIA DE 2005 A 2010 PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	156
FIGURA 61 – VARIABILIDADE DA UMIDADE RELATIVA AO LONGO DO ANO.	157
FIGURA 62 – VARIABILIDADE DA EVAPORAÇÃO AO LONGO DO ANO NA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	158
FIGURA 63 – VARIABILIDADE DA INSOLAÇÃO AO LONGO DO ANO NA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ.	159
FIGURA 64 – BALANÇO HÍDRICO NORMAL MENSAL PARA O MUNICÍPIO DE UMUARAMA.	161
FIGURA 65 – DEFICIÊNCIA, EXCEDENTE, RETIRADA E REPOSIÇÃO HÍDRICA AO LONGO DO ANO PARA O MUNICÍPIO DE UMUARAMA.	162
FIGURA 66 – COLUNA ESTRATIGRÁFICA SIMPLIFICADA PARA A ÁREA AVALIADA.	164
FIGURA 67 – PERFIL A-B COM EXAGERO VERTICAL.	170
FIGURA 68 – LOCALIZAÇÃO DO PERFIL A-B.	171
FIGURA 69 – EXECUÇÃO DA SONDAGEM ST-01.	175
FIGURA 70 – EXECUÇÃO DA SONDAGEM ST-02.	176
FIGURA 71 – MAGNETISMO OBSERVADO NA AMOSTRA DE SOLO NA ST-02.	176
FIGURA 72 – EXECUÇÃO DA SONDAGEM ST-03.	177
FIGURA 73 – EXECUÇÃO DA SONDAGEM ST-04.	178
FIGURA 74 – EXECUÇÃO DA SONDAGEM ST-05.	178
FIGURA 75 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SOLO E FORMAÇÃO SERRA GERAL NA AID (FIGURA ESQUEMÁTICA HIPOTÉTICA, SEM ESCALA).	186
FIGURA 76 - CURVA-CHAVE DA ESTAÇÃO FAZENDA UBERABA.	201
FIGURA 77 - CURVAS-CHAVE PARA A ESTAÇÃO Balsa do GOIO-ERÊ – 1963-1988 e 1988-2009.	202
FIGURA 78 - SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA O LOCAL DA PCH ÁGUA LIMPA.	204
FIGURA 79 - ESTATÍSTICAS DAS VAZÕES MENSAIS PARA O LOCAL DA PCH ÁGUA LIMPA.	204
FIGURA 80 - CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	205
FIGURA 81 - RESUMO DE OUTORGAS POR TIPO PARA OS MUNICÍPIOS BANHADOS PELO RIO GOIO-ERÊ.	210

FIGURA 82 - CURVA-CHAVE DE VAZÃO SÓLIDA X VAZÃO LÍQUIDA PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	212
FIGURA 83 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO RIO PIQUIRI E RIO GOIO-ERÊ E SEUS RESPECTIVOS IQA.	222
FIGURA 84 – LOCALIZAÇÃO DA ETE DO MUNICÍPIO DE ALTO PIQUIRI EM RELAÇÃO À ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO EMPREENDIMENTO.	224
FIGURA 85 – LOCALIZAÇÃO DA ETE DO MUNICÍPIO DE MARILUZ EM RELAÇÃO A ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO EMPREENDIMENTO.	225
FIGURA 86 – LOCALIZAÇÃO DA ETE DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA.	226
FIGURA 87 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE ASSIS CHATEAUBRIAND.	228
FIGURA 88 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE IPORÃ NO RIO XAMBRÊ.	229
FIGURA 89 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE ALTO PIQUIRI EM RELAÇÃO À AII DO EMPREENDIMENTO.	230
FIGURA 90 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO OESTE.	231
FIGURA 91 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ÁGUA.	233
FIGURA 92 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 01, COM QUEDA D' ÁGUA AO FUNDO.	236
FIGURA 93 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 02, COM VESTÍGIOS DA PONTE E DRENO LOCALIZADO NA ANTIGA BASE DA PONTE.	236
FIGURA 94 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 03, COM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DESCARACTERIZADA.	237
FIGURA 95 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 04, COM ÁGUA DE ASPECTO TURVO.	238
FIGURA 96 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 5, COM VEGETAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DESCARACTERIZADA.	238
FIGURA 97 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE AMOSTRAGEM 6, COM VEGETAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DESCARACTERIZADA E SOLO EXPOSTO.	239
FIGURA 98 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS PARA PH.	241
FIGURA 99 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS PARA CONDUTIVIDADE.	242
FIGURA 100 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS PARA OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD).	243
FIGURA 101 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS PARA TURBIDEZ.	244
FIGURA 102 – TEMPERATURA DA ÁGUA PARA OS PONTOS AMOSTRADOS.	245
FIGURA 103 – GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO).	246
FIGURA 104 – GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO).	247
FIGURA 105 – GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA NITROGÊNIO TOTAL.	248
FIGURA 106 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA NITRITO.	248
FIGURA 107 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA NITRATO.	249
FIGURA 108 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA NITROGÊNIO AMONÍACAL.	250
FIGURA 109 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA NITROGÊNIO ORGÂNICO.	250

FIGURA 110 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA DUREZA TOTAL.	252
FIGURA 111 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA COR VERDADEIRA.	253
FIGURA 112 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS.	253
FIGURA 113 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA SÓLIDOS TOTAIS.	254
FIGURA 114 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA CLOROFILA-A.	254
FIGURA 115 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA COLIFORMES TERMOTOLERANTES.	255
FIGURA 116 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA E. COLI.	256
FIGURA 117 - GRÁFICO REFERENTE AOS RESULTADOS DA AMOSTRA PARA COLIFORMES TOTAIS.	257
FIGURA 118 - INDICAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO SOBRE ORTOFOTO.	271
FIGURA 119 – REGISTROS DE NÍVEL DE PRESSÃO SONORA NO PONTO PRD1, EM INTERVALOS DE 01 SEGUNDO.	272
FIGURA 120 – REGISTROS DE NÍVEL DE PRESSÃO SONORA NO PONTO PRD2, EM INTERVALOS DE 01 SEGUNDO.	272
FIGURA 121 – REGISTROS DE NÍVEL DE PRESSÃO SONORA NO PONTO PRN1, EM INTERVALOS DE 01 SEGUNDO.	273
FIGURA 122 – REGISTROS DE NÍVEL DE PRESSÃO SONORA NO PONTO PRN2, EM INTERVALOS DE 01 SEGUNDO.	273
FIGURA 123 – ASPECTO DA TRENA NO CENTRO DA UNIDADE AMOSTRAL.	283
FIGURA 124 – COLETA DE DADOS DE CAMPO EM FICHA PADRONIZADA.	287
FIGURA 125 – ASPECTO GERAL DO MOSAICO FLORÍSTICO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.	294
FIGURA 126 – ASPECTO DE ESTÁGIO INICIAL HERBÁCEO-ARBUSTIVO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.	296
FIGURA 127 – PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS DAS 10 PRINCIPAIS FAMÍLIAS BOTÂNICAS PRESENTES NO ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	298
FIGURA 128 – ASPECTO DE ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL COM <i>SEBASTIANIA COMMERSONIANA</i> .	299
FIGURA 129 – VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI) DAS 10 PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES NO ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	299
FIGURA 130 – ASPECTO DE ESTÁGIO MÉDIO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA MARGEM DO RIO GOIO-ERÊ.	302
FIGURA 131 – PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS DAS 10 PRINCIPAIS FAMÍLIAS BOTÂNICAS PRESENTES NO ESTÁGIO MÉDIO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	305
FIGURA 132 – VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI) DAS 10 PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES NO ESTÁGIO MÉDIO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	306
FIGURA 133 – ASPECTO DE EXEMPLARES DE <i>CAMPYLOCENTRUM AROMATICUM</i> OBSERVADO NA ADA.	309
FIGURA 134 – ASPECTO DE EXEMPLARES DE <i>COPPENSIA FLEXUOSA</i> OBSERVADO NA ADA.	310
FIGURA 135 – ASPECTO DE EXEMPLAR DE <i>PLEUROTHALLIS</i> SP. OBSERVADO NA ADA.	310

FIGURA 136 – ASPECTO DE EXEMPLAR DE <i>TILLANDSIA GEMINIFLORA</i> OBSERVADO NA ADA.	311
FIGURA 137 – ASPECTO DE EXEMPLAR DE <i>AECHMEA</i> SP. OBSERVADO NA ADA.	311
FIGURA 138 – ASPECTO DE EXEMPLAR DE <i>LEPISMIUM WARMINGIANUM</i> OBSERVADO NA ADA.	312
FIGURA 139 – ASPECTO DE EXEMPLAR DE <i>RHIPSALIS BACIFERA</i> OBSERVADO NA ADA.	312
FIGURA 140 – ASPECTO DE ESTÁGIO AVANÇADO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA MARGEM DO RIO GOIO-ERÊ.	313
FIGURA 141 – PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS DAS 10 PRINCIPAIS FAMÍLIAS BOTÂNICAS PRESENTES NO ESTÁGIO AVANÇADO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	315
FIGURA 142 – VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI) DAS 10 PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES NO ESTÁGIO AVANÇADO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	317
FIGURA 143 – ASPECTO DE ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FORMAÇÃO SUBMONTANA DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.	320
FIGURA 144 – ASPECTO DE ESTÁGIO MÉDIO DA FORMAÇÃO SUBMONTANA DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.	321
FIGURA 145 – ASPECTO DE ESTÁGIO AVANÇADO DA FORMAÇÃO SUBMONTANA DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.	322
FIGURA 146 – ASPECTO DO DOSSEL DO ESTÁGIO AVANÇADO DA FORMAÇÃO SUBMONTANA DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL COM DESTAQUE PARA <i>ASPIDOSPERMA POLYNEURON</i> .	322
FIGURA 147 – ASPECTO DE FORMAÇÃO PIONEIRA COM INFLUÊNCIA FLÚVIO-LACUSTRE.	323
FIGURA 148 - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES NOS DIFERENTES TIPOS DE PAISAGEM EXISTENTES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.	337
FIGURA 149 - PRINCIPAIS ORDENS COM SUAS RESPECTIVAS PROPORÇÕES (NÚMEROS DE ESPÉCIES) REGISTRADAS PARA O ALTO PARANÁ, BACIA DO RIO PIQUIRI (SENSU AGOSTINHO ET AL., 1997, 2004 E GUBIANI ET AL., 2006) E RIO GOIO-ERÊ.	341
FIGURA 150 – <i>Aedes Aegypti</i> .	342
FIGURA 151 - CICLO DE VIDA DO MOSQUITO <i>Aedes Aegypti</i> : DO OVO, DEPOSITADO NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA EMERGE UMA LARVA AQUÁTICA. A LARVA SE TRANSFORMA EM PUPA AQUÁTICA, QUE DEPOIS SE TRANSFORMA EM UM MOSQUITO VOADOR TERRESTRE. A FÊMEA ADULTA PICA O SER HUMANO PARA CONSEGUIR SANGUE E BOTAR SEUS OVOS.	344
FIGURA 152 - CLASSIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO INCIDÊNCIA POR 100.000 HABITANTES E CLASSIFICAÇÃO DE ALERTA CLIMÁTICO À DENGUE.	345
FIGURA 153 – ESTADO DO PARANÁ COM DIVISÃO DE REGIONAIS DE SAÚDE COM DESTAQUE PARA A 12ª RS ONDE OS MUNICÍPIOS DE ALTO PIQUIRI, MARILUZ E PEROBAL ESTÃO INSERIDOS.	346
FIGURA 154 – CLASSIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO ÍNDICE DE INFESTAÇÃO PREDIAL – PARANÁ 2010 (SESA-PR).	349
FIGURA 155 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS CASOS DE LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NAS MESORREGIÕES NORTECENTRAL, CENTROESTE E NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ, CONFORME PROVÁVEIS	

LOCAIS DE INFECÇÃO DE 1987 A 2004. DESTAQUE PARA OS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA, ONDE MARILUZ (SETA VERMELHA), PEROBAL (SETA PRETA) E ALTO PIQUIRI (SETA VERDE).	353
FIGURA 156 - FÊMEA DE FLEBOTOMÍNEOS ADULTO, ENGURGITADA.	355
FIGURA 157 – CICLO DE TRANSMISSÃO DA LV.	357



LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PROPRIEDADES AFETADAS NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO.	20
TABELA 2 – PRODUTOS CARTOGRÁFICOS.	38
TABELA 3 – DADOS GERAIS DA PCH ÁGUA LIMPA.	51
TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO	57
TABELA 5 - NÚMERO PROVÁVEL DE DIAS PARA ATINGIR A COTA 315,00 M COM VAZÃO SANITÁRIA DE 9,84 M ³ /S	59
TABELA 6 - NÚMERO PROVÁVEL DE DIAS PARA ATINGIR A COTA 310,00 M.	60
TABELA 7 – ESPECIFICAÇÃO DA SUBESTAÇÃO E LINHA DE TRANSMISSÃO.	66
TABELA 8 - RESUMO DAS QUANTIDADES	70
TABELA 9 - CRONOGRAMA SIMPLIFICADO.	76
TABELA 10 – ESTUDOS ANTERIORES DO RIO GOIO-ERÊ	78
TABELA 11 – APROVEITAMENTOS SUGERIDOS PARA O RIO GOIO-ERÊ	78
TABELA 12 - SITUAÇÃO ATUAL DE CADA UM DOS DEMAIS PROJETOS DE PCH	80
TABELA 13 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.	95
TABELA 14 – VALORES DOS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PARA CADA ALTERNATIVA.	98
TABELA 15 – MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ	112
TABELA 16 – CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO	125
TABELA 17 – ATRIBUTOS DE COMPRIMENTO, PERÍMETRO E ÁREA DO LEITO DO RIO GOIO-ERÊ E DA APP NATURAL NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO RESERVATÓRIO DA PCH ÁGUA LIMPA.	126
TABELA 18 – PARÂMETROS PARA CÁLCULO DE FAIXA DE APP, CONFORME DIAS (2001).	130
TABELA 19 – PARÂMETROS DA METODOLOGIA PROPOSTA POR DIAS (2001) PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	130
TABELA 20 – DADOS REFERENTES À VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO OBTIDOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	147
TABELA 21 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA).	151
TABELA 22 – LOCALIZAÇÃO E PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS CONSULTADAS DA BACIA DO RIO GOIO-ERÊ	153
TABELA 23 – DADOS REFERENTES À UMIDADE RELATIVA DO AR OBTIDOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	156
TABELA 24 – DADOS REFERENTES À EVAPORAÇÃO MENSAL OBTIDOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	158
TABELA 25 – DADOS REFERENTES À INSOLAÇÃO MENSAL OBTIDOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE UMUARAMA.	159
TABELA 26 – BALANÇO HÍDRICO METEOROLÓGICO PARA O MUNICÍPIO DE UMUARAMA.	161

TABELA 27 – LOCALIZAÇÃO DAS SONDAJENS EXECUTADAS.	174
TABELA 28 – ESCALA DE SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS.	189
TABELA 29 – PONDERAÇÃO DAS CLASSES GEOLÓGICAS EXISTENTES NA AII.	189
TABELA 30 – PONDERAÇÃO DAS CLASSES PEDOLÓGICAS EXISTENTES AII.	190
TABELA 31 – PONDERAÇÃO DAS CLASSES DECLIVIDADE EXISTENTES NA AII.	190
TABELA 32 – SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA AOS PROCESSOS EROSIVOS ESTIMADA PARA AII.	191
TABELA 33 – AFLUENTES DO RIO GOIO-ERÊ.	197
TABELA 34 - CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GOIO-ERÊ.	199
TABELA 35 - ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DO ENTORNO DO RIO GOIO-ERÊ.	200
TABELA 36 - SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (M ³ /S) PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	203
TABELA 37 - VAZÕES MÁXIMAS DIÁRIAS E INSTANTÂNEAS PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	207
TABELA 38 - VAZÕES MÍNIMAS DIÁRIAS PARA A PCH ÁGUA LIMPA.	208
TABELA 39 - USOS DA ÁGUA NOS MUNICÍPIOS BANHADOS PELO RIO GOIO-ERÊ.	209
TABELA 40 - DADOS UTILIZADOS NO CÁLCULO DE VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO.	213
TABELA 41 – CARGAS POLUIDORAS DA BACIA DO PIQUIRI.	221
TABELA 42 – INDICAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUAS SUPERFICIAIS.	232
TABELA 43 - RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DOS PONTOS AMOSTRADOS.	240
TABELA 44 - INDICAÇÃO DAS FAIXAS DE VALORES PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA).	258
TABELA 45 – RESULTADOS DOS VALORES PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA), PARA OS SEIS PONTOS AMOSTRADOS.	259
TABELA 46 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO PARA RIOS SEGUNDO ÍNDICE DE CARLSON MODIFICADO.	260
TABELA 47 – RESULTADOS DOS VALORES PARA ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET), PARA OS SEIS PONTOS AMOSTRADOS.	261
TABELA 48 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE RUÍDO.	270
TABELA 49 - NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTES OBTIDOS NAS MEDIÇÕES.	274
TABELA 50 – NCA’S EM DB(A), CONSTANTES NA NBR 10.151.	274
TABELA 51 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS UNIDADES AMOSTRAIS MEDIDAS DURANTE O LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO COM OS RESPECTIVOS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS, EM UTM, DATUM SAD69, FUSO 22S284	
TABELA 52 - INFORMAÇÕES BÁSICAS SOBRE A AMOSTRAGEM, ESTRUTURA HORIZONTAL E DIVERSIDADE DAS COMUNIDADES VEGETAIS ESTUDADAS.	295
TABELA 53 - LISTA DE ESPÉCIES DE FLORA DO ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA ADA.	296
TABELA 54 – PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO ESTÁGIO INICIAL ARBÓREO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	300

TABELA 55 - LISTA DE ESPÉCIES DE FLORA DO ESTÁGIO MÉDIO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA ADA.	302
TABELA 56 – PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO ESTÁGIO MÉDIO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	306
TABELA 57 - LISTA DE ESPÉCIES DE FLORA DO ESTÁGIO AVANÇADO DA FORMAÇÃO ALUVIAL DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA ADA.	313
TABELA 58 – PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO ESTÁGIO AVANÇADO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALUVIAL.	317
TABELA 59 – QUANTITATIVO DAS ÁREAS DE SUPRESSÃO.	324
TABELA 60 - ORDENS, FAMÍLIAS E ESPÉCIES DE MAMÍFEROS (^{INT} – ESPÉCIE INTRODUZIDA OU “EXÓTICA”, ^{VU} – ESPÉCIE RARA OU AMEAÇADA) COM REGISTROS PRETÉRITOS E DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO EMPREENDIMENTO. O AMBIENTE DE OCORRÊNCIA (F – FORMAÇÃO FLORESTAL, C – CAMPO, CP – CAPOEIRA, A – ÁREA ALTERADA/ANTROPIZADA) E FORMA DE REGISTRO (M – DADOS MUSEOLÓGICOS, B – DADOS BIBLIOGRÁFICOS, R – OBSERVAÇÃO EM CAMPO, E – ENTREVISTA).	329
TABELA 61 - FAMÍLIAS E ESPÉCIES DE AVES (INT – ESPÉCIE INTRODUZIDA OU “EXÓTICA”) REGISTRADAS DURANTE A FASE DE CAMPO NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO EMPREENDIMENTO. AMBIENTE DE OCORRÊNCIA (M – MATA, C – CAMPO, CP – CAPOEIRA, A – ÁREA ABERTA E ÁREA ALTERADA, B – BANHADO, L – AMBIENTE AQUÁTICO) E REGISTRO (B – CONFERÊNCIA COM DADOS BIBLIOGRÁFICOS, O – OBSERVAÇÃO EM CAMPO).	332
TABELA 62 - ORDENS, FAMÍLIAS E RESPECTIVO NÚMERO DE ESPÉCIES DE PEIXES REGISTRADOS NA ÁREA DE PARA A BACIA DO RIO GOIO-ERÊ, ORGANIZADAS DE ACORDO COM SEUS RESPECTIVOS TAXA.	339
TABELA 63 – FAMÍLIAS E ESPÉCIES (^{END} – ESPÉCIE ENDÊMICA DO ALTO PARANÁ, ^{INT} – ESPÉCIE INTRODUZIDA OU “EXÓTICA”, ^{VU} – ESPÉCIE RARA OU AMEAÇADA) DE PEIXES DE ÁGUA DOCE COM OCORRÊNCIA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO. O AMBIENTE DE OCORRÊNCIA (P – ESPÉCIE PELÁGICA, B – ESPÉCIE BENTÔNICA / LO – AMBIENTES LÓTICOS, LE – AMBIENTES LÊNTICOS) E FORMA DE REGISTRO (M – DADOS MUSEOLÓGICOS, B – DADOS BIBLIOGRÁFICOS) TAMBÉM FORAM INCLUÍDOS NA TABELA.	339
TABELA 64 – NÚMERO DE CASOS DE DENGUE, FEBRE HEMORRÁGICA, COM COMPLICAÇÃO E INCIDÊNCIA POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, REGIONAL DE SAÚDE E PARANÁ – 2010*	347
TABELA 65 – NÚMERO DE CASOS DE DENGUE, FEBRE HEMORRÁGICA, COM COMPLICAÇÃO E INCIDÊNCIA POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, REGIONAL DE SAÚDE E PARANÁ – 1º SEMESTRE DE 2011*	347
TABELA 66 - ÍNDICE DE INFESTAÇÃO PREDIAL (IIP) DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DE RISCO – PARANÁ – 2010.	349
TABELA 67 – MORTALIDADE POR LEISHMANIOSE TEGUMENTAR, POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, ESTADO E PAÍS – 2011(*)	351
TABELA 68 – TAXA DE DETECÇÃO DE CASOS NOVOS - LEISHMANIOSE TEGUMENTAR, POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, ESTADO E PAÍS – 2011.	352



TABELA 69 – TAXA DE DETECÇÃO DE CASOS NOVOS (FORMA MUCOSA) - LEISHMANIOSE TEGUMENTAR, POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, ESTADO E PAÍS – 2011. 352

TABELA 70 – TAXA DE INCIDÊNCIA - LEISHMANIOSE VISCERAL, POR 100.000 HABITANTES POR MUNICÍPIO, ESTADO E PAÍS – 2011. 354



1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

1.1. Identificação do Empreendedor

 <p>MULTIFASE clean energy • clean world</p>	
Razão Social:	Multifase - Centrais de Energia do Brasil Ltda.
CNPJ:	04.888.799/0001-55
Atividade:	Geração de energia elétrica
Inscrição estadual:	-
Inscrição municipal:	449.078-0
Endereço:	Avenida João Gualberto, nº 1259, 2º andar, Alto da Glória, Curitiba – PR. CEP: 80030-001
Número CTF IBAMA:	5421113
Telefone:	(41) 2169-6872
Fax:	(41) 2169-6873 ou (41) 2169-6856
E-mail:	sergio.misael@multifaseenergia.com.br
Representante legal:	Rodrigo Teixeira Demeterco
CPF:	813.456.079-20
Número CTF IBAMA:	5421144
Telefone:	(41) 2169-6872
Fax:	(41) 2169-6873 ou (41) 2169-6856
E-mail:	ivanise@multifaseenergia.com.br
Profissional para contato:	Sergio Abu Jamra Misael
CPF:	373.970.017-34
Cargo:	Eng. Civil – CREA/PR 7010-D
Telefone:	(41) 2169-6872 ou (41) 8838-9137
Fax:	(41) 2169-6873 ou (41) 2169-6856
E-mail:	sergio.misael@multifaseenergia.com.br

1.2. Dados da Área e Localização

A Pequena Central Hidrelétrica Água Limpa, objeto deste estudo, localiza-se no rio Goio-Erê, na região Noroeste do Estado do Paraná. O rio Goio-Erê pertence à bacia do rio Paraná (06), sub-bacia 64, mais especificamente à bacia do rio Piquiri (figura 1). Este rio se desenvolve predominantemente no sentido Leste-Oeste em direção ao rio Piquiri. A PCH Água Limpa está prevista para ser instalada no km 14, a partir da foz do rio Goio-Erê, na latitude 24° 07' 26" S e longitude 53° 15' 29" O (coordenadas geográficas do eixo do barramento).

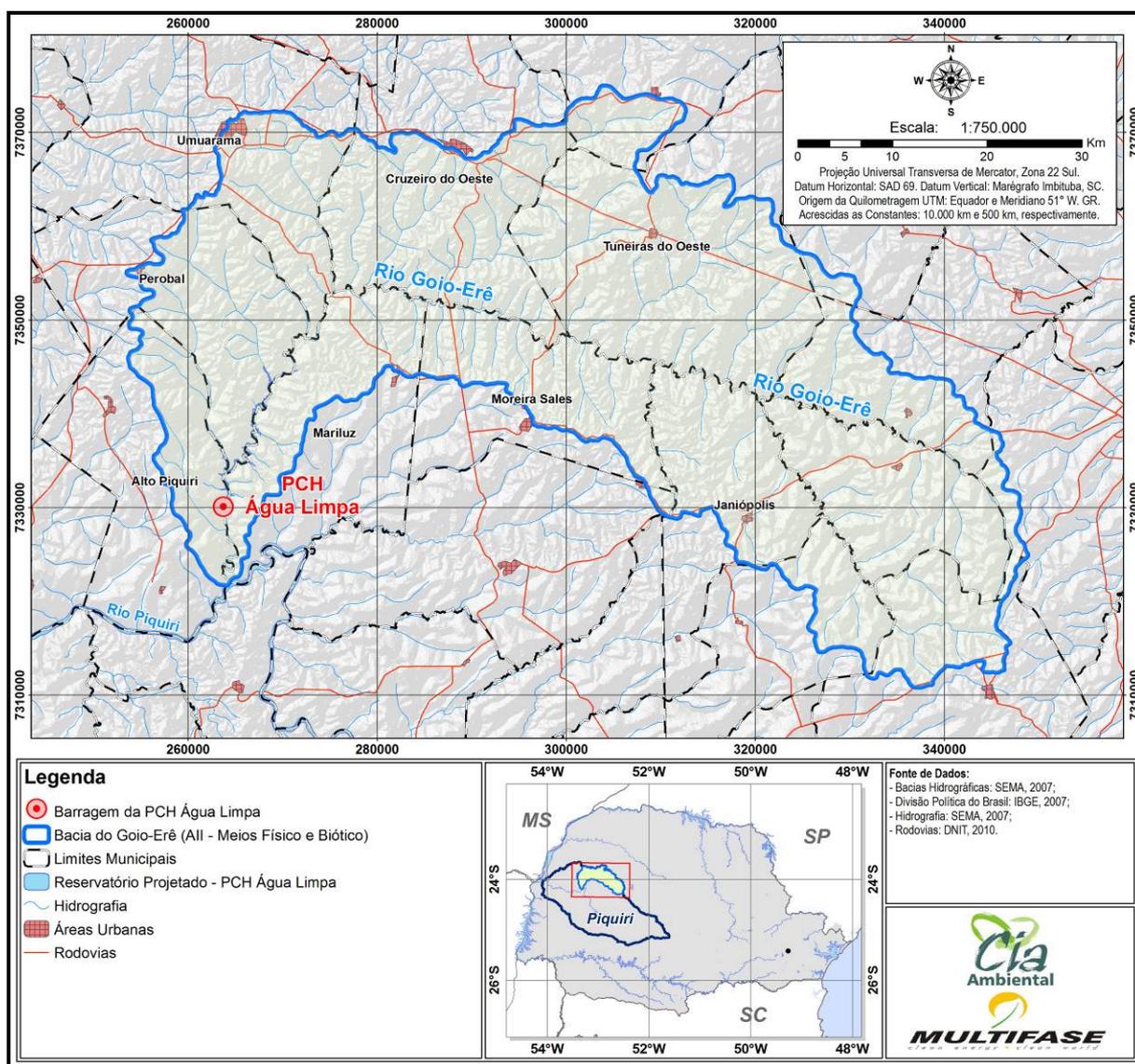


Figura 1 – Mapa de localização do empreendimento.

O aproveitamento, considerando toda a extensão de seu reservatório (4,58 km²), fica nos domínios de três municípios: Alto Piquiri, Mariluz e Perobal. O primeiro, localizado na margem direita do rio Goio-Erê, receberá a instalação da tomada d'água e casa de força. Os últimos terão parte de suas áreas na região do barramento e reservatório, conforme figura a seguir.

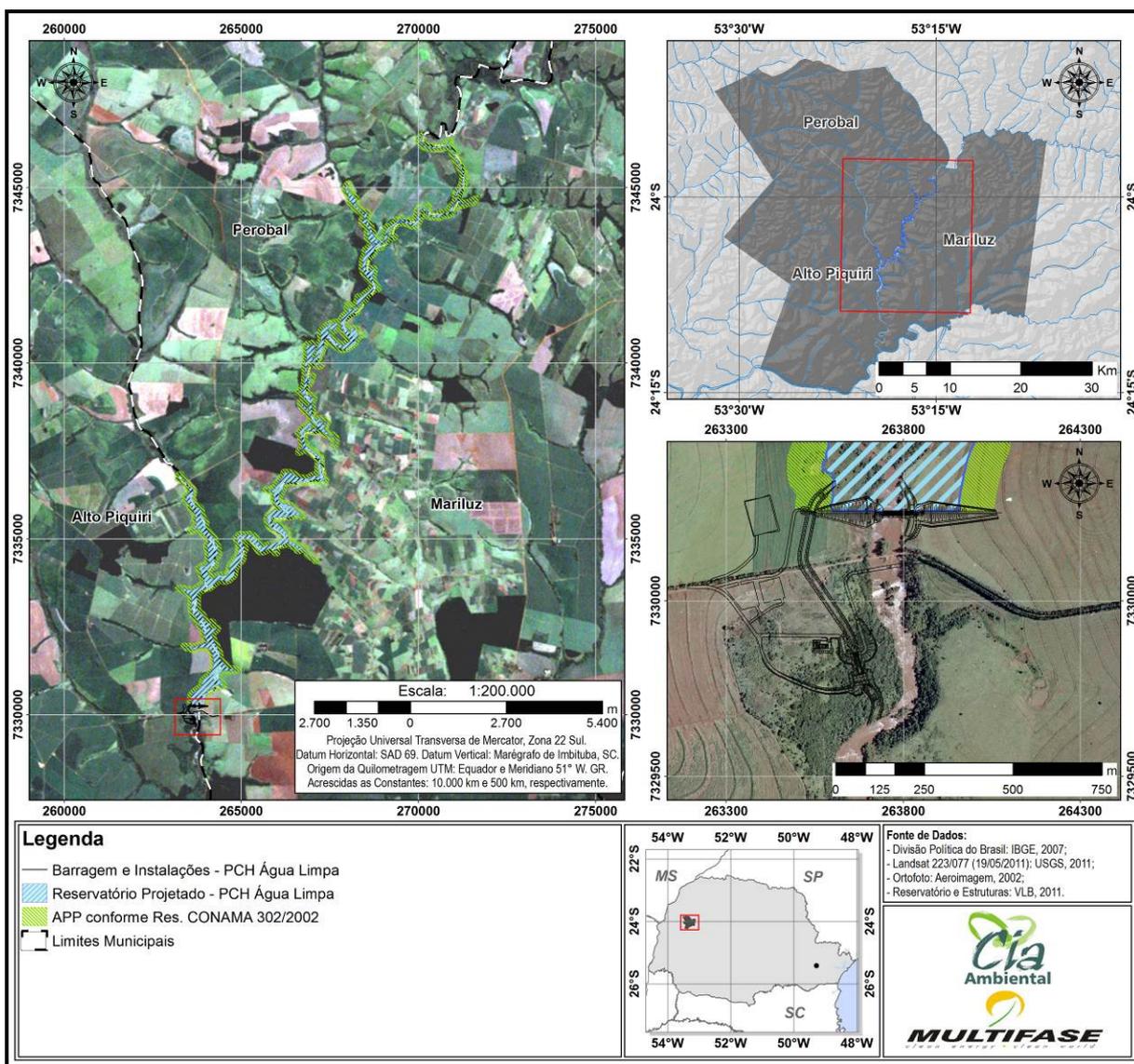


Figura 2 – Municípios limneos ao reservatório e detalhes das estruturas do empreendimento.

Considerando toda a extensão do reservatório, áreas construídas e área de preservação permanente (definida com base na Resolução CONAMA n° 302/2002) o empreendimento abrangerá uma área de 13,02 km², incluindo a calha do rio, e de 12,03 km² excluindo a calha. Esta área tem interferência em 26 propriedades e um Projeto de Assentamento regularizado pelo INCRA, o Assentamento Nossa Senhora Aparecida. As matrículas e localização das áreas afetadas são apresentadas na tabela a seguir e em mapa (Anexo III – mapa 17). A busca das matrículas foi efetuada nos Cartórios de Registro de Imóveis dos municípios da área de influência do empreendimento.



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Tabela 1 – Propriedades afetadas no entorno do empreendimento.

Código da Propriedade	Nome da Propriedade	Proprietário	Matrículas	Área Total (ha)	Área Alagada (ha)	Área de APP (ha)	Áreas de Estruturas da PCH (ha)	Áreas Remanescentes não afetadas (ha)
MD-01	Fazenda Cachoeira II	Élcio Rossi	4.222, 6.729, 6.730 e 6.731	347,85	-	-	14,04	333,81
MD-02	Fazenda Cachoeira I	Jânio Maheus Rossi	4.221	439,96	31,81	36,05	4,26	367,84
MD-03	Fazenda Nossa Senhora de Fátima	Emílio Fregonezzi	556, 5.402 a 5.405	452,42	8,60	16,40	-	427,42
MD-04	Fazenda Rio Azul	Heloísa de Oliveira Bortolato	5.402	693,71	74,66	101,45	-	517,61
MD-05	Sem nome	Elias Pereira da Silva	674, 675 e 1.946 e 2.068	24,41	12,61	8,06	-	3,73
MD-06	Sem nome	Emílio Fregonezzi	556, 5.402 a 5.405	47,69	0,74	8,97	-	37,98
MD-07	Sem nome	Iraci Marfiso de Bona Sartori	330	12,58	0,00	0,02	-	12,56
MD-08	Sem nome	Toshio Gondo	5.162	160,91	0,14	4,80	-	155,98
MD-09	Fazenda Lucélia	Amarildo Aparecido da Luz	2.022 e 6.157	676,88	0,13	4,33	-	672,43
MD-10	Fazenda Rio Azul	Valdemar Frederico Monatelle e Outros	6.156 e 1.209	166,21	1,19	7,45	-	157,57
MD-11	Fazenda Rio Azul	Hélio Bortolato	7.178	102,62	4,05	13,72	-	84,85
MD-12	Fazenda Rio Azul	Reserva legal das propriedades da Fazenda Rio Azul	20.921	167,18	8,78	24,00	-	134,40



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Código da Propriedade	Nome da Propriedade	Proprietário	Matrículas	Área Total (ha)	Área Alagada (ha)	Área de APP (ha)	Áreas de Estruturas da PCH (ha)	Áreas Remanescentes não afetadas (ha)
MD-13	Fazenda Rio Azul	Valdemar Francisco Monatelle e Outros	6.156 e 1.209	246,71	8,58	28,29	-	209,83
MD-14	Fazenda Santa Mônica	José Ferreira	879, 4.60, 4.061 e 6.521	1063,39	15,15	23,74	-	1024,49
MD-15	Fazenda São Francisco	José Rebucci	3.358, 3.359 e 16.835	403,18	15,77	35,21	-	352,20
MD-16	Fazenda Helroy I	Eloí Carlos Assumpção e Outros	6.364	598,50	10,04	36,99	-	551,48
MD-17	Fazenda Salmo XXIII	Sílvio Jair Secco e Outros	6.594, 6.597, 6.897, 22.419, 22.420 e 22.491	811,16	4,13	8,09	-	798,95
MD-18	Fazenda Tamburi	Wagner Lino Marques e Wander Marques	9.364	201,88	0,82	5,30	-	195,76
MD-19	Fazenda Flamboyant	Gerson Magnoni Bortoli	7.938	484,24	10,24	76,94	-	397,06
MD-20	Fazenda Três Rios	Alzira Maria Branco Guimarães e Outros	1.122	232,28	0,04	3,52	-	228,72
ME-01	Fazenda Uberaba	Carlos Baise	7.000 e 12.334	852,92	17,48	18,90	1,16	815,38
ME-02	Sem nome	Augusto Nascimento Filho	6.999 e 7.023	414,13	-	1,25	-	412,88
ME-03.01	Reserva Legal do Assentamento N. Sra. Aparecida		8.411, 8.544, 10.975 a 10.999	71,59	9,94	17,43	-	44,22



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Código da Propriedade	Nome da Propriedade	Proprietário	Matrículas	Área Total (ha)	Área Alagada (ha)	Área de APP (ha)	Áreas de Estruturas da PCH (ha)	Áreas Remanescentes não afetadas (ha)
ME-03.02	Reserva Legal do Assentamento N. Sra. Aparecida			662,45	29,09	64,10	-	569,26
ME-03.03	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 130	Miguel dos Santos da Silva		17,91	6,75	9,02	-	2,15
ME-03.04	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 131	Moisés Muniz Barreto		14,35	2,50	5,00	-	6,85
ME-03.05	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 133	Antônio Pereira		18,48	1,28	4,23	-	12,96
ME-03.06	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 134	Pedro Moreira		18,46	1,20	2,30	-	14,97
ME-03.07	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 136	José Eugênio de Campos		17,55	0,39	2,45	-	14,71
ME-03.08	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 137	Francisco Gerônimo		19,86	0,12	2,53	-	17,21
ME-03.09	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 138	Alvenar Ferreira		19,98	0,07	2,35	-	17,56
ME-03.10	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 139	João Cardoso Arboleia		19,33	0,00	0,13	-	19,20
ME-03.11	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 127	Luciana Santos de Oliveira		19,69	8,40	6,60	-	4,70
ME-03.12	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 128	Rosenilda da Silva		15,16	3,58	3,74	-	7,83



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Código da Propriedade	Nome da Propriedade	Proprietário	Matrículas	Área Total (ha)	Área Alagada (ha)	Área de APP (ha)	Áreas de Estruturas da PCH (ha)	Áreas Remanescentes não afetadas (ha)
ME-03.13	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 129	Rosineide de Marques Tirano		17,11	0,76	3,95	-	12,40
ME-03.14	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 126	Newton Ferreira		13,64	3,79	4,89	-	4,96
ME-03.15	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 125	Edilson Anzen		15,47	1,36	3,34	-	10,77
ME-03.16	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 121	Antônio Pimentel dos Santos Filho		15,39	0,93	2,78	-	11,68
ME-03.17	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 118	Roberto Cardoso de Oliveira		18,64	0,01	1,19	-	17,43
ME-03.18	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 124	Paulo Cardoso de Oliveira		15,25	2,89	8,38	-	3,98
ME-03.19	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 123	Paulo Rodrigues Franco		16,31	1,11	5,14	-	10,06
ME-03.20	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 122	Alcemir Cardoso de Oliveira		17,77	0,28	6,48	-	11,01
ME-03.21	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 120	Lurdes dos Santos Domingos		19,16	0,72	5,55	-	12,89
ME-03.22	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 119	Valdemir Domingos		19,24	0,45	2,72	-	16,08
ME-03.23	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 117	Adão Kochak		18,64	0,00	0,34	-	18,30



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Código da Propriedade	Nome da Propriedade	Proprietário	Matrículas	Área Total (ha)	Área Alagada (ha)	Área de APP (ha)	Áreas de Estruturas da PCH (ha)	Áreas Remanescentes não afetadas (ha)
ME-03.24	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 84	Não Identificado		18,32	0,08	2,71	-	15,53
ME-03.25	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 85	Moisés Vasconcelos Ribeiro		18,74	-	1,07	-	17,66
ME-03.26	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 83	José Ezequiel da Cruz Quadro		26,90	2,44	9,77	-	14,69
ME-03.27	Assentamento N. Sra. Aparecida - Lote 82	Juarez José dos Santos		28,25	2,48	7,97	-	17,80
ME-03.28	Assentamento N. Sra. Aparecida - Área Coletiva			61,20	4,89	21,45	-	34,85
ME-04	Fazenda Cedro Alto	Vera Helena Junqueira	11.610, 11.611 e 11.612	1036,79	36,93	68,79	-	931,07
ME-05	Fazenda Bom Jesus	Julieta Kioster Havagge	1.420 e 1.421	280,53	4,06	36,58	-	239,88
ME-06	Sem nome	Osmar Guindelle	Em busca cartorária	243,23	-	1,28	-	241,95
ME-07	Sem nome	Almir Vieira Feitosa	570	163,24	1,82	36,76	-	124,66

1.3. Empresa responsável pelos Estudos Ambientais

	Empresa responsável
Razão social:	Assessoria Técnica Ambiental Ltda.
Nome fantasia:	Cia Ambiental
CNPJ:	05.688.216/0001-05
Inscrição Estadual:	Isenta
Inscrição Municipal:	07.01.458.871-0
Registro do CREA-PR:	41043
Número do CTF IBAMA:	2997256
Endereço:	Rua Marechal José Bernardino Bormann, n° 821, Curitiba/PR CEP: 80.730-350.
Telefone/fax:	(0**41) 3336-0888
E-mail:	ciaambiental@ciaambiental.com.br
Representante legal e responsável técnico:	Pedro Luiz Fuentes Dias
CPF:	514.620.289-34
Registro do CREA-PR:	PR - 18299/D
Número do CTF IBAMA:	100593
E-mail:	diramb@ciaambiental.com.br

Empresas parceiras	
 <p>CIMINELLI & MARANHO consultoria socioeconômica</p>	
 <p>envex Engenharia e Consultoria Ambiental</p>	 <p>MAXGAIA Consultoria em Gestão Ambiental e do Território</p>

1.4. Identificação da Equipe Técnica Multidisciplinar

Coordenador geral

Pedro Luiz Fuentes Dias

Engenheiro florestal
especialista em análise ambiental
mestre em agronomia: ciência do solo
CREA PR-18299/D
ART n°: 20112552210
CTF IBAMA: 100593

Supervisão e gestão

Marcela Thierbach Ruiz

Bacharel em comércio exterior
mestre em gestão ambiental
CTF IBAMA: 3198270

Legislação ambiental

Hélio Roberto Linhares de Oliveira

Advogado
OAB PR: 43076
CTF IBAMA: 3638673

Cartografia

Eduardo Vedor de Paula

Geógrafo,
mestre e doutor em geografia
CREA PR-81589/D
ART n°: 20112023578
CTF IBAMA: 2961380

Orestes Jarentchuk Junior

Geógrafo
CREA PR-110236/D
ART n°: 20112035320
CTF IBAMA: 5083633

Meio físico

Qualidade da água

Ana Lúcia Twardowsky Ramalho do Vale

Engenheira química
especialista em gestão dos recursos naturais
CREA PR-90865/D
ART n°: 20112558668
CTF IBAMA: 1889954

Hidrologia e emissões atmosféricas

André Luciano Malheiros

Engenheiro civil
CREA PR-67038/D
ART n°: 20113339188
CTF IBAMA: 924222

Clima e condições meteorológicas

Clarissa Oliveira Dias

Engenheira ambiental
CREA PR-106422/D
ART n°: 20112553836
CTF IBAMA: 4892607

**Geologia, geomorfologia, pedologia e recursos
hídricos subterrâneos**

Fábio Manasses

Geólogo

mestre em hidrogeologia

CREA PR-79674/D

ART nº: 20112564072

CTF IBAMA: 5011173

Ruídos e qualidade da água

Fernando Alberto Prochmann

Engenheiro bioquímico

esp. em gestão e engenharia ambiental

CREA PR-86218/D

ART nº: 20112557700

CTF IBAMA: 1728257

Hidrografia, hidrologia e hidrosedimentologia

Helder Rafael Nocko

Engenheiro ambiental

CREA PR-86285/D

ART nº: 20113349809

CTF IBAMA: 1563032

Meio biótico

Flora

Rafael Eduardo Serathiuk

Engenheiro florestal

CREA PR-70575/D

ART nº: 20112682903

CTF IBAMA: 361306

Fauna

Vinícius Abilhoa

Biólogo

doutor em zoologia

CRBio PR: 9978-07D

ART n°: 07-0450/11

CTF IBAMA: 57799

Vetores

Joseli Maria Araújo

Enfermeira sanitária

CTF IBAMA: 5274510

Fauna e ambientes ecologicamente significativos

Gustavo Oliveira Borges

Biólogo

especialista em gestão ambiental

CRBio PR: 50444-07D

ART n°: 07-0631/11

CTF IBAMA: 3156764

Meio socioeconômico

Socioeconomia

Eron José Maranhão

Bacharel em ciências econômicas,

mestre em economia

CRE XI 2.173

CTF IBAMA: 519161

Socioeconomia

Leonildo Pereira de Souza

Bacharel em ciências sociais

DRTPR 328

CTF IBAMA: 5378713

Socioeconomia

Rossana Ribeiro Ciminelli

Bacharel em ciências econômicas

mestre em economia

CRE XI 4.358

CTF IBAMA: 519163

Arqueologia

Claudia Parellada

Arqueóloga

CTF IBAMA: 96675

Equipe de apoio

André Luiz Vanz – graduando em engenharia civil (auxílio na descrição do projeto e alternativas tecnológicas e locacionais)

Clara Novak – Arquiteta (descrição do projeto e alternativas tecnológicas e locacionais)

Geórgia Alana Andreas Nowakowski – graduanda em economia (auxílio no diagnóstico do meio socioeconômico)

Giacomo Gustavo Wosniacki - Engenheiro Ambiental (auxílio na revisão final da descrição do projeto, análise de alternativas e meio físico e mapeamentos apresentados ao longo dos textos)

Leonardo Mateus Hase – Engenheiro Florestal (auxílio no diagnóstico e prognóstico da flora)

Patrícia Maria Stasiak – graduanda em engenharia florestal (auxílio no diagnóstico de ambientes ecologicamente significativos)

Mariana Ciminelli Maranhão – graduanda em educação física (auxílio no diagnóstico do meio socioeconômico)

Nathália Schuster Reis – estudante curso técnico em meio ambiente (auxílio na caracterização climática)

Nidiane Goloti – bióloga, especialista em gestão ambiental (auxiliar técnica de flora)



2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1. Apresentação do Proponente

A Multifase Centrais de Energia do Brasil Ltda. foi criada em outubro de 2001, tendo como objetivo gerar energia elétrica por meio da implantação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), produzindo energia de forma sustentável sempre, observando a responsabilidade social e ambiental.

Faz parte do objeto social da empresa a elaboração de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental de aproveitamento de recursos naturais para a geração de energia e gás, bem como a construção, implantação e operação de centrais produtoras de energia e gás e linhas de transmissão.

Com o intuito de eleger dois rios com potenciais hidrelétricos satisfatórios para iniciar suas atividades, a Multifase contratou a Copel Geração para avaliar o potencial de diversos rios localizados nos Estados de Santa Catarina e Paraná.

A Multifase obteve da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL autorizações para os estudos dos rios Goioerê, Correntes, do Peixe, Lajeado do Ibicuí e das Marombas.

Considerou como prioridade a implantação de uma PCH no rio Goioerê, iniciando as análises mais aprofundadas para, então, apresentar a proposta da PCH Água Limpa.

Em 2003 iniciou o processo de Licenciamento Ambiental perante o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para a instalação da PCH Água Limpa.

Obteve em 2006, da SUDERHSA (atualmente Instituto das Águas do Paraná) a outorga prévia do aproveitamento hidrelétrico do rio Goioerê, sendo que, em 2008 a empresa foi autorizada pela ANEEL a se estabelecer como Produtor

Independente de Energia Elétrica para implantação e exploração da PCH Água Limpa.

Para o desenvolvimento do projeto da PCH Água Limpa, a Multifase contratou empresas altamente especializadas para a implementação dos estudos multidisciplinares necessários, desde empresa projetista de engenharia, estudos sócio-ambientais, trabalhos de campo de topografia, hidrometria, geologia, para o completo atendimento às normas e legislações vigentes para o setor.

2.2. Apresentação do Empreendimento

A PCH Água Limpa está prevista para localizar-se na Região Oeste do Estado do Paraná, mais especificamente no km 14 do rio Goio-Erê, considerando a distância a partir da sua foz no rio Piquiri.

O reservatório da PCH Água Limpa abrangerá domínios de três municípios: Alto Piquiri, na margem direita, o qual receberá as estruturas do canal de adução, casa de força e subestação, Perobal, também na margem direita (inserido na área prevista para o reservatório) e Mariluz, na margem esquerda.

A PCH apresentará uma área de drenagem de 2.941 km². Seu reservatório abrangerá uma área de 4,58 km², com volume útil de 6,9x10⁶ m³. O nível de água normal de montante (NAM) está previsto para elevação 315,0 m e nível de água normal de jusante (NAJ) na elevação 283,0 m. Contudo, na condição inicial de operação, está previsto um nível mínimo normal de restituição na elevação 282,00 m, correspondente ao nível normal do rio no local, prevendo que o reservatório da UHE Apertados, prevista nos estudos de inventário do rio Piquiri, não deverá estar implementada ao tempo do início da operação da PCH Água Limpa.

A queda bruta máxima aproveitada é de 32,00m na condição final e 33,00 m na condição inicial de funcionamento, com canal de restituição operando no nível

natural do rio. A potência da usina será de 23,6 MW, correspondendo a energia firme de 12,74MW, equivalente a geração anual de 111,6 GWh/ano.

A PCH Água Limpa está inserida na bacia hidrográfica do rio Goio-Erê., que apresenta uma área de drenagem de 2.992 km² e se desenvolve predominantemente na direção leste oeste.

O rio Goio-Erê é um dos afluentes da margem direita do rio Piquiri. Nasce próximo à cidade de Farol, formado pelo rio Farol e pelo rio Água da Granada, seguindo inicialmente na direção oeste até o momento em que passa a drenar para o sul, a cerca de 50 km de sua foz. Sua foz está localizada a aproximadamente 130 km da confluência do rio Piquiri com o rio Paraná, no reservatório da UHE Itaipu.

Ao longo de seu curso o rio Goio-Erê banha os municípios de Alto Piquiri, Mariluz, Perobal, Umuarama, Cruzeiro do Oeste, Moreira Sales, Tuneiras do Oeste, Janiópolis, Araruna, Farol e Campo Mourão. Os principais afluentes são os rios Mouro, da Areia, Ribeirão Palmital e rio Azul pela margem direita e os rios Riozinho e Água Grande pela margem esquerda.

O empreendimento localiza-se sobre o terceiro Planalto Paranaense, assim, como toda bacia hidrográfica do rio Goio-Erê. O relevo é suave, sendo o rio pouco encaixado em quase a sua totalidade. O relevo da bacia é caracterizado por vales pouco profundos separados por suaves ondulações em formas de tabuleiros, cuja modelagem é resultado das ações erosivas.

O rio Goio-Erê é formado principalmente por longos trechos de baixa declividade, com pequenas corredeiras em seu trecho mais a montante e apenas um local com queda natural mais significativa em seu trecho final. Nas proximidades do km 14, próximo à região prevista para instalação do barramento da PCH água Limpa, encontra-se um desnível localizado com uma queda de cerca de 15,00m (Salto Paiquerê) e algumas corredeiras mais a jusante, totalizando um desnível total

de cerca de 30,00m.. Podendo ser considerado um rio de pequeno a médio porte, o rio Goio-Erê apresenta um desnível total aproximado, desde sua nascente (na cota 540,00 m) até a foz (260,00 m), de 280 m.

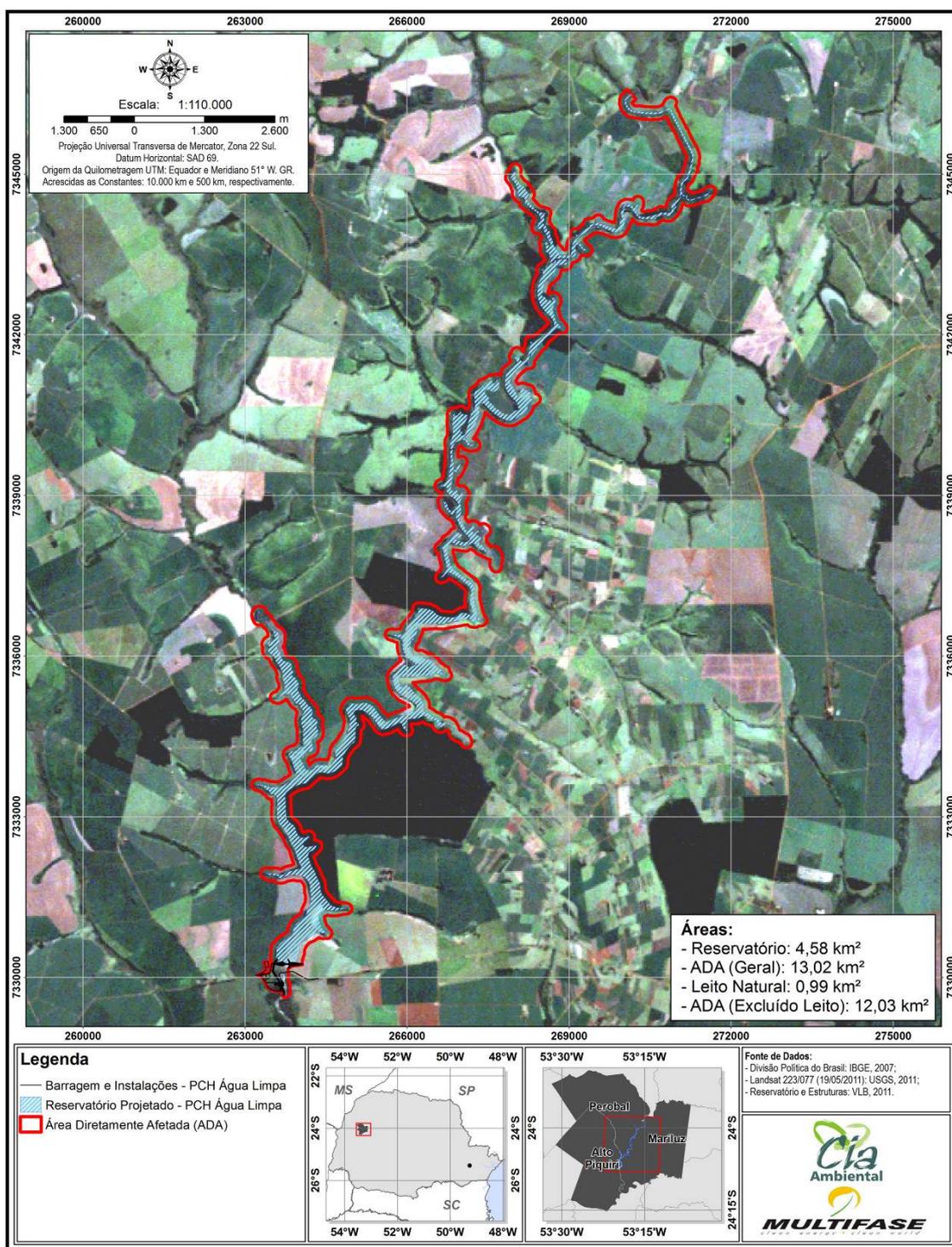


Figura 3 – Limites da área da PCH Água Limpa.

A geologia local apresenta como rocha predominante, no leito do rio, basaltos maciços de coloração escura. A geomorfologia dos terrenos é constituída por solos arenosos provenientes da desagregação dos arenitos Caiuá, tendo abaixo derrames basálticos.

Devido à alta fertilidade do solo da região e a inexistência de locais onde o solo é muito raso, incentivou-se as atividades de monoculturas ou pecuária. A área do entorno do empreendimento é caracterizada pelo uso do solo predominantemente rural, apresentando em seu entorno fazendas destinadas a cultivos agrícolas, com predomínio da cana-de-açúcar, soja e milho, e criação de gado em áreas mais restritas.

Tanto a vegetação quanto a fauna terrestre encontram-se bastante descaracterizadas devido à intervenção antrópica intensa gerada pela prática da agricultura e pecuária. O rio Goio-Erê está inserido nos domínios da Floresta Estacional Semidecidual (Floresta do Rio Paraná), a qual se apresenta extremamente devastada pela ocupação do noroeste do estado, restando apenas pequenas áreas florestadas em locais com terreno mais acidentado. As áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, conservadas em algumas propriedades, estão em sua maioria empobrecidos florística e estruturalmente e invariavelmente se enquadram em fases de sucessão ecológica secundária.

A situação dos mamíferos da área avaliada é semelhante à da cobertura vegetal. De modo geral, a fauna está sujeita a grandes pressões antrópicas, em função da fragmentação do ambiente para dar lugar às atividades agrícolas e pastoris.

Na área do rio Goio-Erê prevista para implantação do reservatório da PCH Água Limpa foi verificada a existência de uma Área Prioritária para Conservação (APC Rio Goio-Erê – Ma166) e de um Assentamento do INCRA (Assentamento Nossa Senhora Aparecida).

As edificações mais próximas à casa de força e canteiro de obras previsto para a sua implantação localizam-se a aproximadamente 1.000 metros a oeste (sede agrícola), e 800 metros a leste (sede agrícola). A área urbana mais próxima é a do município de Paulistânia, a 5,8 km em direção sudoeste.

O acesso à região dos rios em estudo pode ser feito até as cidades mais próximas através de rodovias asfaltadas. O rio Goio-Erê situa-se aproximadamente a 30 km da cidade de Goio-Erê. O trajeto pode ser efetuado partindo-se de Curitiba pela BR 277 e PR 376 passando pela cidade de Ponta Grossa até o cruzamento com a PR 441 (na localidade de Tibagi dos Coreanos aproximadamente 191 km), seguindo então pela PR 441, PR 239 e BR 487 até Campo Mourão (mais aproximadamente 254 km). De Campo Mourão a Goio-Erê o acesso deve ser efetuado pela BR 272 por aproximadamente 88 km. Para alcançar o local do eixo previsto a partir de Goio-Erê deve-se percorrer a PR 180 e PR 468 por 30 Km no sentido de Mariluz e daí seguir por estrada de terra por 32 km até a margem esquerda do Salto Paiquerê, com uma distância total de 595 km.

Para acesso seguro à outra margem, a partir de Campo Mourão, segue-se pelas BR 272, PR 468 e PR 323, percorrendo cerca de 130 km até próximo a cidade de Umuarama (cidade de melhores recursos na região), continuando pelas PR 323, PR 486 e PR 681, até a cidade de Alto Piquiri por mais 37 km. De Alto Piquiri segue-se por estrada pavimentada (PR 480) por aproximadamente 13 km no sentido de Paulistânia (15,50 km de Alto Piquiri), tomando então estrada municipal não pavimentada por mais 4 km até o local do salto Paiquerê. A distância total por esse trajeto é cerca de 630 km. Embora mais distante essa alternativa é mais conveniente pela possibilidade de apoio em Alto Piquiri e Umuarama. A figura 4 mostra a região do rio Goio-Erê e principais acessos.

O empreendimento, suas áreas de influência, a caracterização ambiental do entorno e demais temas relevantes ao estudo foram retratados graficamente na forma de mapas temáticos. Estes mapas atuam como ferramentas na compreensão

das características da relação entre o empreendimento, a comunidade e o meio ambiente.

Os produtos cartográficos desenvolvidos no âmbito do presente projeto foram elaborados com o auxílio do software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) denominado ArcGIS 9.3.1 (ESRI). Todos os dados espaciais estão armazenados no sistema de coordenadas cartesianas e no sistema de projeção UTM (Universal Transverso de Mercator), sendo que o fuso adotado refere-se ao 22 sul. O *datum* horizontal corresponde ao SAD-69 (Datum Sulamericano de 1969), enquanto que o *datum* vertical ao de Imbituba/SC.

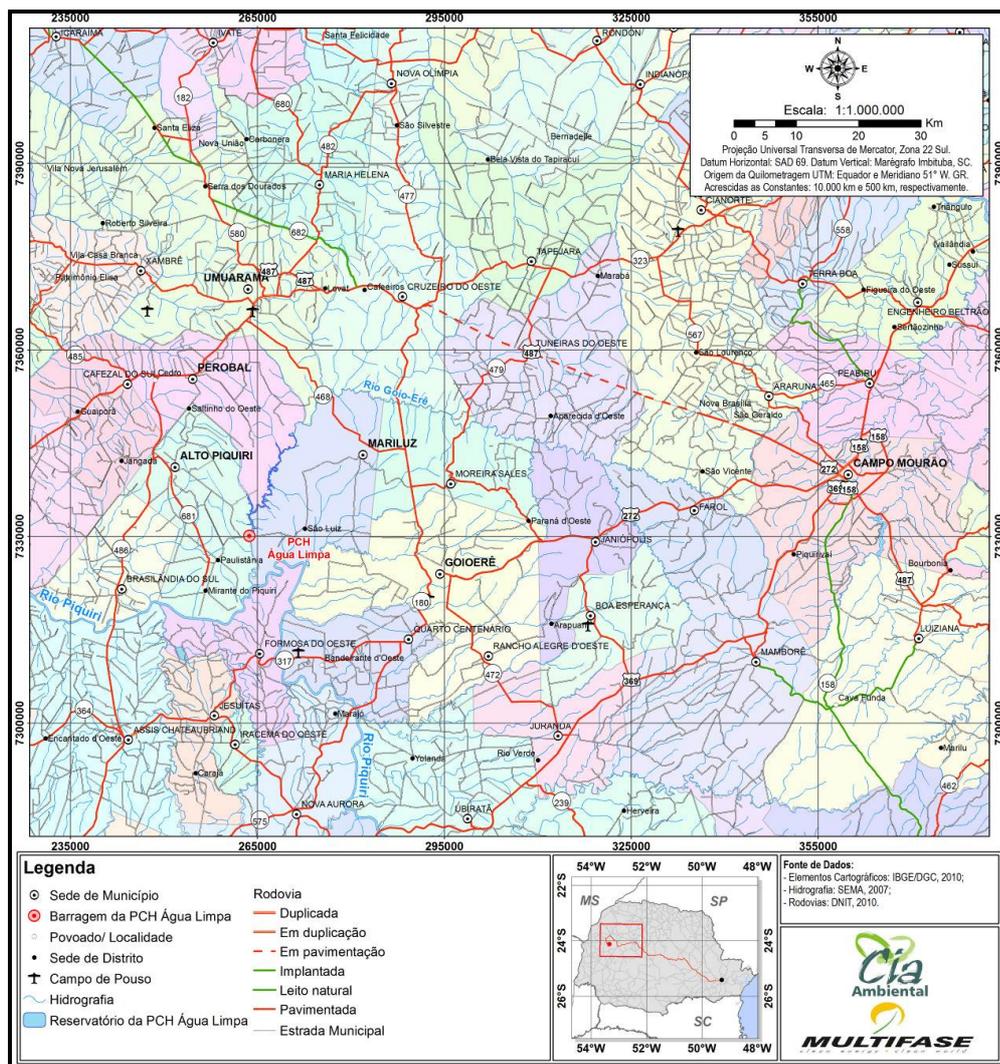


Figura 4 – Mapa de acessos à PCH Água Limpa.

Na tabela a seguir são detalhados os produtos cartográficos construídos, seu formato, os dados que o compõe e suas fontes.

Tabela 2 – Produtos cartográficos.

Produto Cartográfico	Plano de informação	Fonte, Ano
01 - Mapa da Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico (Escala: 1:50.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Imagens CBERS 2B (HCR)	INPE, 2008
	Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
02 - Área de Influência Indireta (AI) dos Meios Físico e Biótico (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
03 - Área Diretamente Afetada (ADA) e Áreas de Influência Direta (AID e AID Restringida) do Meio Socioeconômico (Escala: 1:125.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
04 - Área de Influência Indireta (AI) do Meio Socioeconômico (Escala: 1:450.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Cartográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
05 - Mapa de Áreas Urbanas (Escala: 1:450.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Cartográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Áreas Urbanas, Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
06 - Mapa de Rede de Drenagem (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Estações Fluviométricas	ANEEL, 2011
07 - Mapa Geológico (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Geologia	Mineropar, 2001
08 - Mapa de Localização Dos Direitos Minerários e Recursos Minerários (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Direitos Minerários e Localização Parcial dos Recursos Minerários	DNPM, 2011

Produto Cartográfico	Plano de informação	Fonte, Ano
09 - Mapa de Unidades Aquíferas (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Unidades Aquíferas - Unidades Aquíferas do Estado do Paraná	ITCG, 2008
	Geologia do Paraná	Mineropar, 2001
10 - Mapa Hipsométrico (1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
11 - Mapa de Declividade (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Classes de Declividade	Embrapa, 1979
12 - Mapa Geomorfológico (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná, Folhas Cascavel e Umuarama (1:250.000)	Mineropar, 2006
13 - Mapa Pedológico (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Solos	IAPAR, 2008
14 - Mapa da Suscetibilidade Geopedológica (1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Áreas Prioritárias para Conservação	MMA, 2007
15 - Mapa de Aptidão Agrícola (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográficas - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Aptidão Agrícola	IBAMA, 2007
16 - Áreas de Preservação Permanente (Escala: 1:50.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica: Fusão CBERS 2B (HCR)	INPE, 2008
	Imagem Landsat 5 TM	Max Gaia, 2011
	Áreas de Preservação Permanente	Max Gaia, 2011
17 - Mapa de Propriedades e Construções Atingidas pelo Reservatório e Área de	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Fusão CBERS 2B (HCR)	INPE, 2008

Produto Cartográfico	Plano de informação	Fonte, Ano
Preservação Permanente (APP)	Identificação de Propriedades e Construções de Entorno	Cia Ambiental, 2011
18 - Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Áreas Prioritárias para Conservação	MMA, 2007
19 - Mapa de Unidades de Conservação (Escala: 1:300.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
20 - Mapa de Formações Fitogeográficas (Escala: 1:300.000)	Unidades de Conservação	IBAMA, 2008
	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Cartográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
21 - Mapa de Uso do Solo (Escala: 1:50.000)	Formações Fitogeográficas do Estado do Paraná	ITCG, 2009
	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica e Uso do Solo: Fusão CBERS 2B (HCR)	INPE, 2008
22 - Mapa de Caracterização Pluviométrica e Climática (Escala: Indicada)	Imagem Landsat 5 TM	NASA, 2009
	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Estações Pluviométricas	ANA, 2011
23 - Mapa de Localização de Projetos de Assentamentos Agrários (Escala: 1:300.000)	Unidades Climáticas do Brasil: Diagnóstico Brasil	IBGE, 1990
	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	IBGE, vários
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
24 - Mapa de Localização dos Pontos de Captação de Água (Escala: 1:300.000)	Projetos de Assentamentos Agrários	INCRA, 2009
	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	DSG, 1998
	Altimetria - SRTM	Embrapa, 2005
	Pontos de Captação de Efluentes, Dados de Recursos Hídricos do Estado do Paraná	Instituto das Águas do Paraná, 2011
25 - Mapa de Localização dos Pontos de Campo (Escala: 1:30.000)	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007
	Base Cartográfica - Cartas Topográficas (1:250.000)	IBGE, vários
	Pontos de Campo	Cia Ambiental, 2011
26 - Mapa de Situação do	Divisão Política do Brasil	IBGE, 2007

Produto Cartográfico	Plano de informação	Fonte, Ano
Empreendimento e Instalações Projetadas (Escala: 1:2.500)	Base Cartográfica e Uso do Solo: Fusão CBERS 2B (HCR)	INPE, 2008
	Projeto de Engenharia: Planta de Locação do Canteiro de Obras	Cia Ambiental, 2011

Os mapas são apresentados no Anexo III deste EIA, em folhas formato A2, por permitirem a representação das feições e imagens desejadas nas escalas consideradas adequadas ao empreendimento.

2.2.1. Objetivos

O empreendimento PCH Água Limpa tem como principal objetivo a geração de energia elétrica de forma interligada ao Sistema Integrado Nacional (SIN) visando auxiliar no atendimento à demanda por energia elétrica no país.

A potência ótima a ser instalada na PCH Água Limpa é de 23,6 MW que, para a queda de projeto de 32,20 m, corresponde a um engolimento máximo de 80,60 m³/s. A energia média gerada ou energia assegurada será de 111,6 GWh/ano (13,14 MWmed). O fator de capacidade médio estará em 0,54, o que representa um índice favorável de aproveitamento dos recursos naturais.

Considerando a matriz energética do país e o amplo potencial hidrelétrico disponível ainda a ser explorado, bem como a crescente demanda do mercado consumidor, as Pequenas Centrais Hidrelétricas despontam como alternativas em vista das demandas por investimentos competitivos associados à redução de impactos ao meio ambiente. Quando levadas em conta questões ambientais, verifica-se que estes empreendimentos acarretam impactos ambientais significativamente reduzidos e localizados, quando comparados a outras formas de geração. Desta forma, a implantação da PCH tem como objetivo a geração elétrica com o menor impacto ambiental.

As PCHs contribuem ainda para a maior estabilidade energética em consonância com a demanda de regiões de grande consumo e para a descentralização locacional das fontes produtoras de energia no contexto da vasta territorialidade nacional.

A PCH Água Limpa representará significativo aporte de energia e contribuirá para o desenvolvimento da região onde está inserida. Localizada entre os municípios paranaenses de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal, no rio Goio-Erê, a PCH Água Limpa está inserida em uma região de municípios de pequeno porte. Sua população é, em sua maioria, urbana, existindo muito poucas famílias residindo em área rural. Os níveis de desemprego encontram-se elevados e há poucas possibilidades de dinamização das economias locais. Neste contexto, os novos empreendimentos que se avizinham em função da instalação da PCH Água Limpa são um alento para muitos trabalhadores e para aquecer e dinamizar as economias municipais.

2.2.2. Justificativas

A energia hidrelétrica tem se mostrado como uma das importantes fontes de energia no país, atingindo índices muito acima das médias mundiais. Enquanto no país 43,9% da matriz energética é derivada de fontes renováveis, inclusive hidrelétrica, a média mundial é de apenas 14%, e nos países desenvolvidos apenas 6% (MME, 2011).

Apesar desta elevada participação da hidroeletricidade, o Brasil utiliza apenas 20% do seu potencial. E é neste cenário que se inserem as PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Segundo definição da ANEEL, Resolução nº 394 de 04/12/1998, são consideradas PCHs “os empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou

inferior a 3,0 km²". A resolução alterou antigo critério baseado simplesmente na capacidade instalada, estendendo as questões relacionadas ao impacto ambiental e à segurança.

Visando estimular a produção de energia elétrica a partir de fontes alternativas, o Governo Federal instituiu em 2002, através da Lei nº 10.438, o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. Seu objetivo é ampliar a participação de empreendimentos com base em energia eólica, biomassa e PCHs na produção de energia elétrica.

Com este procedimento, o governo brasileiro buscou a diversificação da matriz energética e assim ampliar a segurança energética. Além disto, ao possibilitar a regionalização da produção energética segundo as características locais, permite a geração de emprego e renda, assim como a capacitação técnica ao longo do país. A previsão do PROINFA é a instalação de 63 PCHs, totalizando 1.191,24 MW, com garantia de contratação durante 20 anos pela ELETROBRÁS (ELETROBRÁS, 2011). Como afirma Pigatto (2004),

Este programa tem o mérito inquestionável de colocar o Brasil em um patamar de destaque na área de energia no cenário mundial. Além de ser implantadas unidades de geração de energia em plena sintonia com o meio ambiente, reconhecidamente de baixíssimos impactos ambientais, estará desenvolvendo, neste País de dimensões continentais, os verdadeiros conceitos de geração distribuída.

Pode-se desta forma visualizar as PCHs como promotoras dos seguintes benefícios:

- Geração de emprego e renda de forma descentralizada;
- Segurança energética;
- Geração de energia descentralizada;
- Menor impacto ambiental quando vistas isoladamente;
- Fonte de energia limpa e renovável.

Hoje as PCHs respondem por 3,8%¹ da energia produzida no país, havendo previsão de chegar a 8%, ao considerar o potencial de instalação de 25 mil megawatts.

Considerando o Balanço Energético Nacional - BEN, mais de 76% da energia elétrica produzida no país tem origem hidráulica, mostrando a importância desta fonte à base de recursos renováveis. A capacidade instalada das centrais elétricas do país atingiu 106.215 MW. Houve no ano de 2009 um aumento da capacidade instalada de 2%, sendo que a energia hidráulica respondeu por 67,4% deste incremento.

A energia elétrica é no Brasil responsável por alimentar importantes atividades econômicas, não apenas no que se refere ao consumo interno como também para exportação. Como pode ser visto na figura a seguir, importantes segmentos que respondem pela dinâmica socioeconômica do país e grandes geradores de emprego, têm sua matriz energética assentada fortemente na energia elétrica.

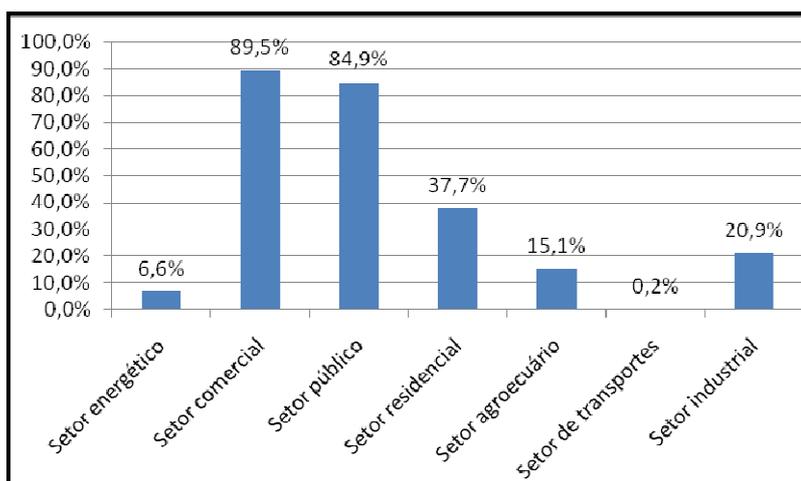


Figura 5 – Participação % do consumo de energia elétrica no total da matriz energética de cada setor no Brasil – 2009.

Fonte dos dados brutos: EPE. BEN 2010.

¹ ANEEL. Banco de Informações de Geração.

De todo o consumo de energia elétrica, 43,7% é consumido pelo setor industrial. A este, há que adicionar o consumo dos setores tipicamente urbanos, comércio, setor público e residencial, o que equivale a 47,6%, respondendo assim por mais de 90% do consumo de toda a energia elétrica do país.

No setor industrial, tradicionalmente, os setores intensivos no consumo de energia têm respondido por parte importante do crescimento do país e pelas exportações. A figura a seguir sinaliza a relevância da energia elétrica para o desempenho da indústria brasileira. Entre os maiores consumidores estão os setores associados às atividades minero-metalúrgicas, como ferro gusa e aço, ferroligas, mineração e pelletização. A participação deste setor nas exportações girou em torno de 23,5% do total nacional em 2010 (MME, 2011).

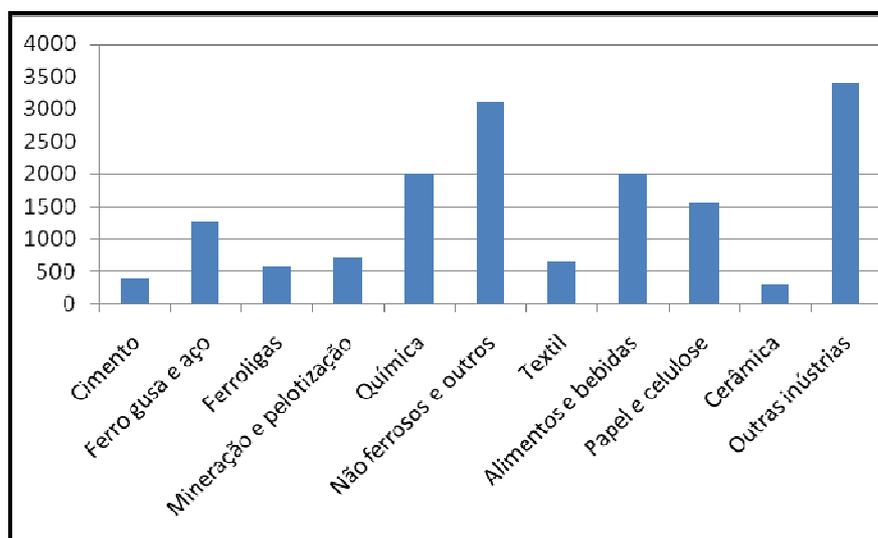


Figura 6 – Consumo de energia elétrica de ramos industriais no Brasil – 2009

Fonte dos dados brutos: EPE. BEN 2010.

Ademais, ao avaliar a participação da energia elétrica no consumo destes setores é possível observar a importância desta variável para o crescimento econômico do país. Segmentos caracterizados por sua relevância na exportação assim como na geração de emprego têm na energia elétrica insumo de grande

significado. É o caso, além do setor de mineração que tem se destacado na balança comercial, do segmento têxtil, de alimentos e bebidas, na geração de empregos.

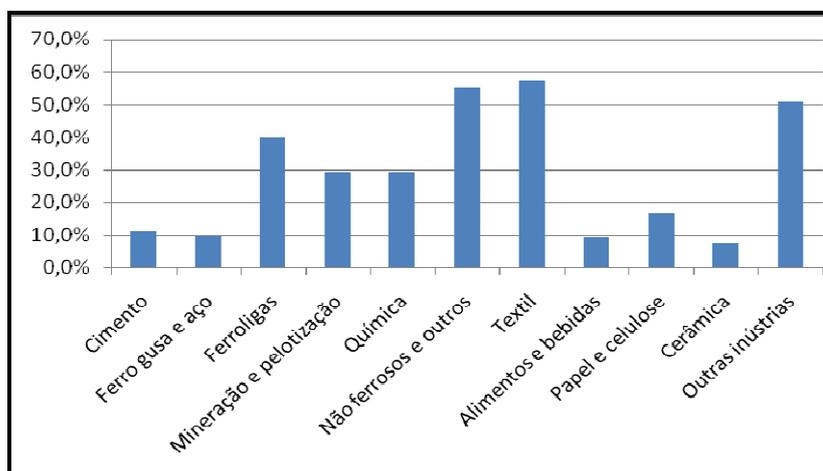


Figura 7 – Participação em % do consumo de energia elétrica no total da matriz energética de cada ramo industrial no Brasil – 2009.

Fonte dos dados brutos: EPE. BEN 2010.

Visando ampliar a geração de energia a partir de fontes renováveis, como parte integrante do pacote de incentivos do Governo Federal para a implantação de PCHs, o BNDES oferece financiamento para até 80% do empreendimento, com carência de até seis meses após a conclusão do projeto e amortização de até doze anos. A ELETROBRÁS garante a compra da Energia Assegurada.

Há, assim, um conjunto de incentivos governamentais para o crescimento do setor que se justifica diante da importância da energia elétrica no país e das vantagens comparativas das PCHs. Pode-se dizer que o Brasil sempre se caracterizou pela produção de energia a partir de fontes renováveis e que apesar do aumento da participação de outros tipos de energia na matriz nacional, é uma característica do modelo de desenvolvimento do país.

As perspectivas de crescimento da economia brasileira que se vislumbram para um cenário de médio a longo prazo apontam para a emergência na definição de estratégias que garantam a expansão da oferta energética.

Considerando o mesmo modelo adotado por países em nível mais elevado de desenvolvimento econômico, a perspectiva de crescimento traz em seu bojo o aumento do consumo de energia.

Do ponto de vista ambiental, o Brasil tem apresentado historicamente um desempenho favorável em termos energéticos em relação à média dos países industrializados. A introdução do etanol, a redução do uso da lenha e do carvão e o aumento da hidroeletricidade e de outras fontes de energia renováveis, como é o caso da energia eólica, respondem sobremaneira por este comportamento. Assim, a busca da sustentabilidade da matriz energética brasileira passa necessariamente por fontes de energia renováveis, em especial pela hidroeletricidade.

Cabe, pois, inserir o empreendimento em questão em uma perspectiva de contribuição ao aumento da demanda de energia elétrica no Brasil, tanto em função do crescimento econômico quanto do incremento da população e da renda, com vantagens comparativas em termos ambientais e sociais, podendo contribuir na geração de emprego e renda, na segurança energética e na geração de energia de forma descentralizada. Pode ser assim avaliada enquanto um elemento indutor de desenvolvimento.

Deve-se analisar, também, que o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE, afirma que a hidroeletricidade tem ainda como uma das suas vantagens comparativas o fato de ser “passível de ser implementada e atendida pelo parque industrial brasileiro com mais de 90% (noventa por cento) de bens e serviços nacionais” (EPE, 2009, p. 12). O plano prevê uma ampliação da capacidade instalada das PCHs em mais de 95% no período de 2008 a 2017. A previsão é de uma expansão da participação das PCHs de 3,9% para 5,0%, conforme figura a seguir.

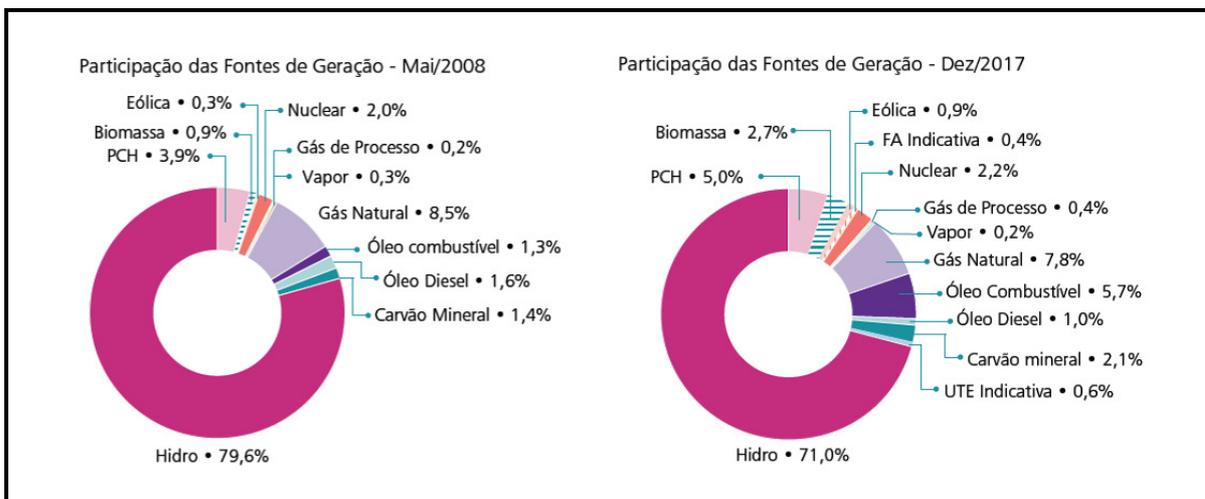


Figura 8 – Evolução da participação dos diversos tipos de fonte (% de capacidade instalada)

Fonte: EPE. PDE 2008-2017.

No caso da PCH Água Limpa, além das vantagens já enunciadas, vale ressaltar a desnecessidade de longos percursos das linhas de transmissão para interligação ao Sistema Interligado Nacional – SIN, reduzindo as perdas de energia. Conforme estudo do IPEA (2011, p. 12), “o crescimento da demanda de energia elétrica e a localização das fontes de geração relativamente afastada do centro de consumo acarretam a necessidade da elevação dos níveis de tensão de transmissão, bem como o aumento da quantidade de linhas de transmissão e de subestação para possibilitar a necessária capacidade de transporte”.

2.2.3. Descrição do Empreendimento

A PCH Água Limpa será localizada no rio Goio-Erê, Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (Bacia 06 e Sub-bacia 64). Considerando a área do barramento, construções e reservatório, o empreendimento está inserido nos municípios de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal, no Estado do Paraná. A tomada d’água situa-se na margem direita do rio Goio-Erê, em seu quilometro 14, a partir da foz no rio Piquiri.

Os estudos de inventário para o rio Goio-Erê, aprovados pelo Despacho ANEEL nº 321/2002, identificaram seis aproveitamentos neste rio (figura 22). A

divisão de quedas para o rio Goio-Erê, definida pelos estudos de inventário, é apresentada através da figura 9, referente ao desenho 05 do Projeto Básico (310-AL-00005), disponível no Anexo II deste EIA.

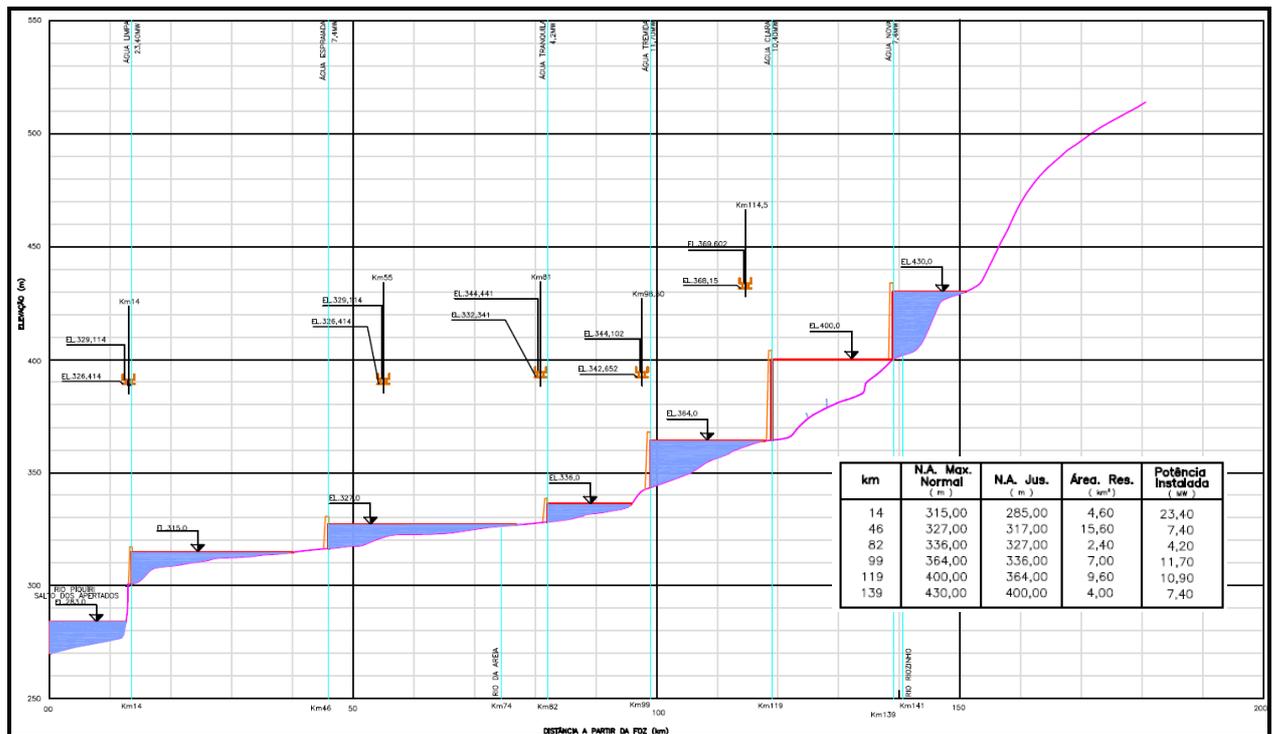


Figura 9 – Divisão de quedas do rio Goio-Erê.

Até 2011, nenhum dos aproveitamentos identificados havia sido implantado, não havendo barramentos para finalidade de geração elétrica no rio Goio-Erê. As estruturas hidráulicas existentes ou previstas para a Bacia do rio são melhor descritas junto ao histórico do empreendimento (item 2.2.4).

Após o estudo de inventário seguiu-se com os estudos detalhados de cada PCH prevista. O Projeto Básico da PCH Água Limpa foi desenvolvido pela COPEL Geração S.A, por intermédio da COPEL AMEC S/C Ltda., para a MULTIFASE Centrais de Energia da Brasil Ltda., entre os meses de Abril/2002 e Outubro/2002. As informações contidas no presente item de descrição do empreendimento foram baseadas nos dados disponibilizados neste documento, bem como no Estudo Hidrológico revisado, no Estudo de Alternativas e Estudo de

A tabela a seguir apresenta as principais características da PCH Água Limpa.

Tabela 3 – Dados gerais da PCH Água Limpa.

Característica	Valor
Bacia	06
Sub-bacia	64
Área de drenagem (km ²)	2.941
Vazão média de longo termo (m ³ /s)	58,79
Vazão sanitária (m ³ /s)	7,48
Vazão máxima de engolimento (m ³ /s)	80,60
Nível d'água a montante máximo maximorum (NAMmax)	318,52
Nível d'água a montante máximo normal (NAM)	315,00
Nível d'água a montante mínimo (NAMmin)	313,00
Nível d'água a jusante normal (NAJ)	283,00
Depleção máxima do reservatório (m)	2,0
Volume útil (m ³)	6,9 10 ⁶
Volume no nível máximo operacional (m ³)	14,8 10 ⁶
Volume no nível mínimo operacional (m ³)	7,9 10 ⁶
Área do reservatório (km ²)	4,58
Queda líquida de referência (m)	32,00
Altura máxima do barramento (m)	18,0
Potência instalada (MW)	23,6
Fator de capacidade	0,54
Energia média anual (GWh/ano)	111,6

2.2.3.1. Barramento

A barragem/vertedouro será em concreto compactado a rolo na porção principal, posicionados sobre fundação de rocha. O fechamento do barramento, nas ombreiras direita e esquerda será feito por barragem de terra, resultando em extensão total entre as margens de cerca de 500 m.

A estrutura de concreto tem altura máxima sobre a fundação de 17,0 m, estando previsto sobre o coroamento na 320,00 m e está previsto um parapeito de concreto na 321,00 m.

As sondagens mostraram que as condições de fundação da barragem do eixo selecionado, são boas, com baixa cobertura de solo. A fundação deverá situar-se inteiramente sobre basaltos do tipo maciços, pouco a medianamente fraturados.

O sistema de drenagem interno será constituído por filtros verticais ou inclinados e tapetes horizontais, além de drenos de pé, conforme definido em projeto.

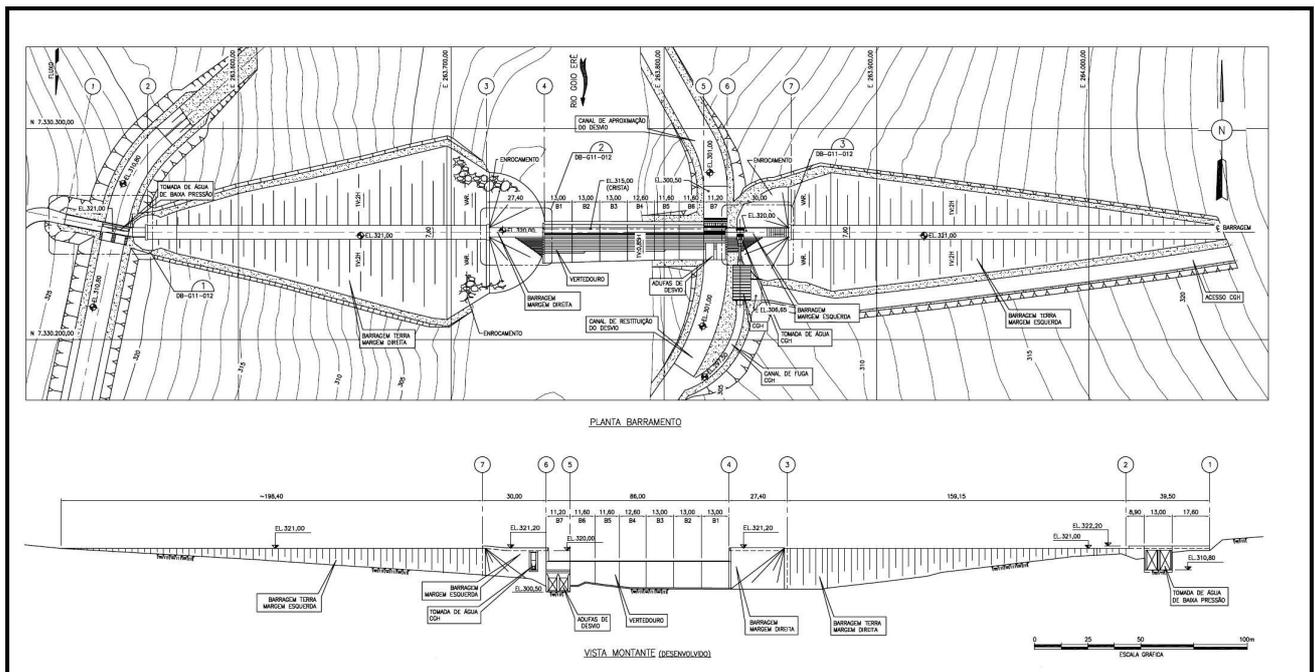


Figura 11 -Planta e vista montante do barramento.

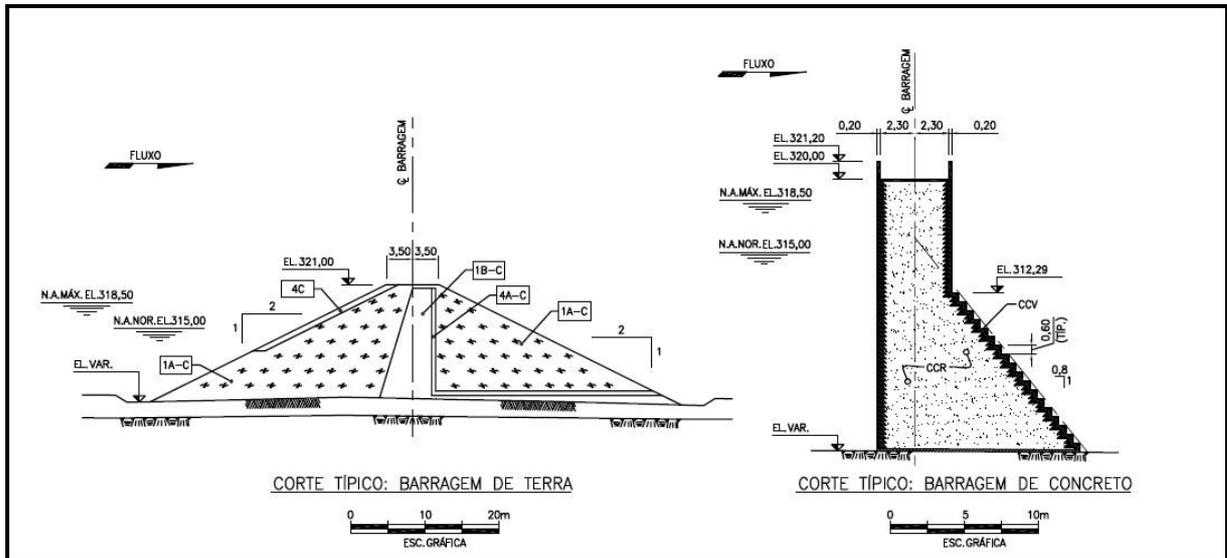


Figura 12 - Cortes típicos - Barragem de terra e de concreto.

2.2.3.2. Vertedouro

O vertedouro, situado no leito do rio, com soleira livre, possui 86,00m de extensão. Foi dimensionado para escoar uma vazão de 1.261 m³/s, correspondente à cheia com período de recorrência de 1.000 anos, com soleira na cota 315,00m e nível d'água máximo maximorum do reservatório na cota 318,50m.

A escolha do tipo de vertedouro foi determinada pela topografia do local, que favorece a implantação de uma soleira vertente com bacia de dissipação do tipo convencional, para restituição das vazões para o rio Goio-Erê. Optou-se então pela solução do vertedouro em perfil Creager.

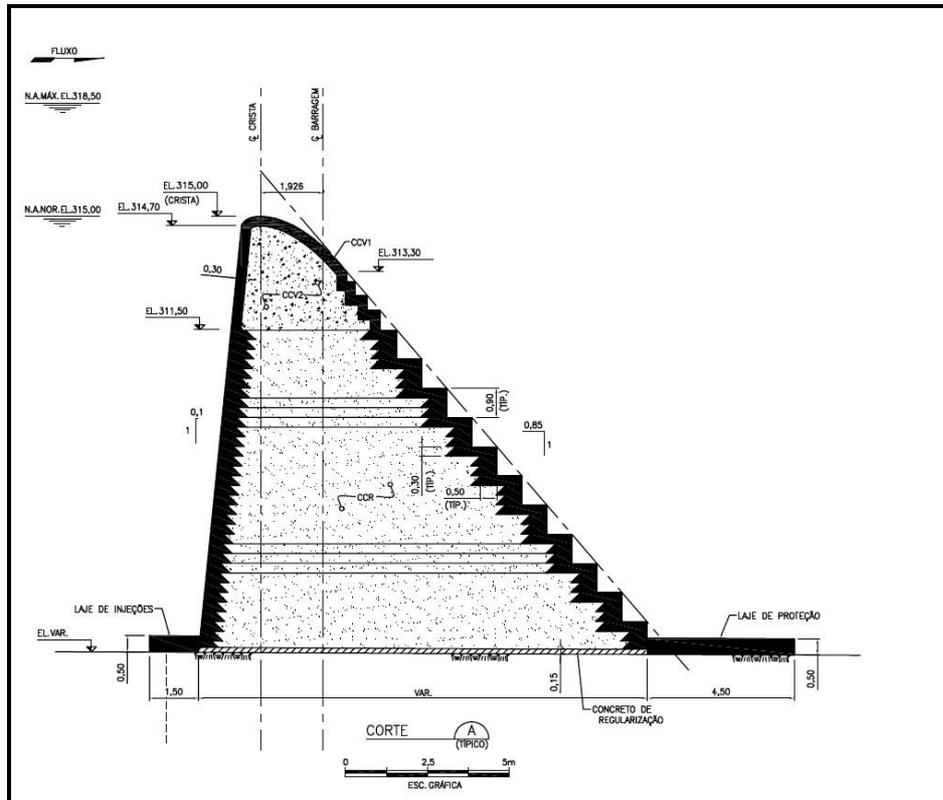


Figura 13 - Corte do vertedouro

2.2.3.3. Circuito de Geração (Canal de Adução, Tomada d'água e Casa de Força)

As águas do reservatório serão conduzidas por um canal de adução na margem direita do rio até a tomada d'água, com aproximadamente 500 metros de extensão total e largura de 11,00m. A tomada d'água de alta pressão, com soleira na cota 305,75m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolvem-se, a céu aberto, os dois condutos forçados, com 3,75m de diâmetro.

A casa de força será abrigada contendo duas unidades geradoras do tipo Kaplan S Montante. A turbina do tipo Kaplan é recomendada para empreendimentos com pequena queda útil, de até 30 metros, e grande vazão. O rotor dessas turbinas assemelha-se a um propulsor de navio (similar a uma hélice). Permite variar o ângulo de inclinação das pás dessa hélice conforme a descarga, sem variação

apreciável do rendimento, fato que lhe confere grande capacidade de regulação. A especificação “S” se refere ao fato da turbina apresentar seu eixo na direção horizontal. Conforme avaliação realizada pela VLB Engenharia Ltda. em 2011, a turbina tipo Kaplan S Montante mostrou-se mais adequada às condições atuais de projeto em detrimento das unidades geradoras do tipo Francis de eixo vertical, consideradas primeiramente pela COPEL. A potência da usina será de 23,6 MW, correspondendo a energia firme de 12,74MW, equivalente a geração anual de 111,6 GWh/ano.

O canal de adução não possui extravasor e por conta disso, o canal será provido de maior borda livre. O seu eixo localiza-se em região de topografia mais alta, e assim, o escoamento de adução é contido quase que totalmente em rocha, sem necessidade de proteção de taludes e diques de contenção em sua extensão toda, somente um pequeno trecho de jusante tem necessidade de diques de contenção.

Para a retenção das águas, no entorno da estrutura da tomada de água, bem como para proteção contra oscilações de nível de água, são previstos diques de solo compactado com altura variável e coroamento na elevação 320,00m. Serão construídos com solos argilosos provenientes das escavações programadas, em camadas com espessuras soltas não maiores do que 0,30m, sobre terreno natural, após ser removida a camada vegetal. Ambos os diques, do lado direito e esquerdo da tomada de água, terão os taludes de montante e jusante com inclinação de 1,5H:1,00V. Os diques serão executados em seção de terra homogênea.

A vazão ecológica a ser preservada no trecho de rio entre o barramento e canal de fuga deve ser definida entre a vazão cênica de 1,96 m³/s ou vazão mínima ambiental, de 7,48 m³/s. Caso seja confirmada a manutenção da vazão em maior monta, será possível o desenvolvimento de estudo de aproveitamento energético no pé da barragem, com instalação de CGH.

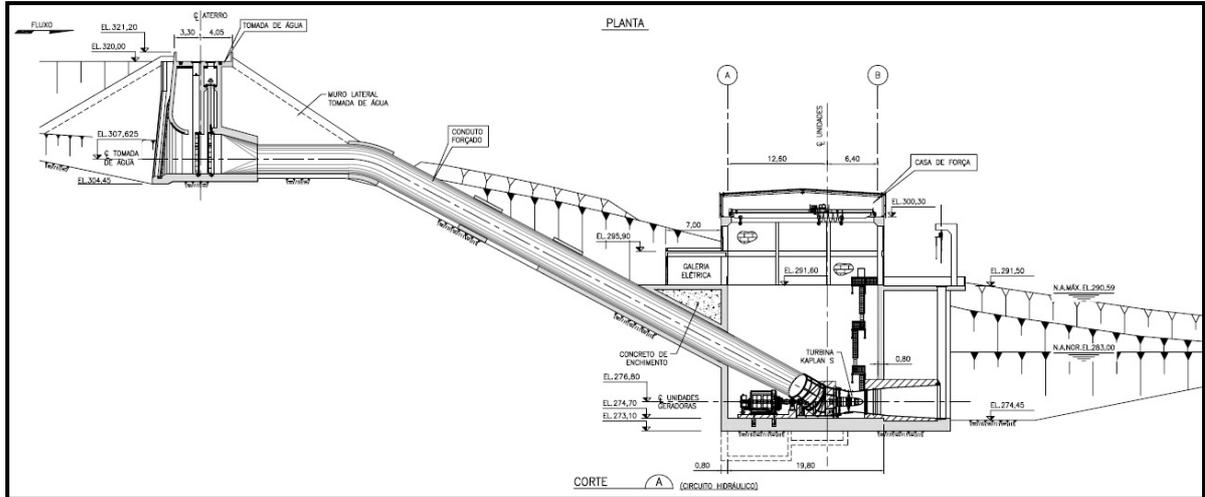


Figura 14 – Circuito de geração - corte transversal.

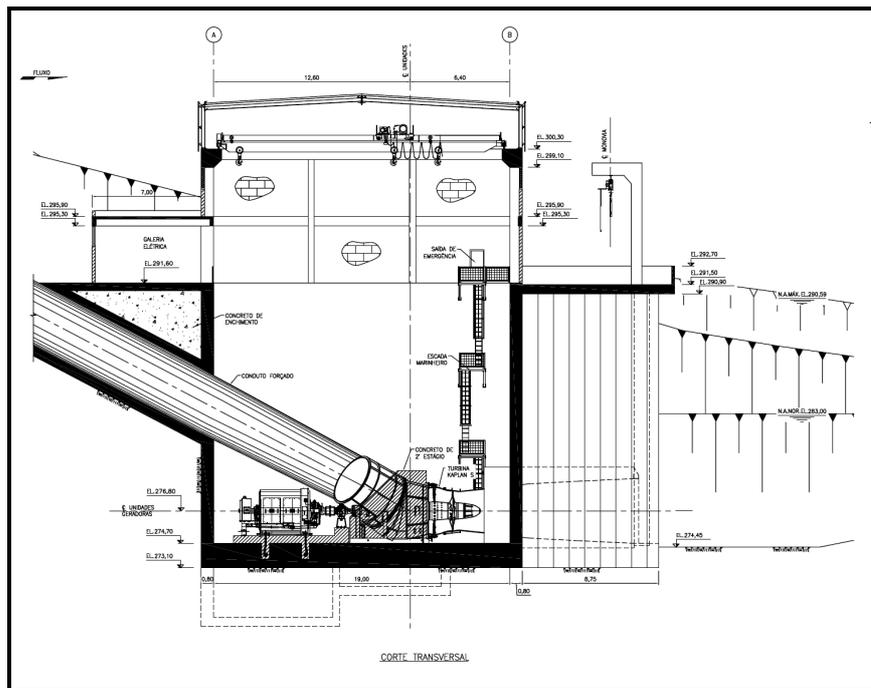


Figura 15 - Casa de força - corte transversal

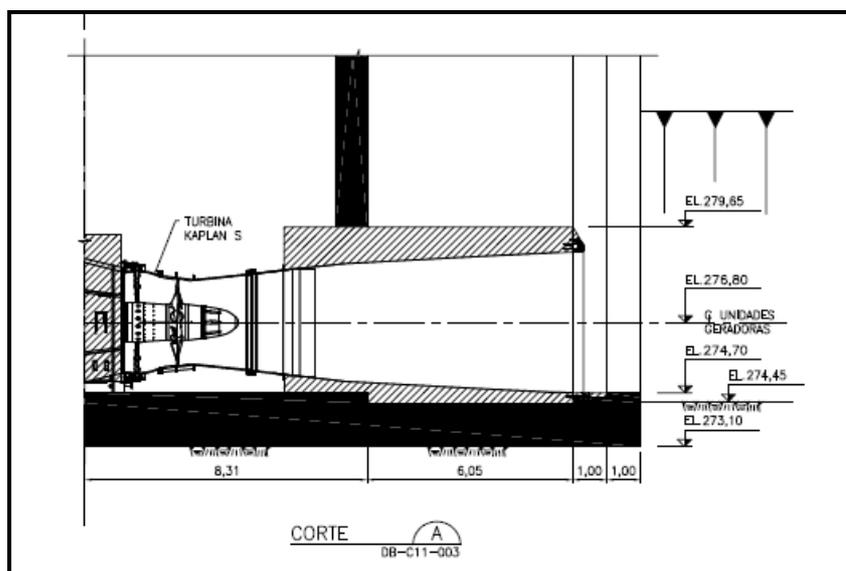


Figura 16 - Posição das turbinas

2.2.3.4. Reservatório

A área inundada pelo reservatório, incluindo-se o leito natural do rio, no seu nível máximo normal (315,0 m) é de 4,58 km², está incluída nesse valor a área do leito do rio, de 0,99 km². As principais características do reservatório estão dispostas na Tabela 4.

Tabela 4 – Características do reservatório

Característica do reservatório	Valor
Nível d'água a montante máximo normal, a fio d'água do reservatório (m)	315,00
Nível d'água a montante máximo maximum (TR=1000 anos) (m)	318,52
Nível d'água a montante mínimo operacional (m)	313,00
Nível d'água a jusante na condição final(m)	283,00
Nível d'água a jusante na condição inicial (m)	282,00
Queda bruta máxima aproveitada na condição final (m)	32,00
Queda bruta máxima aproveitada na condição inicial (m)	33,00
Volume útil (m ³)	6,9 10 ⁶
Volume no nível máximo normal (m ³)	14,8 10 ⁶
Volume no nível mínimo operacional (m ³)	7,9 10 ⁶
Área do reservatório (km ²)	4,58

A condição final se refere à operação da UHE Apertados, prevista para ser instalada no Rio Piquiri, a jusante da PCH Água Limpa.

2.2.3.4.1. Vida Útil

Conforme Projeto Básico elaborado pela COPEL, a estimativa da vida útil da PCH Água Limpa foi realizada para a cota 310,00 m, correspondente à elevação do canal de adução.

Os seguintes dados da PCH Água Limpa foram considerados para o cálculo do assoreamento de seu reservatório:

- $A = 2941 \text{ km}^2$ (área de drenagem)
- $Q_L = 54,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (vazão líquida de longo período, conforme estudo hidrológico apresentado no Projeto Básico)
- $V_m = 1719 \text{ hm}^3$ (volume afluyente médio anual)
- $Q_{st} = 336 \text{ ton/dia}$ (descarga sólida média de longo período)
- $G = 1,095 \text{ ton/m}^3$ (peso específico dos sedimentos)
- $NAM_{max} = 315,00 \text{ m}$ (nível d'água a montante máximo normal de operação)
- $V_{315,00} = 14,98 \text{ hm}^3$ (volume do reservatório no NA máximo normal)
- $V_{310,00} = 2,51 \text{ hm}^3$ (volume do reservatório na elevação de fundo do canal de adução)

A partir da descarga sólida total de longo período (Q_{st}) determinou-se o deflúvio sólido total anual, acrescido de 50% como uma prevenção contra erros de estimativa e para contemplar um possível aumento da produção de sedimentos na bacia, resultando num valor de 183.996 ton/ano. Com este valor e o valor da eficiência de retenção (0,0087), foi calculado o peso do sedimento retido no reservatório por ano, no valor de 71.747 ton/ano.

O volume de sedimentos retidos no reservatório durante um ano, que é a relação entre o peso dos sedimentos e o seu peso específico, é de 65.515 m³.

Com este volume anual de sedimentos acumulados no reservatório, o tempo necessário para o assoreamento atingir a cota 310 m seria de aproximadamente 103 anos, o que é superior à vida útil da usina.

2.2.3.4.2. Condições de Enchimento do Reservatório

As simulações do enchimento inicial do reservatório de PCH Água Limpa tiveram por base os dados da série histórica de vazões médias mensais, diminuídos de 50% da vazão mínima com 10 anos de recorrência e 7 dias de duração (9,84 m³/s), e seu início, a partir do fechamento das adufas de desvio, podendo ocorrer em qualquer um dos meses do ano.

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir, que mostra os tempos necessários para ser atingido o nível d'água a montante máximo normal de operação (315 m), considerando o início do enchimento no primeiro dia de cada um dos meses do ano.

Tabela 5 - Número provável de dias para atingir a cota 315,00 m com vazão sanitária de 9,84 m³/s

PROBABILIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
25%	2,8	2,9	3,5	4,2	3,3	3,1	3,4	3,9	3,5	2,8	3,1	2,5
50%	3,8	3,5	4,5	5,0	4,9	4,4	5,1	5,3	5,2	4,5	4,4	3,6
75%	5,7	5,3	5,6	7,5	6,6	6,6	6,4	7,8	7,1	6,4	6,5	5,6
90%	8,0	6,8	8,7	10,9	10,2	10,6	9,4	10,1	9,8	7,8	9,0	9,2
95%	9,2	8,2	9,3	11,1	11,6	11,2	9,9	11,0	10,3	9,8	10,3	9,9
99%	11,5	9,6	11,7	12,1	12,3	18,2	11,4	12,8	13,0	10,0	11,6	16,2

Tabela 6 - Número provável de dias para atingir a cota 310,00 m.

PROBABILIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
25%	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
50%	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6
75%	1,0	0,9	0,9	1,3	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	0,9
90%	1,3	1,1	1,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,3	1,5	1,5
95%	1,6	1,4	1,6	1,9	1,9	1,9	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,7
99%	1,9	1,6	2,0	2,0	2,1	3,1	1,9	2,1	2,2	1,7	2,0	2,7

Uma análise das tabelas anteriores mostra que, do ponto de vista hidrológico, os meses mais favoráveis para o enchimento do reservatório são dezembro, janeiro e fevereiro.

Para qualquer mês do ano, o enchimento do reservatório até o nível 315,00 será realizado num prazo máximo de 6,8 a 10,9 dias, com 90% de probabilidade e considerando uma vazão ambiental.

Como se pretende utilizar o descarregador de fundo ao final do canal de adução para prover uma vazão mínima a jusante durante o enchimento do reservatório. Verifica-se, observando a tabela 6, que se iniciando o enchimento do reservatório em qualquer mês de janeiro a abril, em dois dias há 99% de probabilidade de se iniciar o extravasamento pelo canal de adução. Apenas no mês de junho é que a partir de 3,1 dias, existe 99% de probabilidade de haver extravasamento pelo descarregador de fundo ao final do canal de adução. Durante esse período inicial de enchimento, haverá a descarga através do dispositivo de vazão sanitária (valor previsto de 7,48 m³/s).

2.2.3.4.3. Tempo de Residência

O tempo de residência, parâmetro importante em estudos de qualidade de água, é definido como o intervalo de tempo em que uma determinada quantidade de água permanece no reservatório. Pode, também, ser entendido como a razão do volume do reservatório pela vazão média afluente.

O tempo de residência foi obtido pela relação entre o volume para o N.A. Normal e a vazão média de longo período. Para a PCH Água Limpa, com o volume do reservatório de $14,98 \times 10^6 \text{ m}^3$ no nível d'água máximo normal e uma vazão média de longo período de $58,79 \text{ m}^3/\text{s}$, o tempo de residência é de 2,95 dias.

2.2.3.4.4. Remanso

O cálculo de remanso foi efetuado para avaliar a influência do reservatório a montante do eixo da PCH Água Limpa. Para o cálculo do remanso foi utilizado o programa computacional HEC-2.

A definição da área do reservatório considerando o nível máximo normal através de levantamento topográfico realizado no ano de 2002, além de detalhamentos elaborados em 2011, é apresentada no Capítulo 4 deste EIA (Definição da Área do Reservatório).

2.2.3.5. Desvio do Rio

O desvio do rio será realizado em duas fases, com a construção de adufas na margem esquerda do eixo do barramento. Na primeira fase, a seção de escoamento do rio sofrerá uma ligeira redução com o lançamento da ensecadeira de 1ª fase, formando um cordão pela margem esquerda.

A máxima velocidade obtida junto à ensecadeira será de $2,73 \text{ m/s}$ para a passagem de uma vazão de $257 \text{ m}^3/\text{s}$, indicando a necessidade de enrocamento de proteção com $d_{50} \geq 500 \text{ mm}$.

Removida a ensecadeira de 1ª fase, será executada a ensecadeira de 2ª fase, a montante, propiciando a execução das obras estrutura do vertedouro. Durante a segunda fase de desvio, as águas serão desviadas pela estrutura das adufas, previamente executadas sob o barramento na margem esquerda do rio

Goio-Erê, prevendo-se acesso para o fechamento final do rio e enchimento do reservatório.

A ensecadeira de 2ª fase terá encosto no bloco que liga a estrutura das adufas de desvio e o vertedouro, constituído por uma estrutura de concreto gravidade, na esquerda hidráulica, estendendo-se até a margem direita do rio Goio-Erê. O canal de aproximação do desvio terá 95m de extensão e 11,20m de largura até a estrutura das adufas. O canal de restituição, com 85m de extensão, descarrega no próprio leito do rio, necessitando de outra ensecadeira a jusante, paralela ao alinhamento da barragem. As adufas de desvio foram dimensionadas com duas passagens para o escoamento, com 6,00 m de altura e 4,00 m de largura.

Está prevista a construção das ensecadeiras da barragem com seção mista terra-enrocamento sendo os materiais lançados até aproximadamente 1,5 m acima do NA, por ocasião do fechamento do rio e compactado acima desta cota. Como transição entre solo de vedação e o enrocamento, será usado enrocamento fino ou saprolito. Os materiais de composição da seção típica dessas ensecadeiras serão tanto aqueles originados das escavações obrigatórias, como de locais julgados conveniente.

Os materiais rochosos a serem utilizados na construção das ensecadeiras serão preferencialmente obtidos das escavações requeridas para a realização das estruturas. Não serão utilizadas rochas contaminadas com materiais impróprios ou que tenham características não satisfatórias. Os materiais de transição para as ensecadeiras serão constituídos de blocos de rochas alteradas obtidas diretamente das escavações com equipamentos.

Eventualmente, em locais onde seja necessária a remoção futura da ensecadeira e não houverem velocidades acentuadas da água durante a execução da mesma, serão realizados estudos para a adoção de seção única de solo argiloso e/ou saprólítico lançado na água.

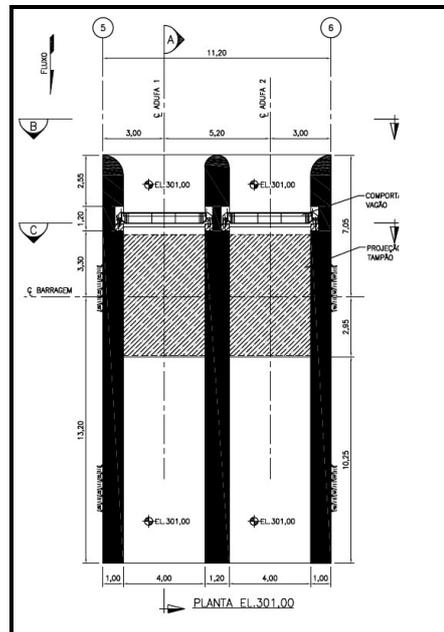


Figura 17 - Adufas – planta.

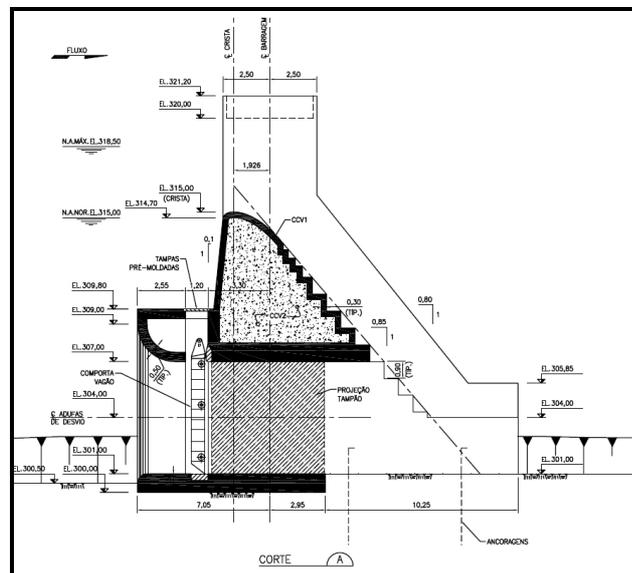


Figura 18 - Estruturas de desvio - corte longitudinal.

2.2.3.6. Equipamento e Sistemas Eletromecânicos

O Projeto Básico dos equipamentos eletromecânicos da PCH Água Limpa prevê os equipamentos e sistemas eletromecânicos a seguir listados:

- Comporta deslizante das adufas;
- Equipamentos para dispositivo de vazão sanitária;
- Equipamentos da tomada d'água (grades, comporta ensecadeira do canal adutor, comporta ensecadeira da tomada d'água, comportas vagão da tomada d'água, comporta gaveta de descarga de fundo da tomada d'água, equipamento de içamento da tomada d'água, máquina limpa-grades da tomada d'água);
- Conduto forçado;
- Equipamento da casa de força (turbinas, geradores, transformadores, gerador diesel de emergência, ponte rolante);
- Sistema de corrente contínua;
- Sistema de controle digital;
- Sistema de proteção;
- Sistema telecomunicações;
- Sistema de observação do vertedouro, segurança e acesso;
- Sistemas auxiliares mecânicos (sistema de água de resfriamento, sistema de água de serviço, sistema de proteção contra incêndio, sistema de ar comprimido de serviço e para os freios dos geradores, sistema de esgotamento e enchimento das unidades, sistema de medição hidráulica, sistema de drenagem, sistema de ventilação e ar condicionado, sistema de coleta e separação de água/óleo);
- Sistema de utilidades (sistema de tratamento de esgoto, sistema de água tratada com suprimento externo).

2.2.3.7. Subestação e Interligação

A usina, por seu pequeno porte, terá despacho não centralizado. A energia assegurada, conforme específica a Resolução da ANEEL nº 169/2001, será igual à média da energia que o aproveitamento poderia gerar, levando-se em consideração a série de vazões, a produtividade média, a indisponibilidade total e a potência instalada.

Para a integração da usina ao sistema de transmissão, a 1,0 km próximo ao empreendimento encontra-se a LT Umuarama – Assis Chateaubriand, de 138 kV. A Subestação de alta tensão mais próxima é a SE Goio-Erê – 138 kV, a uma distância de 33 km, aproximadamente. Para a integração da PCH ao sistema elétrico foi recomendada a opção pelo seccionamento da LT 138 kV (UMU-AND), por ser a opção de maior confiabilidade dentre as alternativas estudadas.

O seccionamento exige adequar a subestação elevadora da usina aos padrões de flexibilidade e confiabilidade da operadora local, correspondentes àquelas existentes nas duas extremidades da LT-138kV interrompida. Exigirá também a responsabilidade na eventualidade de interrupção do fluxo de potência passante causado por problemas de operação e manutenção inerentes à subestação elevadora da PCH.

Será construída uma LT – 138 kV em circuito duplo de aproximadamente 1,0 km e uma SE de chaveamento com barramento simples, à aproximadamente 1,0 km da SE Elevadora da PCH, próximo a LT UMU-AND-138 kV, com 4 bays completos (disjuntores, seccionadoras, barramentos e demais equipamentos), estrutura de aço auto-portante, circuito duplo.

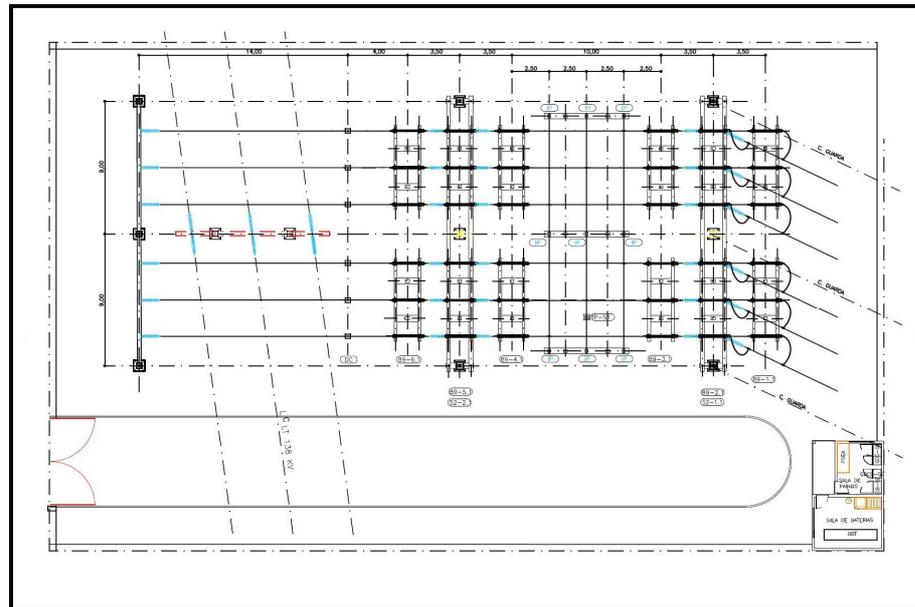


Figura 20 - Subestação chaveamento - planta

2.2.3.8. Construções Especiais

Será construída uma ponte de serviço sobre o rio Goio-Erê para trânsito entre as margens do rio durante as obras da PCH. A ponte será locada no mesmo local onde, quando do Projeto Básico da Copel, existia uma ponte. Atualmente, a ponte está destruída e será reconstruída apenas para auxílio de acesso durante as obras do empreendimento.

2.2.3.9. Logística de Abastecimento à Obra

O acesso à região dos rios em estudo pode ser feito até as cidades mais próximas através de rodovias asfaltadas. O rio Goio-Erê situa-se aproximadamente a 30 km da cidade de Goio-Erê.

O trajeto pode ser efetuado partindo-se de Curitiba pela BR-277 e PR-376 passando pela cidade de Ponta Grossa até o cruzamento com a PR-441 (na localidade de Tibagi dos Coreanos aproximadamente 191 km), seguindo então pela PR-441, PR-239 e BR-487 até Campo Mourão (mais aproximadamente 254 km).

Para acesso à outra margem, a partir de Campo Mourão, segue-se pelas BR-272, PR-468 e PR-323, percorrendo cerca de 130 km até próximo a cidade de Umuarama, continuando pelas PR-323, PR-486 e PR-681, até a cidade de Alto Piquiri por mais 37km. De Alto Piquiri segue-se por estrada pavimentada (PR-480) por aproximadamente 13 km no sentido de Paulistânia (15,5 km de Alto Piquiri), tomando então estrada municipal não pavimentada por mais 4 km até o local do salto Paiquerê. A distância total por esse trajeto é de cerca de 630 km.

A região onde será implantado o empreendimento não possui infraestrutura, sendo acessada, atualmente, por estrada rural, em más condições para o tráfego pesado a partir de Paulistânia. No âmbito da obra serão recuperados os acessos viários existentes, planejados novos, levando-se em consideração as frentes de serviço, o canteiro de obras e demais dependências administrativas e industriais.

O transporte de pessoal contratado dentro e fora da área da obra, quando a serviço desta ou em trajeto, deverá ser feito em veículos seguros e próprios para o transporte de passageiros, com todos os dispositivos de segurança obrigatórios e a documentação do veículo e motorista em dia e prontamente disponível.

O canteiro de obras, as instalações industriais e acampamento deverão ser instalados na margem direita do rio, bem próximo à obra.

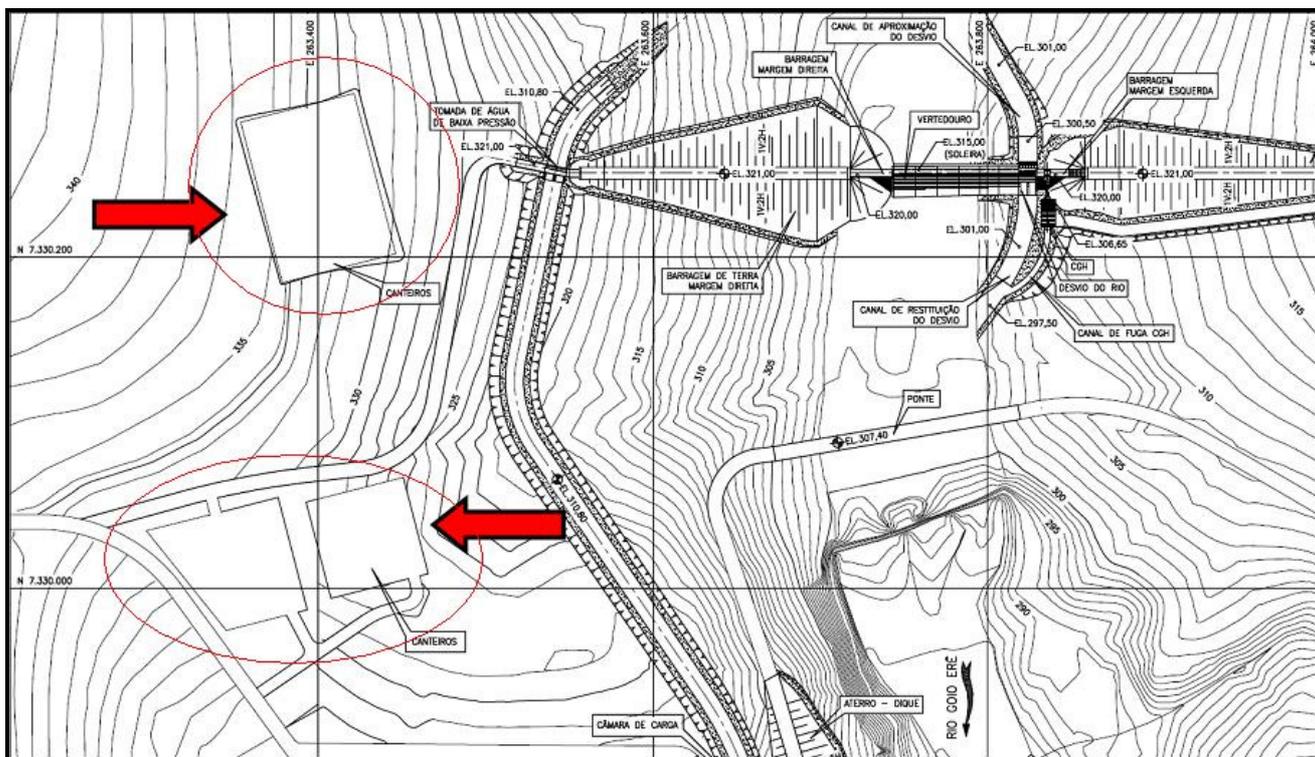


Figura 21 - Localização do canteiro de obras.

2.2.3.10. Materiais de Construção

Os materiais de construção serão provenientes das escavações obrigatórias e de locais de extração localizados à montante do barramento, na área a ser alagada pelo reservatório.

Na atualização das quantidades de materiais requeridos, feita pela VLB Engenharia Ltda. em 2011, consideram-se os dados da tabela 8.

Tabela 8 - Resumo das quantidades

Item	Quantidade
ESCAVAÇÃO	
Escavação comum	197.651,0m ³
Escavação em rocha à céu aberto	78.520,9m ³
Reaterro	889,7m ³
BARRAGEM TERRA	
Argila	9.574,0m ³
Enrocamento	32.988,0m ³
Transição / Filtro	1.828,0m ³
Aterro compactado	58.155,0m ³
ENSECADEIRAS	
Solo	8.364,0m ³
Enrocamento	20.303,0m ³
Transição	2.284,0m ³
Remoção das Ensecadeiras	19.672,3m ³
LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO	72.829,3m ²
CONCRETO	
Concreto sem cimento CCV	14.948,5m ³
Concreto sem cimento CCR	11.838,0
Cimento	5.623,4m ³
Armadura	694,5m ³

Três tipos de materiais serão utilizados, isoladamente ou em conjunto, durante a execução das estruturas: materiais terrosos, rochosos e arenosos (para agregados em concreto).

Materiais terrosos:

Os materiais terrosos a serem utilizados, deverão ser previstos principalmente para execução das porções de vedação das ensecadeiras, zonas de transição (como filtros) e camadas finais de aterro de acessos de serviço e até definitivos.

De modo geral, podem-se enquadrar solos oriundos de basaltos de natureza básica, como latossolos argilosos, de coloração avermelhada, os quais apresentam condições ótimas de compactação, baixa permeabilidade e boa capacidade de suporte.

Sua larga utilização vem confirmar suas características adequadas para vedações de estruturas em obras provisórias e até definitivas.

A área a ser explorada deverá situar-se a montante do eixo previsto para o barramento de forma a minimizar os efeitos ambientais e também da porção superior das escavações obrigatórias.

Já, os solos de transição ricos em saprólitos brandos e até duros (litossolos), poderão ser empregados em zonas de transição de enseadeiras e camadas finais de aterros de acessos.

As investigações preliminares executadas na área na época do Projeto Básico (2002) indicaram que na margem esquerda a cobertura de solo é mais expressiva devendo conter quantidades de argila compatíveis para as necessidades da obra.

Trabalhos adicionais de investigação e ensaios vêm sendo realizados com objetivo de definir com maior precisão os volumes existentes, bem como sua qualidade.

Materiais rochosos e arenosos:

A rocha basáltica será utilizada como rocha de fundação para suporte das estruturas e materiais para construção e servirá de fonte de agregados. As rochas basálticas, de um modo geral, possuem características geomecânicas que as tornam apropriadas para apoio de fundações e estruturas, tanto em relação às suas características mineralógicas, como texturais.

Os materiais rochosos, a partir das escavações obrigatórias, para produção dos concretos deverão ser obtidos principalmente na região do canal de adução e tomada d'água, onde o trecho escavado de rocha apropriada para produção de brita deverá apresentar espessuras da ordem de 5 m a 10 m. Soma-se

a isso a condição de que tais estruturas situam-se na margem direita, onde deverão situar-se as unidades de britagem.

As jazidas de areia natural, constantes em documentos oficiais, situam-se aproximadamente entre 90 e 100 km distantes do local do aproveitamento, nos municípios de Terra Roxa do Oeste e Guaíba, os quais situam-se entre os maiores polos produtores do estado.

O material cimentício a ser utilizado na produção do concreto, deverá ser originário de regiões bastante distantes do empreendimento. Sendo uma opção a fábrica localizada no município de Rio Branco do Sul, distante cerca de 660 km do empreendimento.

Dessa forma, há que se considerar a opção da produção de concretos, com areia artificial. Para isto deve-se atentar para a qualidade dos basaltos (principalmente com vistas a potencialidade da reação com os álcalis do cimento) a serem aproveitados (descartando-se as porções de basaltos maciços afetadas por alterações profundas, tipos vesículo- amigdalóides e níveis de brecha), levando-se em consideração apenas os volumes úteis de basaltos maciços que se apresentarem sãos.

Os litotipos considerados não adequados para produção de concreto deverão ser utilizados em obras provisórias, tais como pré-ensecadeiras, ensecadeiras principais, proteção de acessos, aterros para acessos de serviço, entre outras.

Poderá ser viabilizada a implantação de pedreira a partir do aproveitamento das porções maciças do derrame de basalto, cuja localização deverá ser posicionada preferencialmente na região a ser alagada. Não se prevê, em função disso, dificuldades na obtenção de rocha adequada na região próxima

aos eixos, para produção dos agregados dos concretos, tendo em vista os volumes envolvidos.

2.2.3.11. Requisitos e Obras de Infraestrutura

As obras de infraestrutura serão compostas pelo canteiro, pelas suas instalações industriais e estradas de serviço. Incluída nessas obras, está a construção de uma ponte de serviço cruzando o rio Goio-Erê.

Para o suprimento de materiais naturais de construção, a obra irá utilizar os provenientes das jazidas localizadas na área da obra, conforme item anterior.

Entre as principais instalações do empreendimento destacam-se:

- Central de britagem e de areia artificial;
- Central de formas e pátios;
- Central de armação e pátios;
- Central de concreto e depósito de cimento;
- Oficinas de manutenção dos equipamentos pesados e leves;
- Escritório principal e de frentes de serviço;
- Ambulatório, para atendimento dos primeiros socorros;
- Refeitório;
- Laboratório de concreto e aço;
- Sistemas de água potável e saneamento básico.

Na fase de operação da usina está previsto um sistema de tratamento de esgoto sanitário, com a finalidade de coletar, tratar e lançar para o canal de fuga o esgoto proveniente dos sanitários. O esgoto é coletado por gravidade diretamente para o tanque coletor, após o tanque coletor, o efluente é transferido por transbordamento para o tanque de descarga e deste por gravidade para o Canal de Fuga. Este sistema será dimensionado para atender a 10 pessoas na Casa de Força. O projeto atende as recomendações das normas brasileiras NBR-7229/93 e

NBR-8160/83.

O sistema de água tratada previsto para a fase de operação tem a finalidade de, a partir do suprimento externo de água tratada e potável, armazenar e distribuir esta água para os sanitários, copa/cozinha, sala de baterias e bebedouros da Casa de Força. A água será armazenada em um reservatório superior, instalado na Casa de Força. A alimentação de água para os diversos pontos de consumo será feita por gravidade, com a pressão equivalente a coluna de água da altura da caixa d'água.

O sistema será dimensionado para atender uma população média de 10 pessoas. O sistema será composto basicamente de uma caixa d'água com bóia, rede de tubulações de PVC, para distribuição e válvulas para operação manual.

2.2.3.12. Sequência Construtiva

A sequência construtiva da PCH Água Limpa pode ser dividida em quatro etapas principais como descrito a seguir:

- Primeira Etapa:

Esta etapa é caracterizada pela permanência do rio e seu leito natural, permitindo dessa forma o início imediato das obras em todas as frentes de serviços na ombreira direita. Os principais serviços programados constituem o início das escavações no canal adutor e na casa de força, e construção da ponte de serviço.

- Segunda Etapa:

Nesta etapa, os serviços previstos são:

- Construção da ensecadeira de primeira fase na margem esquerda;
- Escavação do canal de desvio;
- Início da construção das adufas e trecho da barragem na margem esquerda;

- Início da construção da barragem na margem direita.

- Terceira Etapa:

- Remoção do septo deixado a montante do canal de desvio;
- Construção das ensecadeiras de segunda fase;
- Limpeza e início da construção da estrutura do vertedouro e do trecho da barragem localizada na ombreira direita;
- Início da concretagem da casa de força, tomada de água e conduto forçado.

- Quarta Etapa:

Os serviços conclusivos da obra são:

- Construção do corpo barragem da ombreira esquerda;
- Fechamento das adufas com o rio passando sobre a soleira vertente;
- Montagem dos condutos forçados, dos equipamentos eletromecânicos, das tomadas de água, da casa de força e dos hidrogeradores;
- Testes, comissionamento e operação comercial.

2.2.3.13. Cronograma de Construção

O cronograma da construção compreende as seguintes etapas:

- 1- Obtenção da licença de instalação;
- 2- Início da montagem no canteiro de obras e acampamento;
- 3- Início das obras civis das estruturas;
- 4- Início das obras de desvio do rio;
- 5- Início da concretagem da casa de força;
- 6- Início da montagem eletromecânica;
- 7- Início do comissionamento das unidades geradoras;
- 8- Início da operação comercial das unidades geradoras;

A duração prevista para a construção de todo empreendimento será de 24 meses (2 anos), sendo a entrada em operação da primeira unidade em 20,5 meses. O período entre o início das obras até o desvio do rio será de 7,5 meses, do desvio até o fechamento será de 5 meses, do fechamento até a geração da 1ª unidade em 8 meses, a geração comercial da 1ª unidade em 23 meses, totalizando um prazo de 24 meses.

A maior parte da obra está localizada na margem direita e fora do leito do rio, desse modo, podem ser iniciadas antes do desvio. As atividades críticas estão relacionadas com a construção da ponte de serviço para travessia, do desvio do rio e construção do vertedouro.

Os trabalhos de mobilização e canteiro atenderão inicialmente, as atividades para a construção da ponte e escavações da margem direita.

Apresenta-se a seguir um cronograma simplificado das obras.

Tabela 9 - Cronograma simplificado.

Atividade	mês1	mês2	mês3	mês4	mês5	mês6	mês7	mês8	mês9	mês10	mês11	mês12	mês13	mês14	mês15	mês16	mês17	mês18	mês19	mês20	mês21	mês22	mês23	mês24
Início das obras	█	█	█	█	█	█	█																	
Desvio								█	█	█	█	█												
Fechamento													█	█	█	█	█	█	█	█				
Geração (1ª unid)																					█	█	█	
Geração comercial (1ª unid)																								█

Com base nas informações disponíveis, nos dados de projetos e materiais de construção da região, os estudos de planejamento da construção desenvolvidos mostraram que todos os recursos materiais, de equipamentos e de mão-de-obra para o desenvolvimento das obras civis e da montagem eletromecânica são convencionais e de fácil mobilização.

2.2.3.14. Mão de Obra Necessária

Na fase de construção, deverão ser contratados em torno de duzentos operários para a obra. Deste montante, estima-se em torno de 50% com baixo grau de instrução, podendo ser residente na região, aproveitando a mão de obra local, com finalidade de minimizar a construção de alojamentos e gerar renda para a região. Em relação à mão de obra especializada, deverá ser provenientes de centros maiores.

Na fase de operação estima-se preliminarmente a necessidade de aproximadamente seis funcionários, para três funções diferentes (zelador, operador e vigia), trabalhando em turnos.

2.2.4. Histórico do Empreendimento

A avaliação do potencial hidrelétrico do rio Goio-Erê tem sua origem em 1968, quando foi realizado o primeiro estudo de inventário na bacia do rio Piquiri, abrangendo também os rios Cantu e Goio-Erê. O estudo realizado pela Canambra Engineering Consultants Ltda. não identificou inicialmente nenhum aproveitamento no rio Goio-Erê.

Posteriormente, em 1984, a COPEL – Companhia Paranaense de Energia desenvolveu estudo de inventário (Estudo Preliminar de Inventário Energético do rio Piquiri) abordando, entre outros, a possibilidade de aproveitamento de uma queda denominada Salto dos Apertados, abrangendo um trecho de 14 quilômetros desde a foz do rio Goio-Erê no rio Piquiri.

Em 1986, a COPEL desenvolveu novo estudo (REAVALIAÇÃO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO – Estado do Paraná) no qual foi elaborada a seguinte divisão de quedas do rio Goio-Erê:

Tabela 10 – Estudos anteriores do rio Goio-Erê

Código	km	N.A. Montante (m)	N.A. Jusante (m)	Queda Bruta (m)	Área Drenagem (km ²)	Potência (MW)
64815010	12	328	290	38	2660	28,57
64810010	81	361	328	33	1900	16,07
Total						44,64

FONTE: SIPOT, citado em: ANEEL, 2008

Em 2001, o rio Goio-Erê foi objeto de estudo pela Arcadis Logos Energia, através da Poente Engenharia e Consultoria (IAP, 2011).

Em 2002, a COPEL Geração SA, contratada pela Multifase Centrais de Energia do Brasil Ltda., desenvolveu e protocolou os Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Goio-Erê, aprovado através do despacho nº 321, de 03 de junho de 2002. A área de drenagem da bacia definida foi de 2.992 km², sendo afluente da margem direita do rio Piquiri. Estes estudos identificaram um potencial de 65,0 MW, aproveitando um desnível total de 115 metros, distribuídos nos aproveitamentos listados na tabela 11 e apresentados na figura 22.

Tabela 11 – Aproveitamentos sugeridos para o rio Goio-Erê

Usinas	Coordenadas	Posição (km)	Drenagem (km ²)	Nível de montante (m)	Nível de Jusante (m)	Potência (MW)	Reservatório (km ²)
Água Limpa	24°07'26"S 53°19'29"W	14,0	2.941	315,0	283,0	23,60	4,58
Água Espraiada	23°57'48"S 53°15'01"W	46,0	2.471	327,0	317,0	7,40	15,60
Água Tranquila	23°56'04"S 53°04'53"W	82,0	1.553	336,0	327,0	4,20	2,40
Água Tremida	23°58'24"S 52°58'48"W	99,0	1.398	364,0	336,0	11,70	7,0
Água Clara	24°00'18"S 52°50'46"W	119,0	1.013	400,0	364,0	10,90	9,60
Água Nova	24°01'26"S 52°46'07"W	139,0	821	430,0	400,0	7,40	4,0

FONTE: Adaptado de ANEEL, 2002.

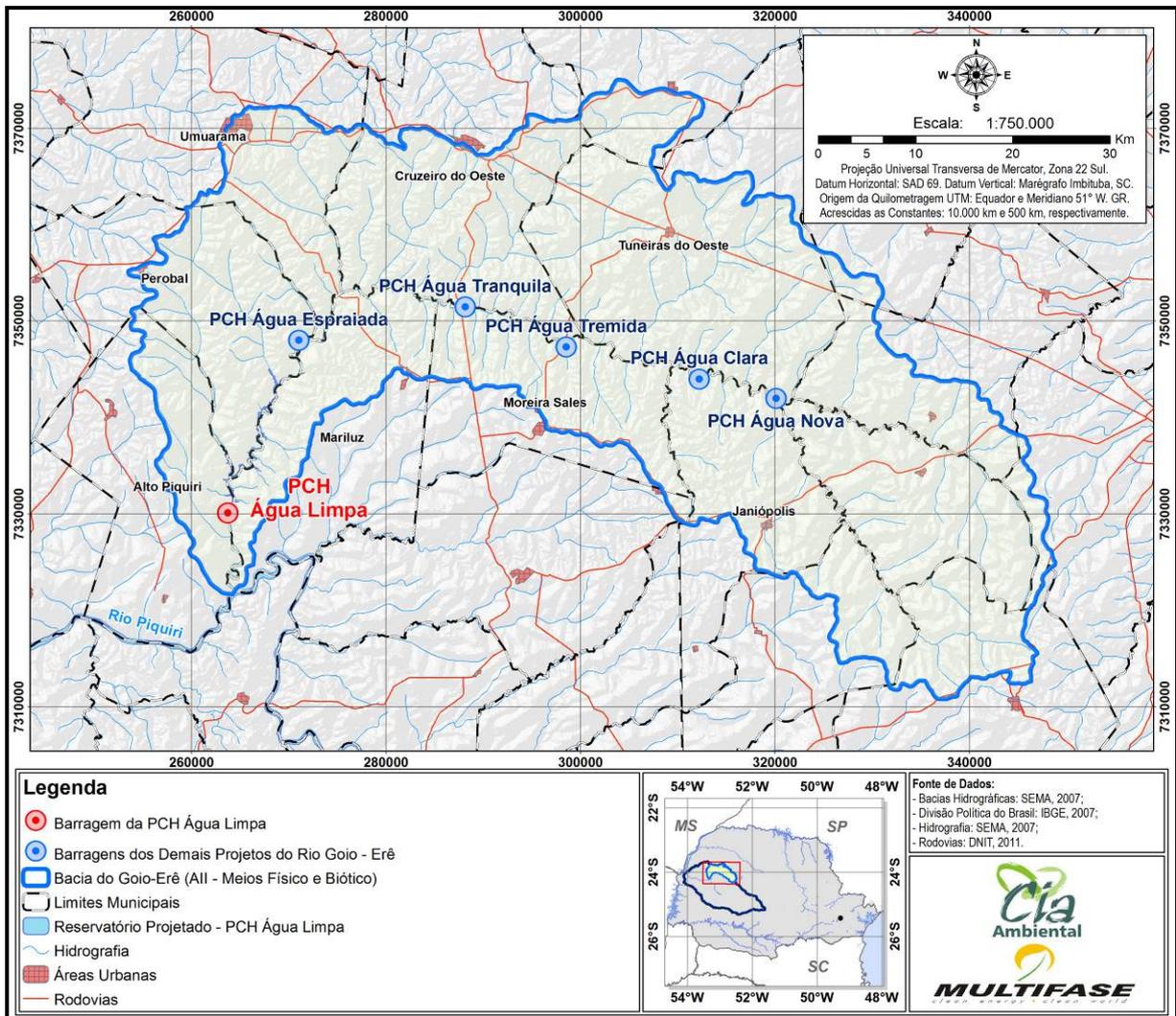


Figura 22 - Localização dos projetos de PCHs identificadas para a bacia do rio Goio-Erê.

Em 2008, através do processo nº 48500.002546/2002-71, a Multifase foi autorizada a se estabelecer como Produtor Independente de Energia Elétrica para implantação e exploração da PCH Água Limpa, “totalizando 23.600 kW de potência instalada, e implantação do sistema de transmissão de interesse restrito da referida PCH, localizada nos Municípios de Mariluz e Alto Piquiri, no Estado do Paraná” (ANEEL, 2008).

Em 2002, iniciou-se o processo de licenciamento ambiental no Instituto Ambiental do Paraná sob protocolo nº 05.129.171-9, com a apresentação de um Relatório Ambiental Simplificado (RAS) pra a PCH Água Limpa. Em março de 2004, em vista de solicitação do IAP, foi protocolado um Estudo de Impacto Ambiental para

o empreendimento (protocolo nº 05.979.391-8). No ano de 2011, em função das novas exigências legais e recomendações do IAP, através de Termo de Referência para PCHs acima de 10 MW de potência, foi elaborado o presente EIA juntamente com o respectivo RIMA como instrumentos de avaliação da viabilidade ambiental atual do empreendimento.

Em 2006, a empresa Multifase obteve da SUDERHSA (atualmente Instituto das Águas do Paraná) a outorga prévia do aproveitamento hidrelétrico através da portaria nº 1466/2006-DRH (ANEEL, 2008), com validade de cinco anos. Em 2011, foi solicitada a renovação da outorga, conforme documentos anexos (Anexo I).

Entre os demais empreendimentos identificados no estudo de inventário do rio Goio-Erê, a tabela a seguir exhibe a situação atual de cada um deles junto à ANEEL:

Tabela 12 - Situação atual de cada um dos demais projetos de PCH

PCHs	Situação Atual
PCH Espraiada	A ANEEL aprovou os Estudos de Inventário Hidrelétrico em 03/06/02, entretanto a empresa ainda não realizou o pedido de registro
PCH Tranquila	O Projeto Básico da PCH não foi aceito pela ANEEL no dia 18/07/11, devido ao não atendimento do artigo 12, da Resolução ANEEL nº 395/1998.
PCH Tremida	A ANEEL transferiu para a condição de inativo o registro para a realização do Estudo de Viabilidade, no dia 05/11/10, devido a manifestação de desistência da empresa titular do processo.
PCH Clara	A ANEEL transferiu para a condição de inativo o registro para a realização do Estudo de Viabilidade, no dia 05/11/10, devido a manifestação de desistência da empresa titular do processo.
PCH Nova	A ANEEL aprovou os Estudos de Inventário Hidrelétrico em 03/06/02, entretanto a empresa ainda não realizou o pedido de registro

FONTE: ANEEL, 2010 e 2011; MP, 2011.

2.2.5. Alternativas tecnológicas e locais

O estudo de alternativas tecnológicas e locais têm como objetivo identificar, dentre as alternativas tecnicamente viáveis para o empreendimento, qual o arranjo que apresenta os melhores índices em relação aos aspectos econômicos, ambientais e construtivos para implantação da PCH.

2.2.5.1. Alternativas locais

Para análise ambiental da melhor opção local para a PCH Água Limpa foram consideradas quatro alternativas, cujas principais diferenças são a posição do eixo da barragem e da casa de força. Estas alternativas englobam as opções de arranjo existentes nos estudos referente à PCH Água Limpa, desde o inventário do Rio Goio-Erê, aprovado pelo Despacho ANEEL nº 321/2002 até os estudos atuais realizados pela VLB Engenharia Ltda., em 2011.

Para definição das alternativas a serem levadas em conta no processo de seleção foram considerados fatores relevantes da localidade prevista para a PCH, sendo os principais:

- Existência de desnível natural, Salto Paiquerê, no local;
- Relevo das margens;
- Previsão de ponte para travessia do rio Goio-Erê;
- Resultados das sondagens geológicas efetuadas no local.

As alternativas foram denominadas da seguinte maneira:

- Alternativa 1 – Projeto Básico da Copel (a montante);
- Alternativa 2 – Projeto Básico da Copel (a jusante);
- Alternativa 3 – Alternativa 2 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento;
- Alternativa 4 – Alternativa 1 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento.

A primeira alternativa de locação do barramento da PCH Água Limpa, apresentada no Estudo de Inventário Hidrelétrico do Rio Goio-Erê considerava o barramento posicionado logo a montante do Salto Paiquerê, a cerca de 50m, no local em que existia, quando dos Estudos de Inventário, uma ponte de madeira cruzando o rio. Previa-se o posicionamento da nova ponte sobre a soleira vertente. O canal de adução e a estrutura da casa de força seriam posicionados na margem esquerda. Após estudos mais detalhados, verificou-se que as condições geológicas da margem esquerda tornam esta solução inadequada. A disposição da barragem próxima ao salto Paiquerê também representava uma situação a ser mais bem estudada.

Para o estudo de alternativas possíveis para localização das estruturas de conduto forçado e casa de força em cada eixo, o fator de maior peso foi a avaliação da geologia do local, uma vez que há uma grande diferença geológica entre as margens esquerda e direita. Enquanto na margem direita a condição da rocha de fundação é bastante favorável, praticamente aflorante e com boa qualidade, na margem oposta, existe um horizonte de alteração subjacente à camada de solo, com alta permeabilidade e capacidade de suporte inadequada para estruturas de concreto. Considerando as condições acima expostas, procurou-se posicionar a casa de força e escavações de canal de adução na margem direita, prevendo na margem esquerda uma barragem de terra. Assim, as alternativas avaliadas consideram estas estruturas sempre na margem direita.

Para todas as alternativas avaliadas os limites físicos de implantação de montante e jusante são aqueles definidos no estudo de inventário do rio Goio-Erê. O nível de jusante natural do rio está na cota. 282,0 m. Existe a previsão de outro aproveitamento a jusante, UHE Apertados, no rio Piquiri, com nível de montante de 283,0 m, de forma que não há possibilidade de avanço do circuito hidráulico. Com relação ao nível de montante, o principal limitador seria a área alagada e a presença, prevista no inventário do rio, da PCH Água Espriada a montante da PCH

Água Limpa, com cota de jusante na elevação 317,0 m. Em se adotando níveis de água mais elevados para a PCH Água Limpa haveria um afogamento da PCH Água Espreada. Portanto, 315 m seria o limite natural para o lago da PCH em questão.

Dessa forma, o desnível máximo aproveitável seria aquele contido entre as elevações 315,0 m (NA montante) e 283,0 m (NA jusante) totalizando 32 m de queda bruta para todas as alternativas apresentadas.

Assim, os arranjos foram estabelecidos para os aproveitamentos com mesma queda bruta (32 metros), ainda que com pontos de tomada e restituição d'água diferentes. As alternativas foram pré-dimensionadas utilizando-se de critérios equânimes, com adoção de velocidades limites iguais para todas as estruturas do circuito hidráulico.

Para as quatro alternativas consideradas, foi definida como vazão de jusante uma vazão mínima ambiental que deve passar pela barragem, de 7,48 m³/s (vazão sanitária outorgada).

Em função da fixação do mesmo desnível bruto e vazão remanescente para as alternativas, a potência instalada prevista neste aproveitamento para as quatro alternativas será de 23,6 MW, que possibilita uma geração média anual esperada de 111,6 GWh/ano ou 13,14 MWmed e 12,74 MW de energia firme. O critério de motorização adotado resulta em fator de capacidade 0,54. Dessa forma, a seleção da alternativa mais adequada enfoca principalmente os aspectos custo e impacto ambiental.

2.2.5.1.1. Alternativa 1 – Projeto Básico da Copel (a montante):

Esta alternativa foi apresentada inicialmente no Projeto Básico desenvolvido pela Copel, no ano de 2002. O barramento nesta situação fica situado a cerca de 150m a montante da posição considerada para o eixo previsto no inventário (sobre a ponte antiga que cruzava o rio Goio-Erê e atualmente encontra-se destruída). Tendo em vista a condição de dissipação de energia a jusante da barragem com a menor alteração possível na condição original do Salto Paiquerê, procurou-se deslocar para montante o eixo do barramento.

A barragem/vertedouro seria em concreto compactado a rolo, posicionados sobre fundação de rocha, na margem direita e de terra na margem esquerda, resultando em extensão total entre as margens de cerca de 530m. O vertedouro, situado no leito do rio, com soleira livre, possuirá 86,00m de extensão, sendo dimensionado para escoar uma vazão de 1.261 m³/s, correspondente à cheia com período de recorrência de 1.000 anos, com soleira na cota 315,00m e nível d'água máximo maximorum do reservatório na cota 318,52 m.

Nesta alternativa, o canal de adução e a estrutura da casa de força ficam posicionados na margem direita pelas melhores condições geológicas da região. O canal de adução apresenta, aproximadamente, 500m de extensão total e largura de 11,00m. A tomada d'água de alta pressão, com soleira na cota 305,75m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolvem-se, a céu aberto, dois condutos forçados, com 3,75 m de diâmetro.

Além das condicionantes já descritas, a nova posição do eixo apresenta uma maior proximidade das ombreiras e um fundo do rio mais elevado, reduzindo o volume total da barragem, embora com um acréscimo no volume de escavações de canal de adução. Apesar deste acréscimo em escavação, o valor total do investimento é menor pela diferença de custos entre o concreto e escavação.

A área alagada para essa alternativa seria de 4,58 km², dos quais 0,99 km² correspondem à calha natural do rio. Trata-se de um arranjo interessante na medida em que seu circuito hidráulico aparenta ser econômico e evita-se uma área alagada adicional comparativamente às alternativas 2 e 3. O alagamento dentre as duas possibilidades de eixo cogitadas, seria o menor para a mesma cota de lago.

Incluída nessa alternativa está a possibilidade de se utilizar o desnível adicional de 1,0 m, levando a queda bruta inicial a 33,00m e possibilitando um acréscimo na energia firme até a construção da UHE Apertados, quando o valor garantido deverá ser revisto.

O custo total instalado foi orçado para esta alternativa em cerca de 145,80 milhões de reais. Nestas condições o custo médio de geração desta alternativa resultaria R\$ 6.177/kW, em uma análise expedita.

O croqui desta alternativa locacional pode ser visualizado no desenho DB-G11-021 (Estudo de Alternativas VLB, 2011), no Anexo II deste estudo.

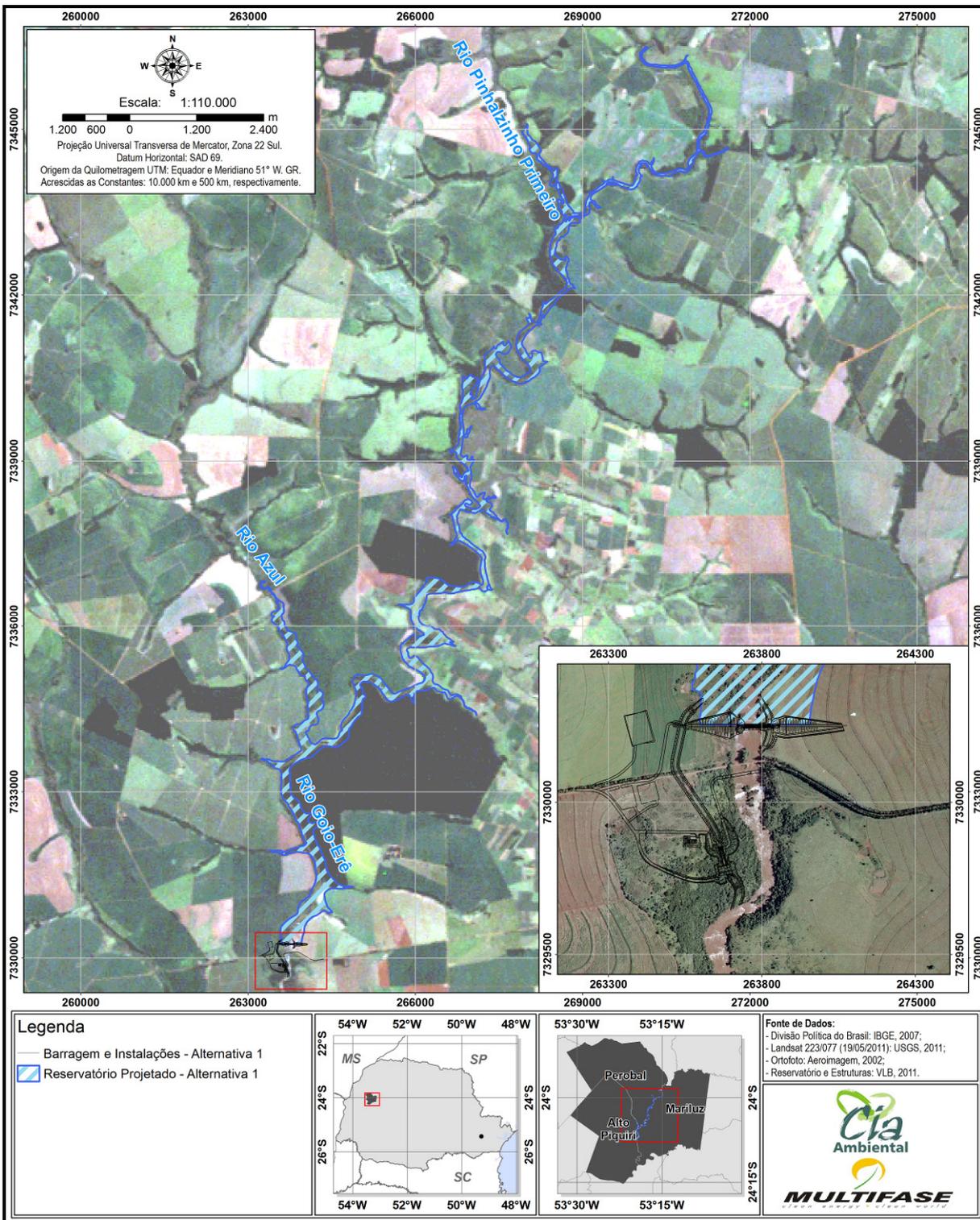


Figura 23 – Alternativa 1 (baseado na alternativa selecionada no Projeto Básico).

2.2.5.1.2. Alternativa 2 – Projeto Básico da Copel (a jusante)

A segunda alternativa proposta consiste no posicionamento do barramento sob a antiga ponte existente sobre o rio Goio-Erê, e com as estruturas de canal de adução e casa de força localizadas também na margem direita.

A barragem/vertedouro seria também em concreto compactado a rolo, posicionados sobre fundação de rocha na margem direita e de terra na margem esquerda, resultando em extensão total entre as margens de cerca de 500 m. Da mesma forma, o vertedouro, situado no leito do rio, com soleira livre, possuiria 86,00m de extensão, sendo dimensionado para escoar uma vazão de 1.261 m³/s, correspondente à cheia com período de recorrência de 1.000 anos, com soleira na cota 315,00m e nível d'água máximo maximorum do reservatório na cota 318,50m.

Nesta alternativa, o canal de adução e a estrutura da casa de força ficam posicionados também na margem direita pelas melhores condições geológicas da região. O canal de adução apresenta-se reduzido em relação à alternativa anterior, com aproximadamente 330 metros de extensão total e largura de 11,00m. A tomada d'água de alta pressão, com soleira na cota 305,75m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolvem-se, a céu aberto, dois condutos forçados, com 3,75 m de diâmetro.

Esta alternativa apresenta o inconveniente de uma escavação excessivamente grande na região da casa de força, bem como dificuldades em se evitar interferência de oscilação no nível de água a jusante do salto sobre a casa de força. Além disso, a área alagada passa a ser maior do que a anterior, em vista do deslocamento do barramento para jusante. A área alagada seria de 4,64 km², dos quais 1,00 km² correspondem à calha natural do rio. No entanto, o deslocamento para jusante propicia uma redução na extensão do canal adutor e redução no trecho com vazão reduzida.

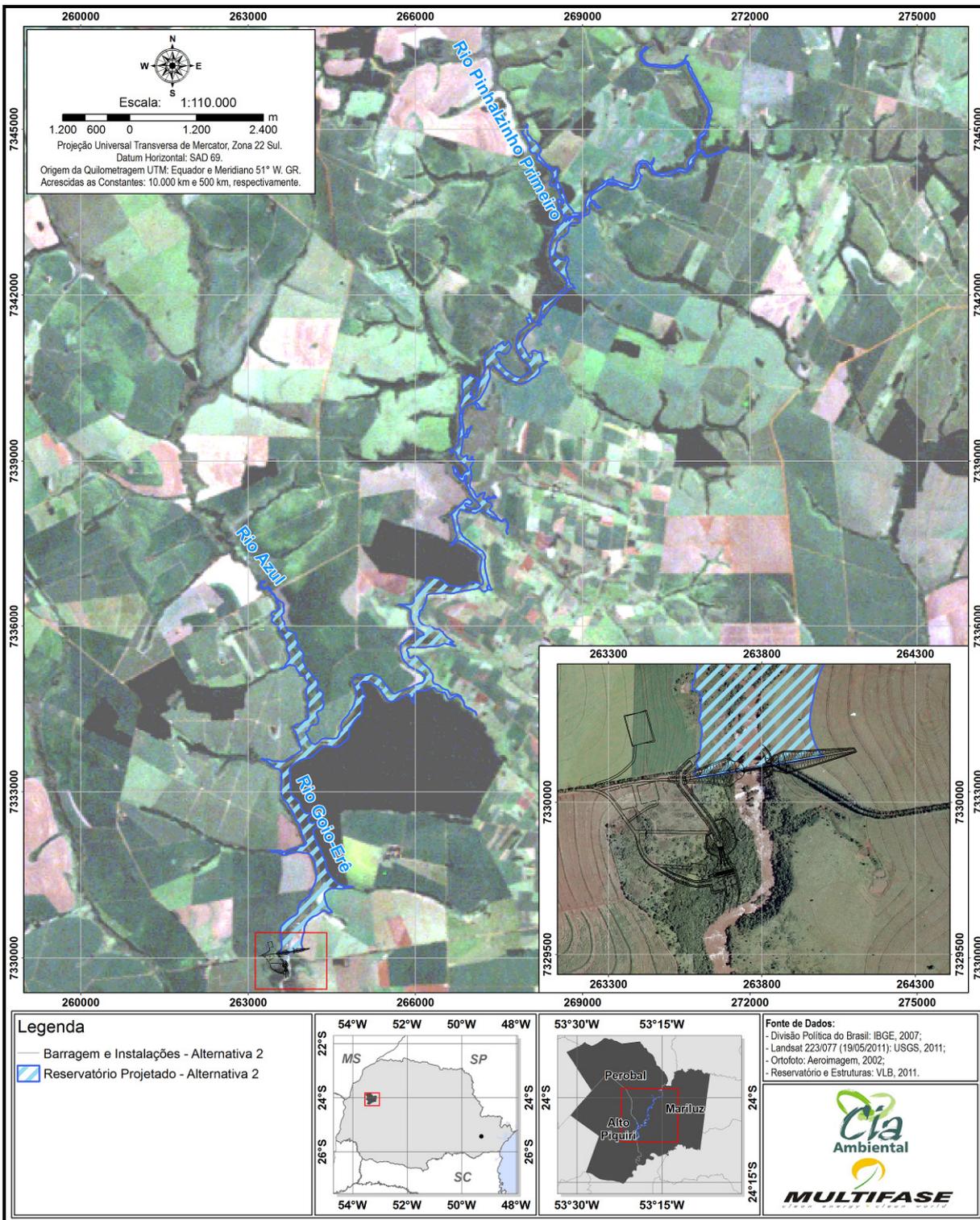


Figura 24 – Alternativa 2.

O custo total instalado foi orçado para esta alternativa em cerca de 165 milhões de reais. Nestas condições o custo médio de geração desta alternativa resultaria R\$ 6.990/kW, em uma análise expedita.

O croqui desta alternativa locacional pode ser visualizado no desenho DB-G11-031 (Estudo de Alternativas VLB, 2011), no Anexo II deste estudo.

2.2.5.1.3. Alternativa 3 – Alternativa 2 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento

A alternativa 3 apresenta o eixo do barramento na mesma posição da alternativa 2 (posição da antiga ponte) com as estruturas de barragem/vertedouro com o mesmo posicionamento e dimensões. As estruturas do canal de adução e casa de força ficam também posicionadas na margem direita em função das condições geológicas.

Esta alternativa considera, no entanto, uma aproximação da casa de força em relação ao barramento, ocasionando em redução do canal de adução. Para isto, prevê-se a execução de uma obra de derrocamento do leito do rio, que tem início no ponto de restituição da vazão normal do corpo hídrico, após a casa de força, e se estende à jusante. Esta é a alternativa que resulta num menor canal adutor, com cerca de 260 metros. Neste sentido, haverá também a diminuição do trecho de vazão reduzida a jusante da barragem.

A tomada d'água de alta pressão, com soleira na cota 305,75m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolvem-se, a céu aberto, dois condutos forçados, com 3,75 m de diâmetro.

Esta alternativa apresenta os mesmos inconvenientes indicados na alternativa 2 e a mesma área de alague (4,64 km², dos quais 1,00 km²

correspondem à calha natural do rio). No entanto, o deslocamento para jusante e a aproximação da casa de força propiciam a redução na extensão do canal adutor e redução no trecho com vazão reduzida.

O custo total instalado foi orçado para esta alternativa em cerca de 162,82 milhões de reais. Nestas condições o custo médio de geração desta alternativa resultaria R\$ 6.899/kW, em uma análise expedita.

O croqui desta alternativa locacional pode ser visualizado no desenho DB-G11-052 (Estudo de Alternativas VLB, 2011), no Anexo II deste estudo.

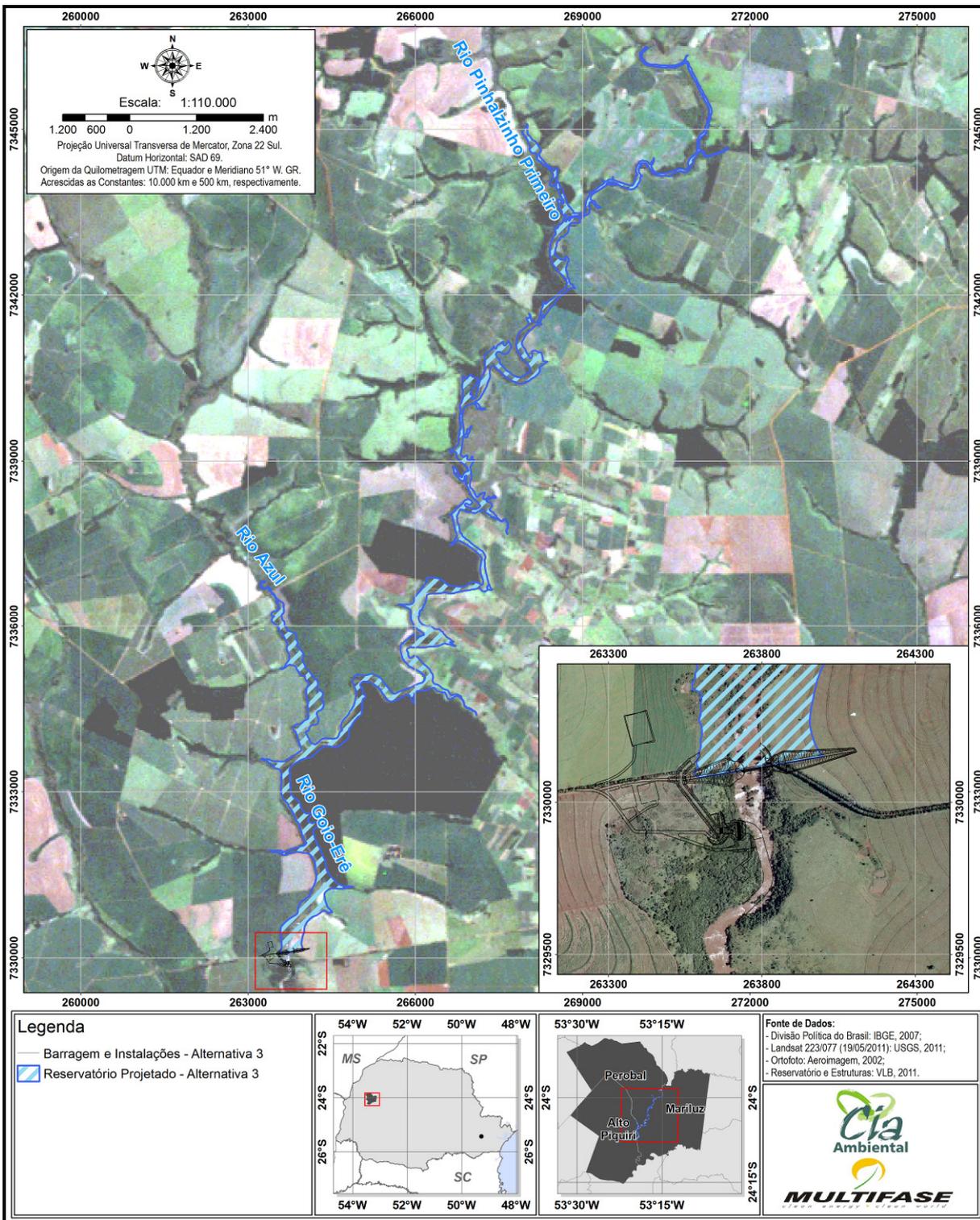


Figura 25 – Alternativa 3.

2.2.5.1.4. Alternativa 4 – Alternativa 1 com aproximação da casa de força do barramento e derrocamento

A alternativa 4 apresenta o eixo do barramento na mesma posição da alternativa 1 (150 metros a montante da antiga ponte) com as estruturas de barragem/vertedouro com o mesmo posicionamento e dimensões. As estruturas do canal de adução e casa de força ficam também posicionadas na margem direita em função das condições geológicas.

Esta alternativa considera, no entanto, uma aproximação da casa de força em relação ao barramento, ocasionando em redução do canal de adução. Assim como na alternativa 3, também faz-se necessária a execução de uma obra de derrocamento. A aproximação da casa de força em relação ao barramento resulta em um canal de adução cerca de 50 m mais curto do que aquele da alternativa 1.

A tomada d'água, com soleira na cota 305,75m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolvem-se, a céu aberto, dois condutos forçados, com 3,75 m de diâmetro.

A área alagada para este cenário seria a mesma que para a alternativa 1 (4,58 km², dos quais 0,99 km² correspondem à calha natural do rio). No entanto, a aproximação da casa de força propicia a redução na extensão do canal adutor e redução no trecho com vazão reduzida.

O custo total instalado foi orçado para esta alternativa em cerca de 159,89 milhões de reais. Nestas condições o custo médio de geração desta alternativa resultaria R\$ 6.775,00/kW, em uma análise expedita.

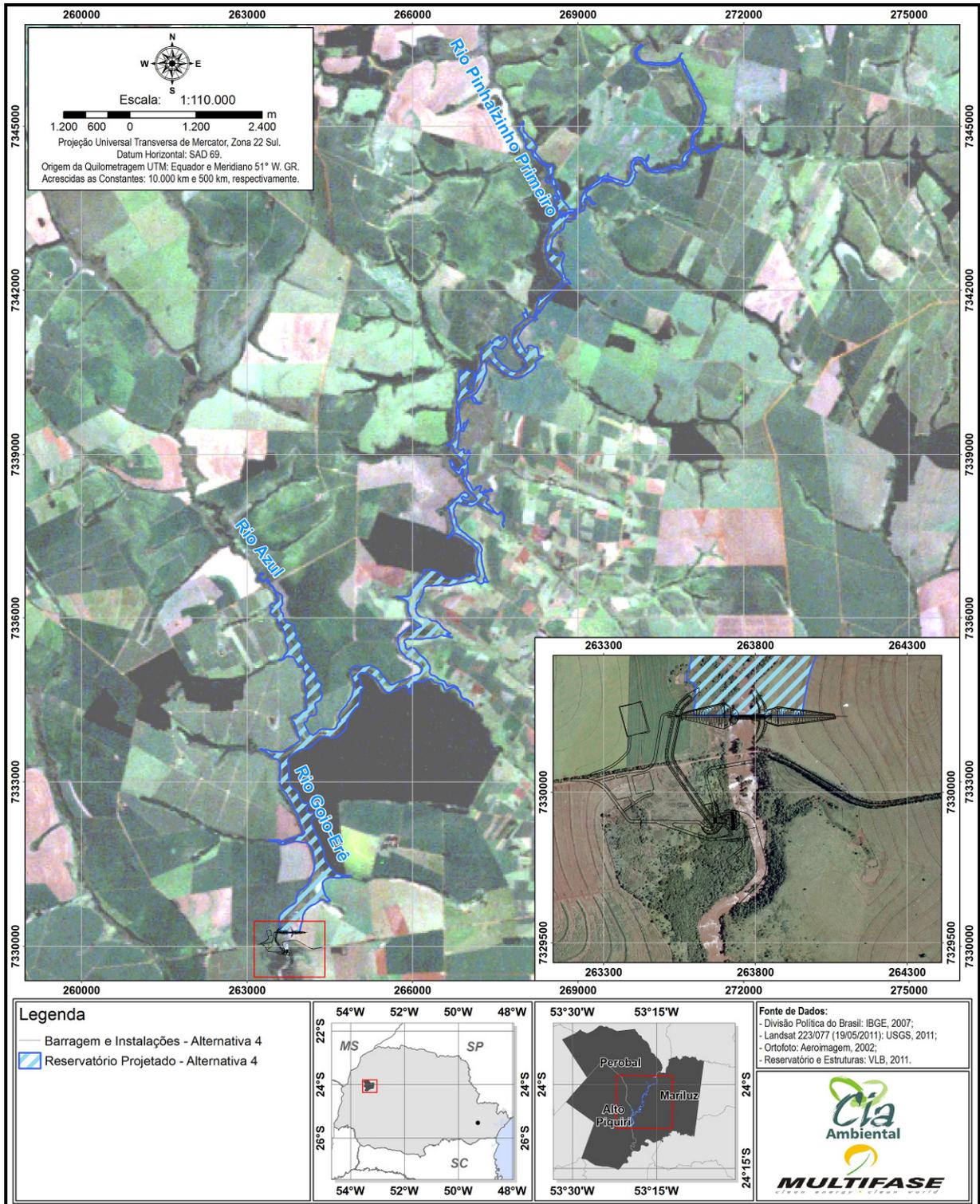


Figura 26 – Alternativa 4.

O croqui desta alternativa locacional pode ser visualizado no desenho DB-G11-071 (Estudo de Alternativas VLB, 2011), no Anexo II deste estudo.

2.2.5.1.5. Alternativa de não realização do empreendimento

A não realização do empreendimento implicaria na manutenção das condições locais atuais. Neste cenário, não haverá outras interferências, além das atuais, no uso do solo da região, eliminando os impactos negativos da implantação da PCH. Porém, não haverá também os benefícios (geração de emprego e renda em todas as fases do empreendimento, aumento da arrecadação, geração de energia limpa e renovável de forma descentralizada, aumento da segurança energética, menor impacto ambiental do que outras formas de geração de energia comumente utilizadas, indução de desenvolvimento, implementação de programas ambientais, em especial de recuperação das áreas de preservação permanentes, entre outros) gerados pela construção e operação da PCH.

A água dos rios é um recurso doméstico e local, ao contrário de outros combustíveis para a geração de energia, como, por exemplo, óleo e gás. Dessa forma, não está sujeita a flutuações de mercado e não necessita de transporte para o seu uso.

Os empreendimentos hidrelétricos desenvolvidos e operados de forma economicamente viável, ambientalmente sensata e socialmente responsável, representam desenvolvimento sustentável em sua melhor concepção, isto é: *“desenvolvimento que atende hoje às necessidades das pessoas, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.”* (Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987).

Dessa forma, considera-se que pela extensão dos impactos positivos, bem como pela implementação de medidas e programas ambientais que atenuem os impactos negativos, a implantação da PCH Água Limpa trará benefícios à região onde se prevê a sua instalação possibilitando os usos múltiplos dos recursos hídricos locais.

2.2.5.1.6. Metodologia de avaliação

Para embasar a seleção da melhor alternativa locacional foram definidos critérios ambientais, energéticos e econômicos. Os critérios utilizados na análise são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 13 – Critérios de avaliação das alternativas locacionais.

	Critérios	Descrição
AMBIENTAIS	Área do reservatório (km ²)	Está relacionada a cota da soleira do vertedor, e compreende toda a área alagada incluindo o leito do rio.
	Área inundada pelo reservatório (km ²)	Compreende toda a área alagada excluindo o leito do rio.
	Área diretamente afetada (km ²)	Área afetada pelo empreendimento incluindo área do reservatório, área de APP (100 metros), canteiros de obras, áreas de intervenção durante as obras e áreas construídas.
	Área de vegetação afetada (km ²)	Área de vegetação remanescente que se encontra dentro da área diretamente afetada, considera vegetação florestal e campestre
	Área de agricultura e pastagens afetadas (km ²)	Área de culturas e pastagens inseridas dentro da área diretamente afetada pelo empreendimento
	Área de PP do leito natural do rio afetada (km ²)	Área de preservação permanente do leito natural do Rio Pirapó (delimitada conforme resolução do CONAMA) inserida na área prevista para o reservatório.
	Número de afluentes afetados	Número de afluentes do rio principal (Goio-Erê) inseridos na área do reservatório
	Número de propriedades atingidas	Número de propriedades com porções dentro da área prevista para reservatório e para sua APP
	Interferência com infraestrutura	Número de aparelhos de infraestrutura com porções dentro da área prevista para reservatório e para sua APP
	Área de desapropriação necessária (km ²)	Área total das propriedades com porções dentro da área prevista para reservatório e para sua APP
	Núcleos urbanos atingidos	Número de núcleos urbanos com porções dentro da área prevista para reservatório e para sua APP
	Interferência com áreas legalmente protegidas	Número de áreas legalmente protegidas com porções dentro da área prevista para reservatório e para sua APP
Interferência com assentamentos	Número de assentamentos com porções dentro da área prevista para reservatório e APP	

Critérios		Descrição
ENERGÉTICOS	Inverso da energia média (MWmed)	A energia média é obtida diretamente a partir das vazões médias mensais, do período disponível, com a utilização de um modelo de simulação e considerando os parâmetros físicos do aproveitamento
	Inverso da geração anual de energia (GWh/ano)	Inverso da geração anual de energia, obtida considerando a potência instalada e as horas do ano
	Inverso da potência instalada (MW)	Inverso da potência instalada da PCH
ECONÔMICOS E FINANCEIROS	Custo total (10 ⁶ R\$)	Representa o valor estimado global de recursos a serem investidos para a realização do empreendimento.
	Custo do kW instalado (R\$/kW)	Razão entre o custo total instalado e a potência total instalada do empreendimento

A seleção da melhor alternativa levou em consideração o atendimento da Lei nº 9.074/95 que dispõe sobre o aproveitamento ótimo do potencial pelo melhor eixo de barramento, arranjo físico geral das obras, níveis de água operativos, reservatórios e potência instalada. A metodologia utilizada para a verificação da melhor alternativa foi feita tendo como critério básico a maximização energética do empreendimento com o mínimo impacto ambiental possível.

A estruturação do modelo de análise encontra-se sob uma base de planilhas em Excel onde se constituem como parâmetros de entrada as características físicas do projeto, sua potência instalada, energia média e o volume de investimento.

A solução adotada, decorrente dos estudos, foi desenvolvida para maximizar a produção de energia e o retorno econômico conforme as condições existentes, considerando o menor impacto sobre o meio ambiente.

Atribuição de índices

A metodologia de comparação das alternativas teve como principal elemento a atribuição de um índice de 0 a 1 aos critérios estabelecidos, sendo o índice menor tanto quanto a alternativa é superior às demais. Por este motivo os

critérios energéticos apresentam-se como o inverso da geração de energia. Quanto maior a geração, melhor a alternativa, e quanto maior o inverso da geração pior a alternativa, de forma que fica possível o somatório dos índices atribuídos aos critérios ambientais e econômicos (os quais, em todos os casos, apresentam situação desfavorável quando são maiores) aos índices energéticos. Assim, a alternativa mais impactante para cada critério é a de índice mais elevado. A obtenção destes valores índices foi realizada da seguinte forma:

- Soma dos valores das quatro alternativas para cada critério;
- Após esta etapa foi realizada a proporção dos valores individuais de cada alternativa em relação à soma obtida para cada critério, conferindo a cada alternativa um índice de 0 a 1 e com a soma dos índices igual a 1;
- Os resultados dessa relação, para cada critério de uma mesma alternativa foram somados, produzindo um resultado para cada alternativa;
- Estes resultados foram novamente racionalizados para um total de 1 (somando-se os resultados finais de cada alternativa e verificando a proporção de cada em relação ao total).
- Este valor foi multiplicado por 100 com a finalidade de facilitar a comparação entre alternativas.

Tabela 14 – Valores dos critérios de seleção para cada alternativa.

Critérios		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Soma dos critérios	Proporção em relação à soma				
							Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	
AMBIENTAIS	Área do reservatório (km ²)	4,58	4,64	4,64	4,58	18,44	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área inundada pelo reservatório (km ²)	3,59	3,64	3,64	3,59	14,46	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área diretamente afetada (km ²)	13,02	13,05	12,98	12,95	52,00	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área de vegetação afetada (km ²)	6,03	6,04	5,99	5,98	24,04	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área de agricultura e pastagens afetadas (km ²)	6,22	6,24	6,24	6,22	24,92	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área de PP do leito natural do rio (conforme CONAMA) afetada (km ²)	4,31	4,34	4,34	4,31	17,30	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Área de desapropriação necessária (km ²)	12,03	12,05	11,98	11,96	48,02	0,25	0,25	0,25	0,25	
ENERGÉTICOS	Inverso da energia média (Mwmed)	0,076	0,076	0,076	0,076	0,30	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Inverso da geração anual de energia (GWh/ano)	8,96E-03	8,96E-03	8,96E-03	8,96E-03	0,04	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Inverso da potência instalada (MW)	0,04237	0,04237	0,04237	0,04237	0,17	0,25	0,25	0,25	0,25	
ECONÔMICOS E FINANCEIROS	Custo total (10 ⁶ R\$)	145,79	164,98	162,82	159,89	633,48	0,23	0,26	0,26	0,25	
	Custo do kW instalado (R\$/kW)	6.177,54	6.990,68	6.899,15	6.775,00	26842,37	0,23	0,26	0,26	0,25	
							Soma	4,21	4,28	4,27	4,25
							Proporcional	0,2475	0,2517	0,2510	0,2498
							%	24,75%	25,17%	25,10%	24,98%

Alguns critérios de comparação inicialmente considerados foram suprimidos da tabela acima. Isso ocorreu pelo fato de tais critérios terem resultado em valores semelhantes para todas as alternativas, sendo, portanto dispensáveis numa análise comparativa. Estes critérios foram:

- Número de afluentes afetados pelo reservatório (38)
- Número de propriedades atingidas (26 propriedades e um Projeto de Assentamento regularizado pelo INCRA, o Assentamento Nossa Senhora Aparecida)
- Interferência com infraestrutura (9)
- Núcleos urbanos atingidos (0)
- Interferência com áreas legalmente protegidas (1 – Área Prioritária para a Conservação Rio Goioerê – Ma166)
- Interferência com assentamentos (1 – Assentamento Nossa Sra. Aparecida)

Alternativa selecionada

Tendo em vista os indicadores ambientais, energéticos e econômicos/financeiros determinados, a alternativa 1 foi considerada como a mais adequada. A comparação entre as quatro alternativas propostas indica pontuações muito próximas, sendo a alternativa 1 considerada melhor em relação às demais.

Apesar da aproximação do índice final estabelecido para as quatro alternativas, a grande área alagada constitui o principal aspecto restritivo para as opções 2 e 3. Este fato leva a uma maior área de propriedades atingidas, gerando maiores demandas de desapropriação, e, com isso, maiores impactos socioeconômicos. A maior área alagada acarreta também maiores impactos ao meio biótico, visto que haverá maior área de vegetação alagada e consequentes prejuízos a flora e fauna local, como a perda de habitat pela supressão da vegetação e a perda de conexão entre fragmentos vegetacionais, para citar alguns.

Dessa forma, considerando a análise por critérios e também o peso do critério área alagada, identificou-se como melhor alternativa locacional para o empreendimento a alternativa 1.

A partir da escolha da alternativa 1 como melhor opção locacional para a PCH Água Limpa, foi efetuada uma otimização da análise de custo permitindo a definição do valor global de cerca de R\$ 135 milhões de reais de investimento, sendo o custo instalado otimizado de R\$ 5759,80.

2.2.5.2. Alternativa tecnológica

As alternativas tecnológicas mais relevantes referem-se ao número de unidade e tipo de turbina a serem empregadas para geração de energia na PCH Água Limpa e a possibilidade de implantação de CGH no pé da barragem.

As alternativas estudadas para Casa de Força no que se refere à quantidade e tipo de máquinas se baseiam nos estudos energéticos. Foram estudadas várias possibilidades de turbinas e arranjos para a potência final a ser instalada de 23,6 MW, para uma queda de 32,20 metros e vazão turbinada de 80,60 m³/s. Dentre as possibilidades estudadas estão turbinas tipo Francis vertical (duas unidades geradoras) e horizontal (três unidades geradoras) e turbinas Kaplan S Montante (duas unidades geradoras).

As turbinas Francis são utilizadas em quedas úteis superiores aos 20 metros, e possuem uma grande adaptabilidade a diferentes quedas e vazões. As turbinas Kaplan são constituídas por uma câmara de entrada que pode ser aberta ou fechada, por um distribuidor e por uma roda com quatro ou cinco pás em forma de hélice. As pás são móveis, o que permite variar o ângulo de ataque por meio de um mecanismo de orientação que é controlado pelo regulador da turbina. As turbinas Kaplan são recomendadas para empreendimentos com pequena queda útil e grande vazão.

Os estudos atualizados, que vem sendo efetuados pela VLB Engenharia Ltda., tendem para adoção de duas unidades geradoras tipo Kaplan S Montante. Esta alternativa apresenta menores custos de implantação civil, além de melhor relação rendimento e vazão de corte.

Com relação à potencial instalação de CGH no pé da barragem, esta se justifica pela possibilidade de aproveitamento energético da vazão a ser liberada a jusante da barragem. Esta vazão ecológica, a ser preservada no trecho de rio entre o barramento e canal de fuga, deve ser definida entre a vazão cênica de 1,96 m³/s ou vazão mínima ambiental, de 7,48 m³/s, conforme solicitação ao órgão ambiental competente (Instituto das Águas do Paraná) no pedido de renovação da outorga de direito de uso da água (documento apresentado no Anexo I deste EIA). Para uma vazão mínima ambiental da ordem de 7,48 m³/s e queda de 11,00m, seria possível o desenvolvimento de estudo de aproveitamento energético no pé da barragem, com a implantação de Central Hidrelétrica com turbina tipo Kaplan S jusante, de potência instalada da ordem de 0,75MW.

2.3. Instrumentos legais e normativos aplicáveis

Em atendimento ao Termo de Referência apresentado pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP, órgão competente para o Licenciamento Ambiental do empreendimento proposto, apresenta-se uma coletânea das normas legais e regulamentos vigentes incidentes ou aplicáveis ao empreendimento em questão, expedidas pelas três esferas de governo, que se referem a todos os aspectos das áreas temáticas estudadas, bem como pelos órgãos reguladores da atividade de geração de energia. Estas normas, relacionadas no Anexo IV deste documento, serviram de referência para a elaboração do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório dos Impactos ao Meio Ambiente (RIMA).

O levantamento da legislação aplicável teve ênfase nas questões ligadas ao processo de licenciamento ambiental, aos impactos inerentes à implantação do projeto e à atividade a ser desenvolvida, bem como às medidas de controle e proteção ambiental.

Todas as ações realizadas pelo empreendedor e pelos seus prepostos partem da observação dos dispositivos legais relacionados e atendem aos requisitos específicos neles contidos. Entretanto, é certo que o esforço aqui realizado não esgota as possibilidades de abrangência, análise e interpretação de todos os aspectos legais que mantém relação com o empreendimento em estudo, mas tem como objetivo apresentar os dispositivos mais relevantes para fundamentar o contexto legal na qual o projeto está inserido.

Para o licenciamento ambiental, tem-se que o processo para autorização da atividade pretendida seguirá o disposto nas Resoluções CONAMA nº 001/1986, nº 006/1987 e nº 237/1997. Estas definem o EIA/RIMA e o PBA como instrumentos do Licenciamento Ambiental para a referida atividade. Também serão observadas as Resoluções SEMA/IAP nº 031/1998, SEMA/IAP nº 009/2010 e CEMA nº 065/2008.

2.3.1. Legislação específica para PCH

Um dos desafios atuais para os que atuam na implantação e na operação de empreendimentos para geração de energia elétrica é a adaptação dos seus planejamentos à conjuntura política e econômica atual, da qual se destaca a preocupação com o meio ambiente.

A evolução da legislação brasileira é constante e vem ocorrendo com a edição, em várias instâncias, de novas normas visando garantir a proteção e conservação dos recursos naturais, assim como o controle de possíveis impactos ambientais que venham a comprometer a qualidade de vida. Assim, a utilização do potencial hidráulico para a produção de energia é um assunto que toma grande atenção dos administradores públicos e legisladores brasileiros.

Tanto pelo caráter de utilidade pública, quanto pelas implicações ambientais e em função das normas e princípios envolvidos na utilização de bens da União, que são os cursos d'água, a construção e exploração de centrais hidrelétricas é regida por um grande e detalhado arcabouço normativo, que começa com a Constituição Federal, passa por leis e decretos e chega aos regulamentos que detalham com abrangência os aspectos da atividade.

Por isso, atender à legislação ambiental deve ser uma ocupação constante das empresas que compõem o setor elétrico brasileiro, considerando a grande diversidade de instrumentos normativos dispendo sobre a matéria.

O que segue adiante é um apanhado amplo do que rege a legislação brasileira sobre o aproveitamento dos rios para geração de energia em Pequenas Centrais Hidrelétricas. A listagem da legislação aplicável é apresentada no Anexo IV deste EIA.

A relação e a análise dos instrumentos legais e normativos é o resultado de uma pesquisa ampla em diversas fontes e lista as regras dispendo acerca de

questões de caráter ambiental dos empreendimentos destinados à geração de energia elétrica.

O levantamento procurou agregar a legislação existente para a proteção do meio ambiente, abrangendo desde a Constituição da República, leis infraconstitucionais, decretos, bem como instruções normativas, portarias e resoluções.

Os textos legais pesquisados e relacionados neste trabalho referem-se tanto à esfera federal, quanto estadual e municipal. É importante destacar a abundância de dispositivos legais no âmbito federal e a escassez de normas municipais dispendo sobre os temas em foco.

Dentre os dispositivos estaduais e municipais se destacam as Constituições Estaduais, as Leis Orgânicas e os Planos Diretores Municipais, que destinam capítulos em seu texto relacionados ao meio ambiente, e que deverão ser observados juntamente com as demais normas infraconstitucionais.

O diagnóstico ambiental das áreas de influência, a definição da área de proteção permanente e a análise dos impactos ambientais do empreendimento levam em consideração toda a legislação ambiental, apresentada no Anexo IV através dos principais diplomas legais aplicáveis. Esta legislação deve ser considerada pelo empreendedor durante a execução dos projetos, implantação e operação do empreendimento em questão, e desenvolvimento de todas as atividades a ele associadas.

Ao longo de todo o estudo, em cada um dos diagnósticos, em todos os levantamentos técnicos, programas e ações propostas foram observados os instrumentos legais e normativos aplicáveis ao empreendimento. Assim, o presente estudo está devidamente fundamentado na legislação incidente sobre a atividade do empreendimento.

Tópicos de destaque:

Partindo de uma análise da Lei Maior, temos que a Constituição Federal deu ênfase à proteção ambiental estabelecendo no seu art. 225, que *“todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”*. Neste sentido, preceituou ainda no inciso 1º, IV, do mesmo artigo 225, que:

“para assegurar a efetividade desse direito (ao meio ambiente ecologicamente equilibrado), incumbe ao Poder Público: exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”

A competência legislativa em matéria ambiental está prevista no artigo 24 da Constituição, fixada de forma concorrente entre a União, os Estados e os Municípios para legislar sobre: floresta, pesca, fauna, conservação da natureza; proteção ao patrimônio histórico, artístico, turístico, cultural e paisagístico; e, responsabilidade por danos ao meio ambiente e a bens de valor artístico, estético, histórico e paisagístico.

Para compreender como deve funcionar a questão da competência legislativa em matéria ambiental é necessário observar o que consta no texto do artigo 24:

“Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

(...)

VI - Florestas, caça, pesca, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle de poluição;

VII - Proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico;

VIII - Responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico;

(...)

§ 1º: No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a esclarecer normas gerais.

§ 2º: A competência da União para legislar sobre normas gerais exclui a competência suplementar dos Estados.

§ 3º: Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender as suas peculiaridades.

§ 4º: A superveniência da lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário”

Deve-se atentar ainda para o estabelecido no Art. 5º inciso XXIII, que reformulou a característica do direito de propriedade. Antes da Constituição este direito era absoluto àquele que o detinha. Atualmente, a propriedade deve atender a sua função social, que de acordo com o Art. 186 – que trata da propriedade rural – é, entre outros, a preservação do meio ambiente.

No âmbito da legislação federal infraconstitucional, temos que a Lei nº 6.938/81 dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta lei, editada antes da Constituição de 1988, define a Política Nacional do Meio Ambiente e foi recebida pelo texto constitucional com *status* de Lei Complementar. Além de definir os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, do qual passam a fazer parte os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos territórios e dos municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

Compõe o SISNAMA, um conselho superior de assessoria ao Presidente da República (Conselho de Governo), um conselho consultivo e deliberativo (Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA), o órgão central, Secretaria do

Meio Ambiente da Presidência da República, o órgão executor (IBAMA), os órgãos setoriais (órgãos e entidades integrantes da administração federal direta e indireta cujas atividades estejam associadas à proteção da qualidade ambiental), órgãos seccionais, órgãos ou entidades estaduais associados à proteção ambiental, os órgãos locais, órgãos municipais associados à proteção ambiental.

As competências do CONAMA foram estabelecidas pela Lei nº 8.028/1990. Esta lei define ainda os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente destacando, entre outros, o zoneamento ambiental, a avaliação dos impactos ambientais, o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente, o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental e de atividades potencialmente poluidoras.

O Decreto nº 88.351/83 regulamentou a Lei nº 6938/81 e estabeleceu no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente.

A Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, relaciona diversas atividades para cujo licenciamento se fará necessária a elaboração do estudo de impacto ambiental, dentre elas as barragens para fins hidrelétricos acima de 10MW:

“Art. 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

(...)

VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação,

retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

(...)

A Lei nº 4771/1965 corresponde ao chamado Código Florestal e, dentre outros aspectos, determina a proteção de florestas nativas e define as áreas de preservação permanente – APPs (nas quais a conservação da vegetação é obrigatória) numa faixa de 30 a 500 metros nas margens dos rios, variando proporcionalmente de acordo com a largura do curso d'água, de lagos e de reservatórios, além dos topos de morro, encostas com declividade superior a 45° e locais acima de 1.800 metros de altitude.

Em função da ocorrência de APPs na área do empreendimento, é pertinente salientar que embora o Código Florestal (Lei Geral sobre Florestas) estabeleça critérios para delimitação de áreas de proteção permanente e imponha restrições para estas áreas situadas nas margens dos rios, é possível observar que, diferentemente do que foi feito com outras áreas declaradas de preservação permanente, a alínea “b” do artigo 2.º não delimitou expressamente uma faixa a ser considerada como APP ao redor dos reservatórios artificiais. Entretanto, considerando que os critérios existentes no Código Florestal para determinar a APP em relação aos rios podem ser tecnicamente adaptados para os reservatórios artificiais, poder-se-ia questionar o estabelecimento de uma metragem para proteção ao redor de reservatórios artificiais - equivalente a 100 (cem) metros na área rural e 30 (trinta) metros na área urbana - por Resolução do CONAMA (Resolução 302/2002), não por lei e nem definida de acordo os critérios existentes na lei (Código Florestal).

Sobre a relevante questão da proteção ao Patrimônio Histórico e Arqueológico, temos que a Constituição Federal declara os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico como patrimônio cultural brasileiro (art. 216, V), além de ser considerado bem da União (art. 20, X).

A proteção jurídica ao patrimônio nacional de cunho arqueológico e histórico ganhou força ainda na década de 60 quando da promulgação da Lei Federal nº 3.924, de 26 de Julho de 1961, que na época já fixava a guarda e proteção pelo Poder Público dos elementos que constituíssem monumentos arqueológicos ou pré-históricos, seguindo obviamente os ditames da norma fundamental da época.

Diante do aparato jurídico e institucional criado, a Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – SPHAN, e posteriormente o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, estabeleceram procedimentos específicos regulamentando os pedidos de permissão, autorização e comunicação prévia de desenvolvimento de pesquisas e escavações arqueológicas (Portaria SPHAN nº 007 de 01 de dezembro de 1988), bem como a compatibilização das fases do licenciamento ambiental com os empreendimentos potencialmente capazes de afetar o patrimônio arqueológico (Portaria IPHAN nº 230 de 17 de dezembro de 2002).

Portanto, todas as medidas visando proteger o patrimônio arqueológico e pré-histórico eventualmente existente na área deverão ser tomadas observando-se a legislação aplicável.

Na legislação estadual cumpre destacar a Resolução CEMA nº 065/2008 que dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelecendo no artigo 58, XI a necessidade de elaboração de estudo de impacto ambiental as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como barragem para fins hidrelétricos acima de 10 MW.

Ainda no âmbito estadual, a Constituição Estadual reforça as normas federais em relação ao Meio Ambiente.

Merece destaque a Lei Estadual n.º 7.109/1979 que institui o Sistema de Proteção do Meio Ambiente prevendo ações contra qualquer agente poluidor ou perturbador, com aplicação e fiscalização pela Administração dos Recursos Hídricos – ARH.

A legislação ambiental dos Municípios localizados na área de influência direta do empreendimento está baseada em disposições previstas na legislação relacionada a seguir, notadamente Leis Orgânicas Municipais, Plano Diretor em alguns casos e raras leis específicas, considerando que se trata aqui de Municípios com população bastante pequena.

Cumprir destacar que as regras procedimentais, bem como limites e cautelas gerais em matéria de proteção ao meio ambiente previstos nas normas municipais e estaduais não extrapolam ou diferem dos parâmetros definidos na legislação federal (mais usual e amplamente conhecida).

Por fim, todas as questões mencionadas até aqui representam aspectos preliminares fundamentais que devem ser observados para uma análise correta sobre os efeitos práticos da legislação existente.

A listagem completa da legislação das três esferas aplicável ao estudo ambiental e ao empreendimento é apresentada no Anexo IV.



3. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

3.1. Área de Influência Indireta – All

A All compreende a área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta.

3.1.1. Meios Físico e Biótico

O conceito de influência indireta considera a possibilidade de dispersão dos impactos diretos do empreendimento através de reações secundárias ou de uma cadeia de reações, ou seja, reflexos destes que não primariamente vinculados à fonte geradora.

Em projetos hidrelétricos, mesmo de pequeno porte, como a PCH Água Limpa, têm-se a área de abrangência da bacia hidrográfica do rio afetado como unidades de planejamento e estudo, dadas as similaridades de condições ambientais e a possibilidade de propagação de impactos. Desta forma, a All para o presente estudo é representada pela bacia hidrográfica do Rio Goio-Erê.

A representação gráfica para a área de influência indireta dos meios físico e biótico pode ser visualizada através da figura 27 e, de maneira mais bem detalhada, através do mapa em anexo a este documento (Anexo III - mapa 02).

3.1.2. Meio Socioeconômico

A área de influência indireta adotada para o meio socioeconômico será aquela formada pelos municípios em que se localizam as propriedades rurais afetadas(Alto Piquiri, Mariluz e Perobal), e também por aqueles onde poderão ocorrer interações em menor intensidade, componentes da Bacia do Rio Goio-Erê. Dentre todos aqueles inseridos na bacia, são considerados 8 municípios compondo a All, incluindo Umuarama, o maior centro urbano da região. Tal distinção foi adotada por se julgar que os demais municípios são de pequena dimensão demográfica, tendo sua economia calcada principalmente na atividade agropecuária e/ou seu processamento. Na tabela 15 são listados os municípios inseridos na Bacia do Rio Goio-Erê considerados componentes da Área de Influência Indireta do meio socioeconômico, sendo que sua apresentação é dada através da figura 27.

Tabela 15 – Municípios da Bacia do Rio Goio-Erê

Município	População (2010)
Alto Piquiri	10.179
Cruzeiro do Oeste	20.416
Janiópolis	6.532
Mariluz	10.224
Moreira Sales	12.606
Perobal	5.653
Tuneiras do Oeste	8.695
Umuarama	100.676
Total	174.981

FONTE: COPEL/MULTIFASE. Inventário do Rio Goio-Erê; IBGE. Censo Demográfico, 2010

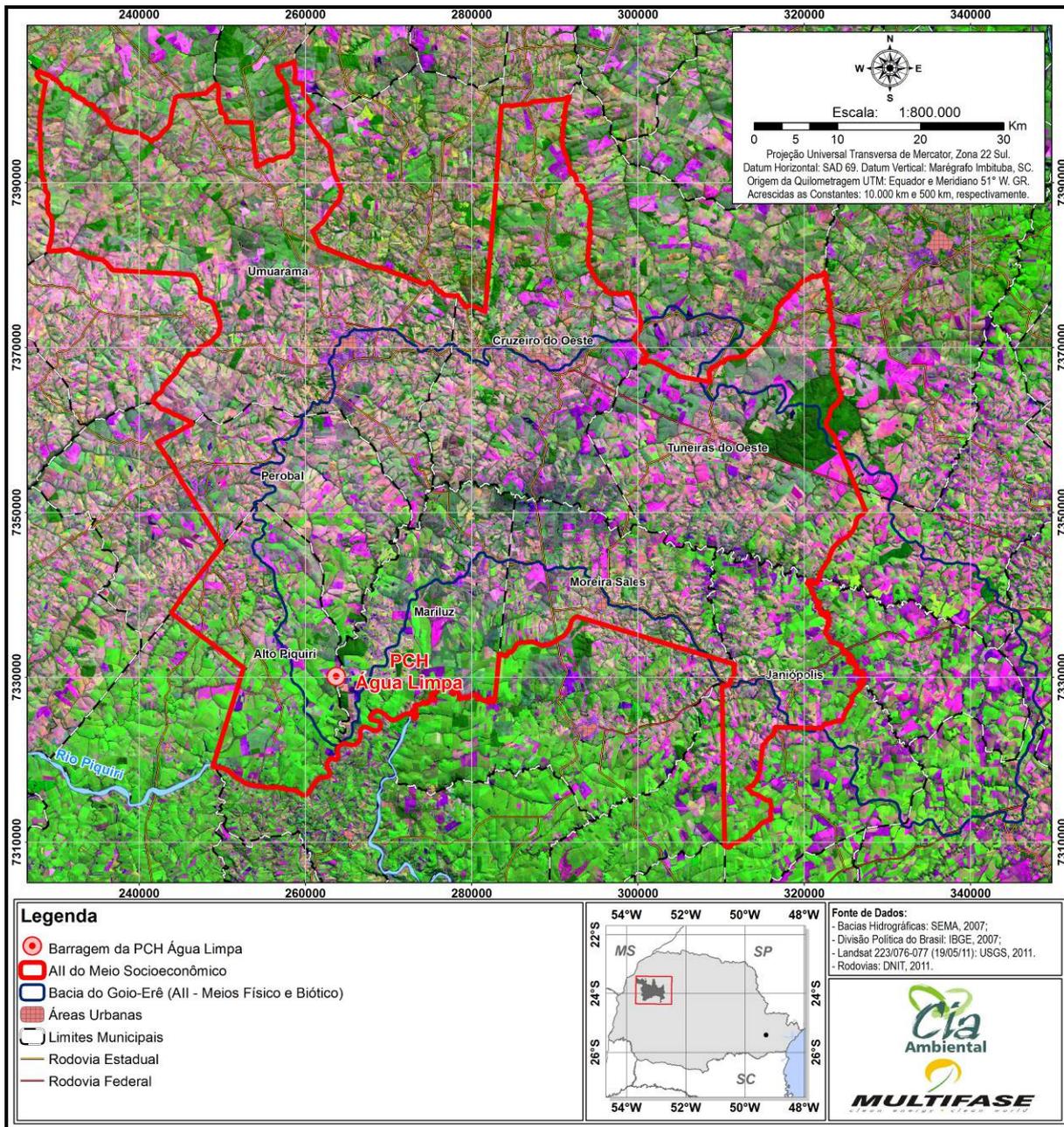


Figura 27 – Áreas de Influência Indireta.

Adicionalmente a representação da área de influência indireta do meio socioeconômico é apresentada de maneira mais detalhada no mapa 04, anexo a este estudo.

3.2. Área de Influência Direta – AID

A definição básica da AID remete à área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento, com delimitação em função das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do empreendimento.

3.2.1. Meios Físico e Biótico

A área de influência direta para o meio físico foi definida visando selecionar a área em que se prevê a maior interação entre a Pequena Central Hidrelétrica e este meio, e cuja observação e análise possibilitassem a obtenção das informações desejadas de maneira representativa em relação ao meio ambiente próximo, assegurando que o diagnóstico e o prognóstico ambiental sejam realizados de maneira bem fundamentada.

Esta mesma situação pode ser considerada para o meio biótico, pois um diagnóstico representativo do ambiente considerando áreas remanescentes e corredores ecológicos relativamente próximos torna possível obtenção de informações extremamente relevantes acerca da biodiversidade regional em um ambiente muito pressionado pela antropização.

Desta forma a definição da AID da PCH Água Limpa para os meio físico e biótico teve como base a adoção de uma faixa de aproximadamente 500 metros no entorno da área diretamente afetada, considerando, assim, a área onde será implantado o empreendimento e seu entorno imediato. Para delimitação da AID foram considerados também os acessos ao empreendimento. Em algumas regiões, em vista das peculiaridades existentes, verificadas através da análise da paisagem, como remanescentes florestais, mananciais e outros elementos da paisagem, a faixa de 500 metros foi estendida para que a AID englobasse também estas áreas ambientalmente significativas. Tal delimitação pode ser vista na figura 28.

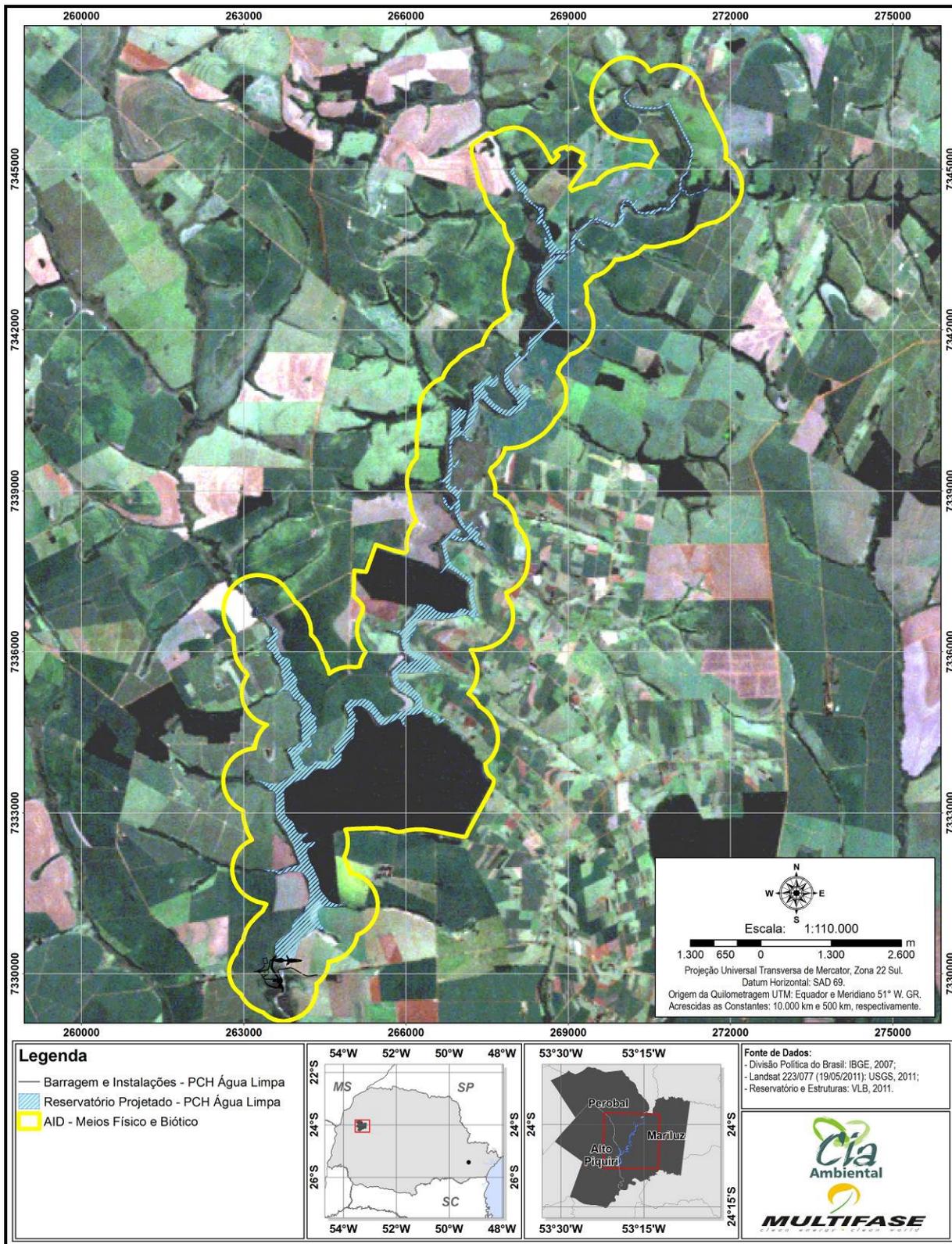


Figura 28 – Área de influência direta dos meios físico e biótico.

O resultado desta análise de paisagem para delimitação da AID é apresentada detalhadamente no mapa 01, no Anexo III do estudo.

3.2.2. Meio Socioeconômico

A área de influência direta do meio socioeconômico pode ser considerada sob duas perspectivas. Do ponto de vista dos aspectos macroeconômicos, os municípios de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal podem sofrer influência direta da presença do empreendimento, seja em função da geração de empregos e pelo aumento da arrecadação principalmente na fase de instalação, maior movimentação de pessoas e veículos, entre outros.

Há, todavia, que ressaltar que tais impactos socioeconômicos serão mais significativos no município que sediar o escritório das empreiteiras e o canteiro de obras. Esta primeira perspectiva para a área de influência direta do meio socioeconômico pode ser visualizada através da figura 29.

Entretanto, há uma área no entorno do empreendimento que sofrerá mais fortemente os impactos, constituindo objeto de análise mais detalhada, que será considerada como área de influência direta restringida. São principalmente as propriedades rurais localizadas junto ao rio em sua área que sofrerá alagamento que comporão o polígono da área de influência direta restringida. Serão estas propriedades que poderão estar sujeitas a procedimentos indenizatórios em função do alagamento de parte de suas terras, assim como poderão ocorrer alterações no padrão de uso e ocupação do solo e na sua relação com o rio. Serão também os moradores destas propriedades que poderão estar sujeitos a processo de reassentamento.

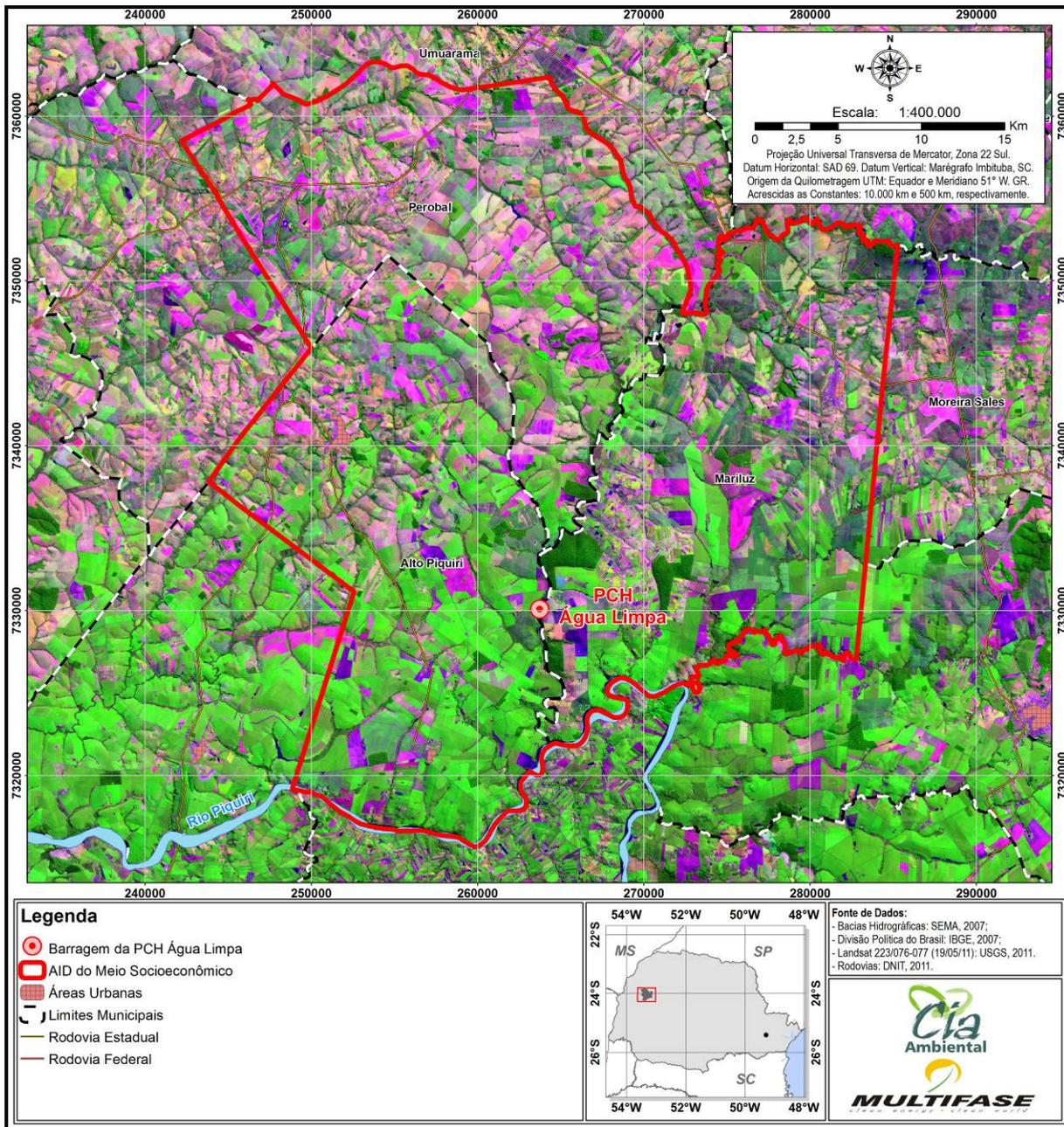


Figura 29 – Municípios da área de influência direta da instalação e operação da PCH Água Limpa.

A representação da área de influência direta do meio socioeconômico é apresentada no mapa 03, no Anexo III do estudo.

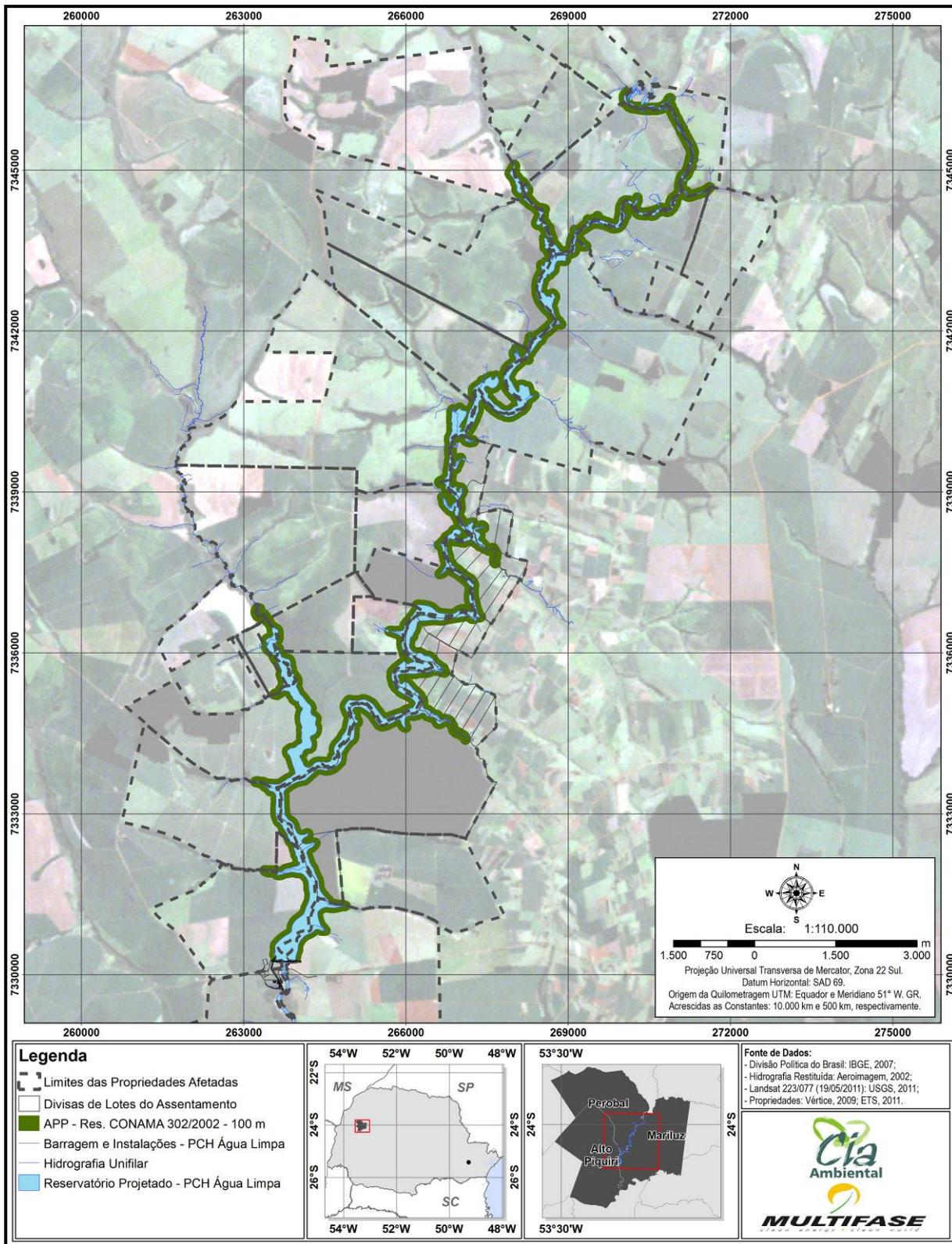


Figura 30 – Propriedades que compõem a AID restringida.

3.3. Área Diretamente Afetada – ADA

A área diretamente afetada consiste na área de implantação efetiva do empreendimento, a qual sofrerá intervenções diretas em função das atividades inerentes ao empreendimento tanto na sua construção quanto na operação.

No caso do empreendimento hidrelétrico a ADA constitui-se essencialmente pelo reservatório, sua área de preservação permanente (considerada como uma faixa de 100 metros de largura no seu entorno, conforme resolução CONAMA nº 302/2002), áreas onde haverá supressão da vegetação e estruturas construídas temporárias ou permanentes (barramento, canal adutor, casa de força, canteiro de obras, jazidas, áreas de deposição de material excedente, etc.).

A representação da área diretamente afetada é apresentada através da figura 31 e no mapa 01, no Anexo III do estudo.

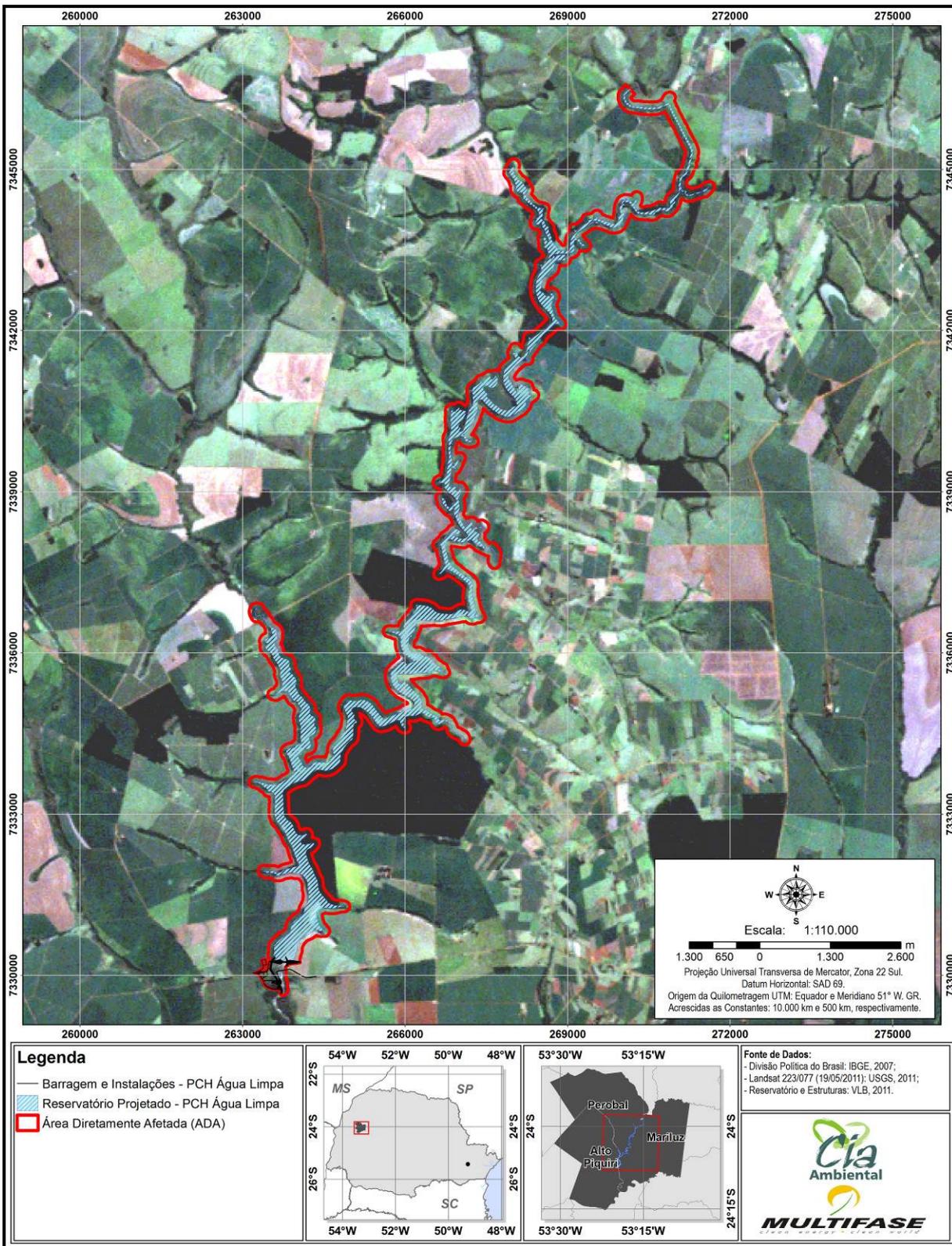


Figura 31 – Área diretamente afetada da PCH Água Limpa.



4. DEFINIÇÃO DA ÁREA DO RESERVATÓRIO

A delimitação do leito natural do rio, bem como da área do reservatório previsto para a PCH Água Limpa, foi efetuada por meio de levantamento topográfico da região. O arranjo selecionado para a PCH Água Limpa, fixa o nível de água máximo normal do reservatório, a fio d'água, na cota 315,0 m. O nível normal de jusante foi fixado na cota 283,00 m.

Para a determinação da topografia geral do rio Goio-Erê, especialmente a definição da conformação de suas margens, foram executados serviços de cobertura aerofotogramétrica, apoio terrestre, aerotriangulação e restituição aerofotogramétrica digital. Estes serviços foram executados pela empresa Aeroimagem – Fotogrametria S.A., em 2002 e serviram de base para o Projeto Básico executado pela COPEL no mesmo ano.

A cobertura aerofotogramétrica, na escala 1:25.000, abrangeu aproximadamente 500 km², de parte do rio Goio-Erê. A partir da cobertura aerofotogramétrica, do apoio terrestre e da aerotriangulação foi efetuada a restituição na escala 1:5.000 de aproximadamente 200 km², de parte da bacia do rio Goio-Erê. A restituição aerofotogramétrica que abrange toda a área em estudo, foi executada com curvas de nível equidistantes de 5 m, utilizando-se as fotos aéreas na escala 1:25.000, obtidas do voo Aeroimagem de janeiro de 2002. Nos serviços de Aerofotogrametria foi incluída a produção de ortofotocartas de toda extensão do rio, utilizando as fotos para restituição do rio.

Complementando as informações fotogramétricas iniciais, foi realizado um sobrevôo a menor altitude para obtenção de restituição em escala 1:2000, mais detalhada, do local de interesse em uma área de aproximadamente 4,0 km². Essas informações, complementadas por levantamentos de campo, foram utilizadas para execução do projeto básico pela COPEL, em 2002.

Devido às exigências técnicas para execução de um projeto básico de engenharia e às limitações na precisão dos resultados da restituição, foram definidas seções complementares para execução de levantamentos topográficos e topobatimétricos, com o objetivo de definir algumas seções transversais do leito do rio em locais críticos, bem como verificação da topografia dos locais de implantação da futura usina. Para os levantamentos topobatimétricos foi contratada a empresa SVN – Engenharia de Aerolevantamentos Ltda., que executou os levantamentos nos meses de abril e maio de 2002.

Os trabalhos de topografia utilizaram como base os marcos geodésicos implantados pela empresa Aeroimagem, executora dos trabalhos de aerofotogrametria, com a devida verificação. Foram levantadas 09 seções topobatimétricas e 04 seções topográficas na região do aproveitamento hidrelétrico. Adicionalmente, foi levantada uma seção batimétrica e implantada uma régua de medição de vazão na região do canal de fuga do aproveitamento.

Os levantamentos topobatimétricos, combinados com a restituição existente, foram utilizados tanto na determinação da área do reservatório, das estruturas da Casa de Força e Barragem, assim como nos Estudos de Remanso do reservatório da PCH. As seções topográficas e topobatimétricas levantadas são apresentadas nos desenhos 14 e 15 do Projeto Básico (310-AL-00014 e 310-AL-00015), disponível no Anexo II deste EIA.

O cálculo de remanso foi efetuado para avaliar a influência do reservatório a montante do eixo da PCH Água Limpa. Para o cálculo do remanso foi utilizado o programa computacional HEC-2.

Para a aplicação do método no reservatório do rio Goio-Erê, considerou-se que a seção mais a jusante estaria na seção do posto fluviométrico Fazenda Uberaba (64815000), considerada coincidente com o eixo da barragem. O cálculo do remanso foi então considerado utilizando a seção da barragem com o fundo real, e mais 15 seções obtidas por topografia conjugada com fundo batimétrico estimado.

Por simplicidade, as seções submersas foram consideradas de formato triangular. A topografia foi obtida por levantamento aerofotogramétrico digitalizado, a partir do qual foram obtidas as seções transversais, representativas para o estudo de remanso. Foram utilizados os níveis nas seções nos dias 3/2/2002 e 4/2/2002, os dias do levantamento aerofotogramétrico que serviu de base para os estudos. A régua nestes dias esteve em torno de 1,11 cm em Fazenda Uberaba, o que representou um valor de vazão, função da curva de descarga local, de 59,8 m³/s.

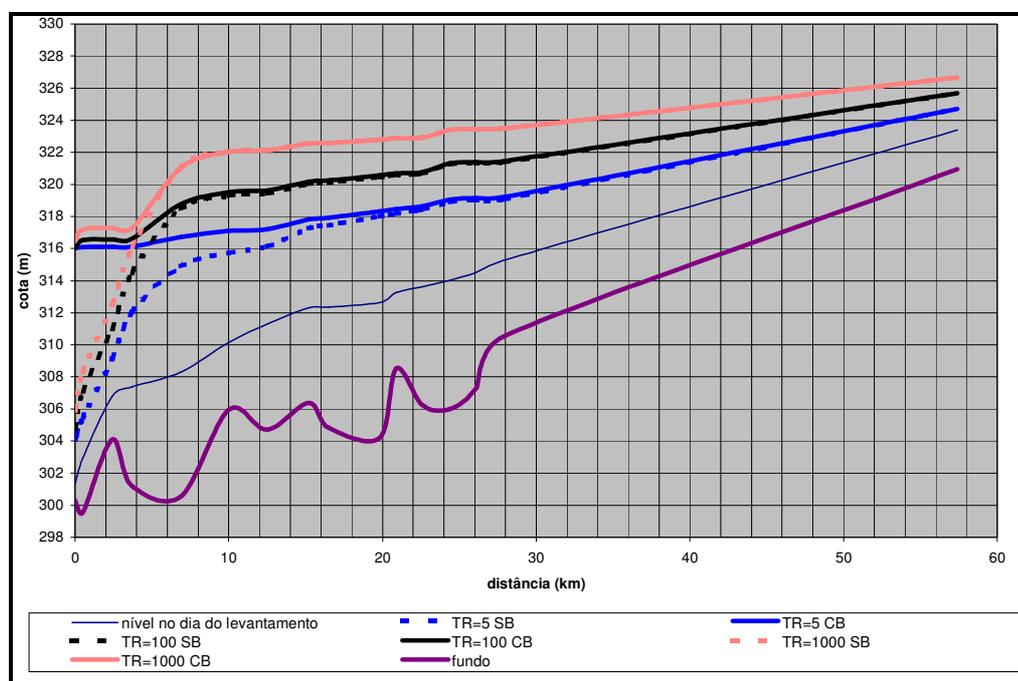


Figura 32 - Remanso na PCH Água Limpa: níveis (m) no dia do levantamento altimétrico, para TR = 5, 100 e 1000 anos sem barragem (SB) e com barragem (CB).

Na região de montante do reservatório, verifica-se que este se confunde com o leito natural do rio por cerca de 2 km, considerando a cota 315,0 m obtida pelo levantamento topográfico realizado pela Aeroimagem. Dessa forma, verifica-se que o lago da referida PCH apresentará uma área de 4,58 km² em seu nível máximo normal, incluído neste total a área do leito natural do rio (0,99 km²), sendo, portanto, a área inundada de 3,59 km².

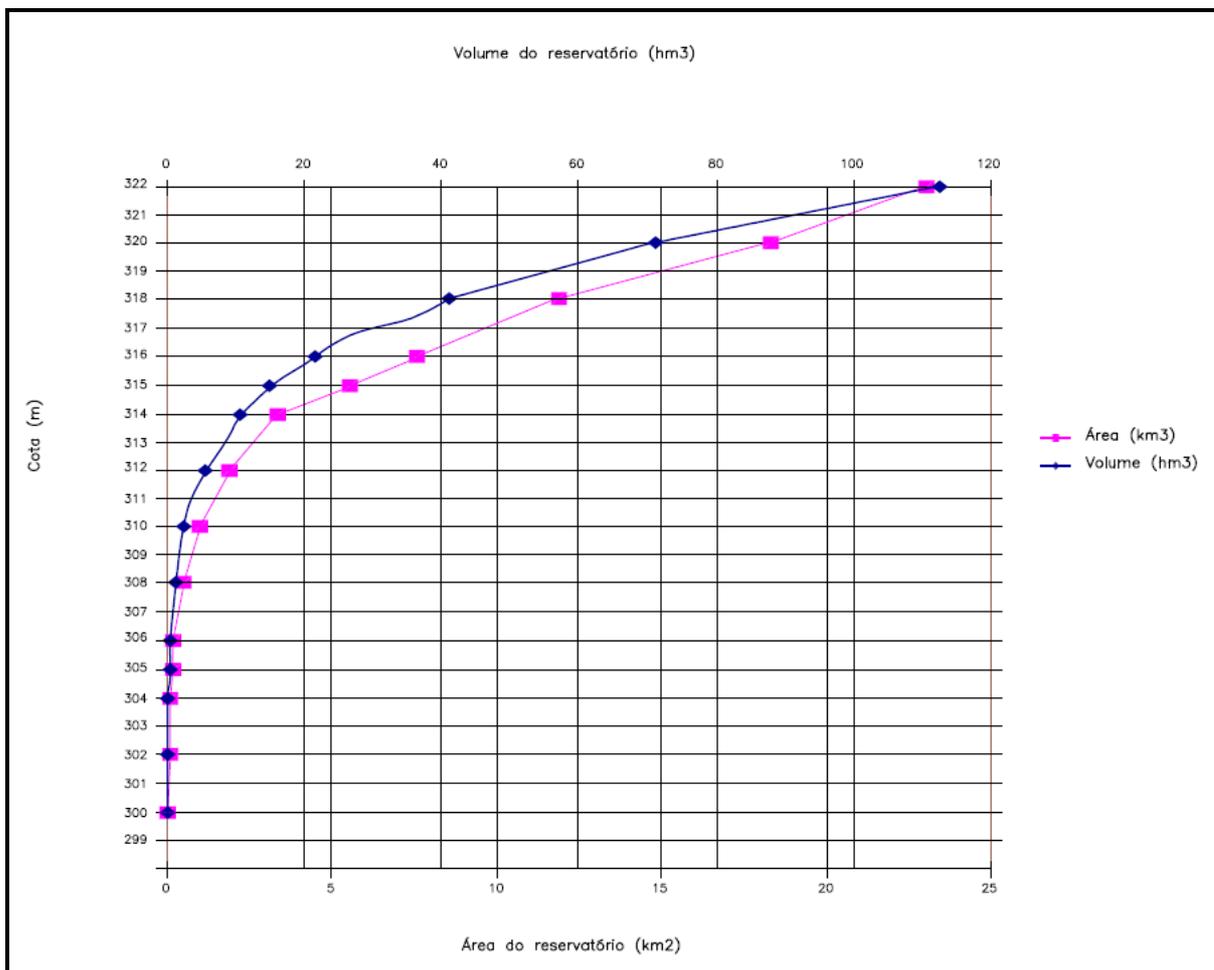


Figura 33 - Curvas cota-área e cota-volume para reservatório da PCH Água Limpa.

As curvas cota-área e cota-volume foram elaboradas através de medições diretas com ferramentas do software MICROSTATION (Bentley) sobre arquivo digital em três dimensões contendo as informações da topografia da região do reservatório.

Tabela 16 – Características do reservatório

Característica do reservatório	Valor
Área de drenagem (km ²)	2.941
Nível d'água a montante máximo normal, a fio d'água do reservatório (m)	315,00
Nível d'água a montante TR=100 anos	317,55
Nível d'água a montante máximo maximorum (TR=1000 anos) (m)	318,52
Nível d'água a montante mínimo operacional (m)	313,00
Nível d'água a jusante normal na condição final (m)	283,00
Nível d'água a jusante normal de restituição na elevação na condição inicial(m)	282,00
Queda bruta máxima aproveitada na condição final (m)	32,00
Queda bruta máxima aproveitada na condição inicial (m)	33,00
Volume útil (m ³)	6,9 10 ⁶
Volume no nível máximo normal (m ³)	14,8 10 ⁶
Volume no nível mínimo operacional (m ³)	7,9 10 ⁶
Área do reservatório (km ²)	4,58
Tempo de residência (dias)	2,95
Vazão líquida de longo período (m ³ /s)	58,79

OBS: A condição final se refere à operação da UHE Apertados, prevista para ser instalada no Rio Piquiri, a jusante da PCH Água Limpa.

A carta-imagem com perfil da linha d'água e curvas de nível é apresentada no Anexo II.

4.1. Delimitação da área de preservação permanente

A envoltória do leito do rio e sua respectiva APP natural estão representadas na figura a seguir. A delimitação do leito natural do rio foi efetuada por meio de levantamento topográfico da região. A delimitação da APP natural do rio teve como base o disposto no Art. 3º da Resolução CONAMA nº 303/2002, que define a faixa de área de preservação permanente no entorno do curso hídrico com base na largura do mesmo.

As larguras do rio Goio-Erê foram determinadas automaticamente através de geoprocessamento em toda a extensão da área definida para o reservatório da PCH Água Limpa. Foi, então, estabelecido o entorno de APP de 30, 50 e 100 metros correspondendo a larguras do rio de menos de 10 metros, de 10 a 50 metros, e de

50 a 200 metros, respectivamente. As áreas agrupadas definem a APP do leito natural do rio. O processamento das informações foi realizado por meio do software ArcGIS e o resultado pode ser observado na figura 34.

Os atributos de comprimento, perímetro e área do leito do rio e APP natural são apresentados na tabela a seguir. Para determinação do comprimento do rio principal foi vetorizada uma linha de centro entre as margens do rio Goio-Erê desde a barragem até o fim do reservatório.

Tabela 17 – Atributos de comprimento, perímetro e área do leito do rio Goio-Erê e da APP natural na área de abrangência do reservatório da PCH Água Limpa.

Parâmetros	Leito do rio	APP natural do leito do rio
Comprimento (km)	28,17	-
Perímetro (km)	77,44	166,3
Área (km ²)	0,99	4,31

A APP do reservatório foi delimitada com base no disposto na Resolução CONAMA nº 302/2002 e também de forma alternativa, com base em metodologia desenvolvida por Dias (2001).

A Resolução CONAMA nº 302/2002, em seu artigo 3º estabelece que:

“Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

II - quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental.

III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.”

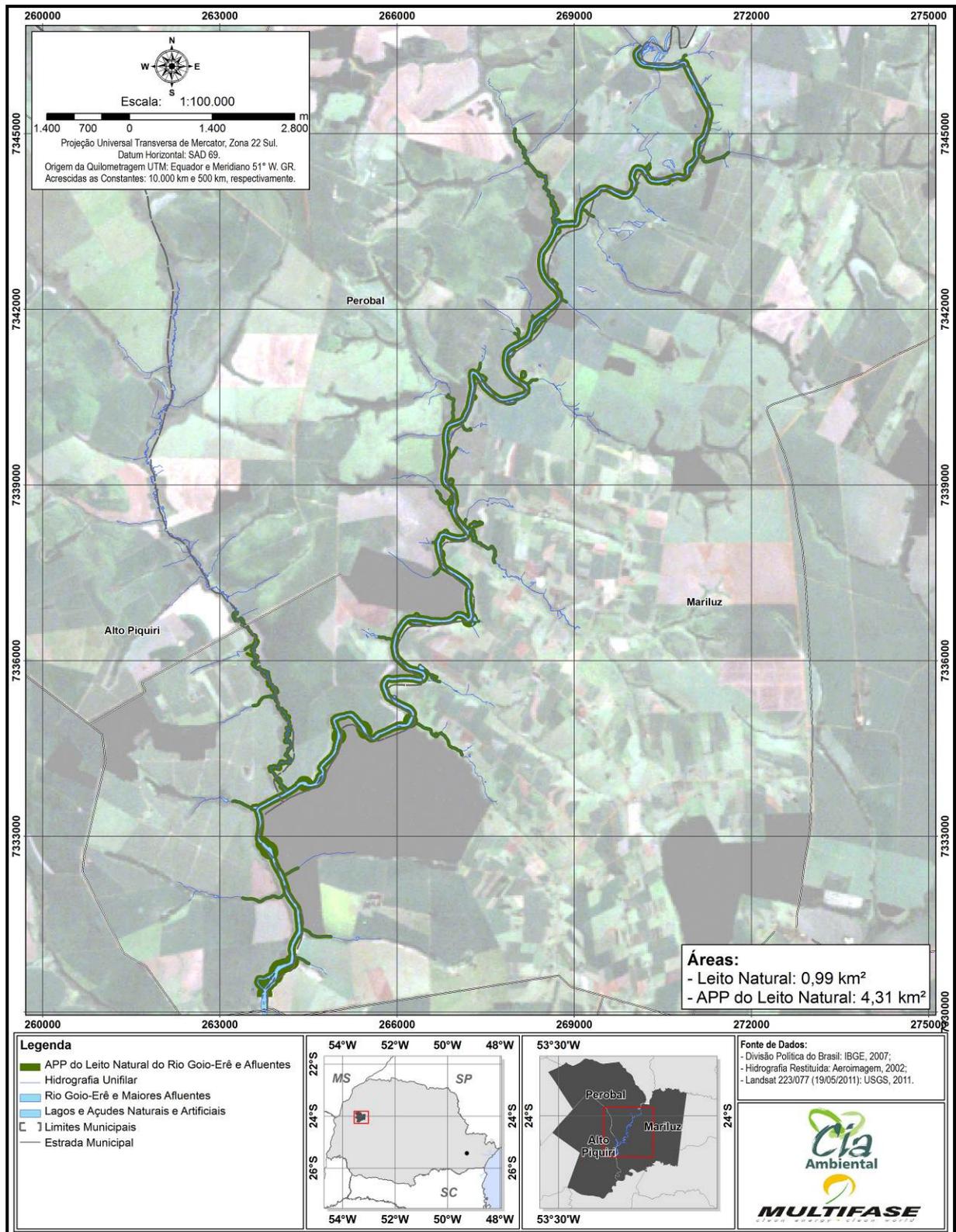


Figura 34 – Leito natural do Rio Goio-Erê e respectiva área de preservação permanente.
 (O mapa em escala adequada é apresentado no Anexo III – mapa 16)

Conforme esta resolução, a PCH Água Limpa, por estar inserida em área rural, deve apresentar área de preservação permanente de cem metros no entorno de seu reservatório.

No entanto, existem metodologias que propõe a delimitação das APPs de reservatórios de usinas hidrelétricas com base nos limites estabelecidos para o leito natural do rio disposto no artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303/2002 e no Código Florestal (Lei 4.771/1965)

A metodologia proposta por Dias (2001) considera que, para definição da largura de APP no entorno de reservatórios, deve-se ter como base as larguras de APPs dos leitos naturais dos corpos hídricos afetados (como definido no Código Florestal). Efetuam-se, dessa forma, cálculos de proporção para que a largura de APP mantida para os reservatórios seja aquela necessária para manutenção da área de APP do leito natural do rio.

Dessa forma, o cálculo de APP do reservatório fica individualizado para cada UHE considerada, de forma que, quanto maior o impacto do reservatório em APPs naturais, maior a APP requerida. Esta metodologia garante APPs compatíveis aos tamanhos dos reservatórios, não criando discrepâncias como, por exemplo, lagos de 135.000 ha e de apenas 400 ha (340 vezes menor) devendo apresentar a mesma largura de APP.

Neste sentido, também é importante ressaltar que, considerando a delimitação atual do CONAMA, as APPs de lagos pequenos acabam mantendo uma APP maior do que a do leito natural do rio em que se inserem. Já as APPs de lagos maiores, em contradição, acabam ficando menores do que a dos próprios leitos naturais dos rios, as quais deveriam, no mínimo, ser mantidas para todos os empreendimentos hidrelétricos.

Neste contexto, julgou-se essencial a apresentação da delimitação da APP do reservatório da PCH Água Limpa por meio desta metodologia alternativa.

Para delimitação da APP do reservatório com base em Dias (2001), foram utilizados dados de SIG da área afetada (delimitação do leito do rio e do reservatório). Primeiramente, definiu-se a área de preservação ciliar do Rio Goio-Erê em seu leito natural, no trecho afetado, conforme Código Florestal e Resolução CONAMA nº 303/2002, considerando cada classe de largura do rio e largura de APP correspondente. Para os afluentes, foram delimitadas APPs de 30 metros estendidas até o remanso do futuro lago da represa. Calculou-se, então, a área de APP ciliar do leito natural computando a área total dos contornos traçados subtraindo a área do leito natural do rio.

Em seguida, foi delimitada a APP ciliar do lago da represa (contorno do lago em uma distância 100 metros) tomando como referencial a linha de cota máxima de inundação do reservatório. Da mesma forma, determinou-se a área de PP ciliar do lago computando a área total do contorno menos a área do reservatório.

Para a transferência dos parâmetros preconizados pelo Código Florestal para os reservatórios, o estudo de Dias (2001) propõe a formulação de três parâmetros, conforme formulações a seguir:

a) índice de manutenção de áreas de preservação permanentes ciliares (IMAP):

$$IMAP = \sum APP_l - \sum APP_r$$

b) grau de manutenção de áreas de preservação permanentes ciliares (GMAP):

$$GMAP = \frac{\sum APP_l}{\sum APP_r}$$

c) largura da faixa de manutenção de área de preservação permanente ciliar no entorno de reservatórios (FMAP):

$$FMAP = \frac{APP_r \cdot z}{APP_l}$$

Sendo APP_l a área de preservação permanente ciliar do entorno do lago para uma largura de faixa z (em metros) e APP_r área de preservação permanente ciliar do rio, na sub-bacia afetada pela UHE de acordo com as exigências legais (artigo 2º do Código Florestal).

O parâmetro FMAP corresponde à largura da faixa de manutenção de área de preservação permanente ciliar necessária no entorno dos reservatórios, em conformidade com a faixa de preservação permanente ciliar do rio, em seu leito natural, de acordo com o Código Florestal. Ou seja, o valor obtido de FMAP significa a largura de APP recomendada para a hidrelétrica em questão.

Tabela 18 – Parâmetros para cálculo de faixa de APP, conforme Dias (2001).

Parâmetros	Valores
APP_r (km ²)	4,31
APP_l (km ²)	8,15
z - faixa de APP definida pela Resolução CONAMA nº 302/2002 (metros)	100
Área do reservatório (km ²)	4,58
Área da calha do rio (km ²)	0,99
Comprimento do leito do rio (km)	28,17

Tabela 19 – Parâmetros da metodologia proposta por Dias (2001) para a PCH Água Limpa.

Parâmetros	Valores
FMAP (faixa de manutenção de área de preservação permanente ciliar)	52,9 m
IMAP (índice de manutenção de áreas de preservação permanentes ciliares)	3,84 km ²
GMAP (grau de manutenção de áreas de preservação permanentes ciliares)	1,89

O resultado obtido para FMAP indica que a delimitação de APP do reservatório com base na Resolução CONAMA nº 303/2002 (faixa de 100 metros no entorno do reservatório) aumentaria a área de APP proposta para o leito natural do rio pelo art. 2º do Código Florestal. Para conservação da APP do leito natural deveria existir uma faixa de 52,9 metros ao redor do reservatório.

Quando a correlação de áreas é colocada na formulação do IMAP, verifica-se uma correlação positiva, indicando que haverá aumento da área de preservação ciliar, correlacionando com o proposto no Código Florestal. Este aumento será de 3,84 km².

No mesmo sentido, verifica-se um GMAP (Grau de Manutenção de Área de Preservação Permanente Ciliar) alto, de 1,89, corroborando para a conclusão de que a utilização de APP de 100 metros ao redor do reservatório promoveria uma ação de conservação das APPs naturais de quase duas vezes o tamanho original estabelecido pelo Código Florestal.

As áreas de preservação definidas tanto pela Resolução CONAMA nº 303/2002 quanto pela metodologia de Dias (2001) são apresentadas na figura 35.

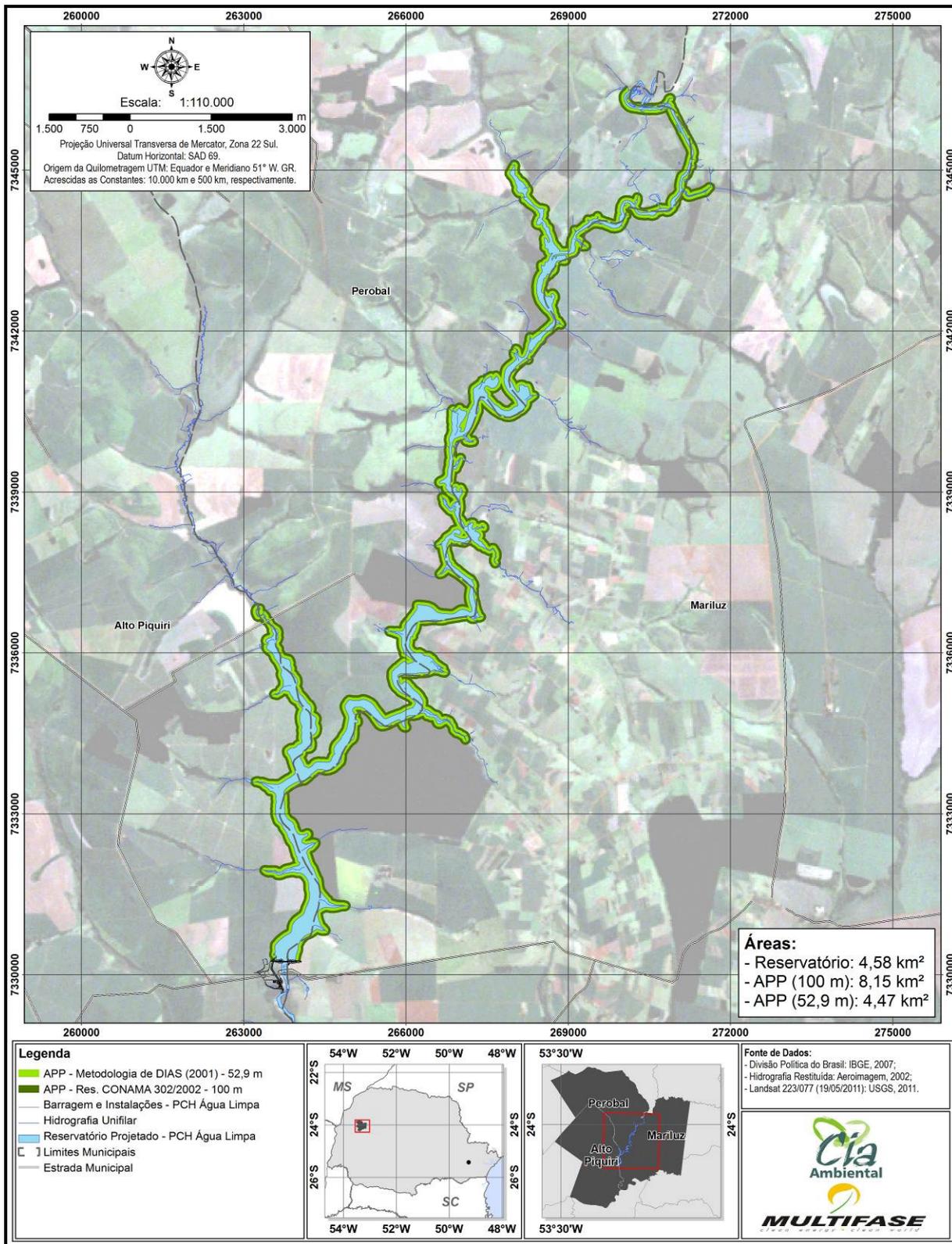


Figura 35 – Áreas de preservação permanente do reservatório da PCH Água Limpa.
(O mapa em escala adequada é apresentado no Anexo III – mapa 16)

Em função de características da região, como existência de residências e aparelhos de infraestrutura na área prevista para preservação permanente do reservatório, em algumas porções da ADA faz-se relevante a consideração de redução da APP como forma de atenuar impactos socioeconômicos. As porções, onde é possível com a redução da APP atenuar impactos sociais, correspondem às edificações presentes no Assentamento Nossa Senhora Aparecida, localizado na margem direita do reservatório, no município de Mariluz. São oito residências de assentados com equipamentos de infraestrutura associados inseridas na APP do reservatório. Destas, a mais próxima ao reservatório dista 50 metros do mesmo. Outras duas ficam a 60 metros, uma a 70 metros e o restante, quatro, ficam no limite da APP, a 100 metros do reservatório. Propõem para estes locais a redução da APP em ao menos 5 metros em relação às habitações. Estas áreas são apresentadas nas figuras a seguir.



Figura 36 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 266265E; 7335500N (UTM22S), a 60 m do reservatório, no município de Mariluz.



Figura 37 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 266568E; 7335891N (UTM22S), a 100 m do reservatório, no município de Mariluz.

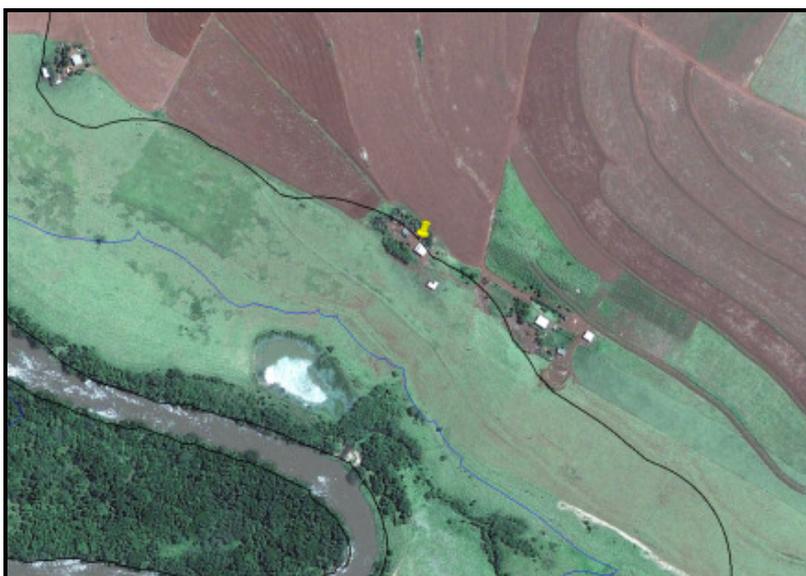


Figura 38 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 266461E; 7335958N (UTM22S), a 100 m do reservatório, no município de Mariluz.



Figura 39 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 266136E; 7336128N (UTM22S), a 100 m do reservatório, no município de Mariluz.



Figura 40 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 266544E; 7336524N (UTM22S), a 60 m do reservatório, no município de Mariluz.



Figura 41 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 267110E; 7336519N (UTM22S), a 100 m do reservatório, no município de Mariluz.

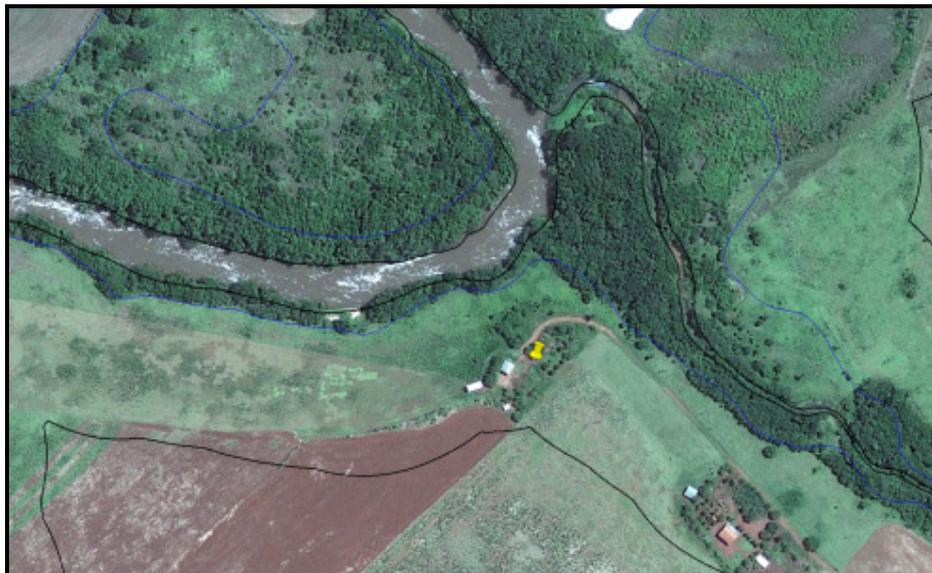


Figura 42 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 267159E; 7337989N (UTM22S), a 50 m do reservatório, no município de Mariluz.



Figura 43 – Residência e infraestrutura de apoio à atividade produtiva localizada nas coordenadas 267304E; 7337882N (UTM22S), a 70 m do reservatório, no município de Mariluz.

Esta redução deve atender ao estipulado na Resolução Conama nº 369/2006 que indica que pode haver redução na APP para fins sociais se esta não ultrapassar o limite de 5% do total de APP considerado para o empreendimento.

Ressalta-se que grande parte das edificações levantadas não seria afetada caso a APP a ser restaurada corresponda àquela determinada com base na metodologia de Dias (2001), faixa de 52,9 metros.

A APP do reservatório fica, então, definida como uma faixa de entorno de 100 metros, ou alternativamente de 52,9 metros, com restrição na região do Assentamento Nossa Senhora Aparecida, em cuja área indica-se a redução da faixa em pontos específicos na proximidade de residências, a fim de mitigar impactos sociais e econômicos do empreendimento. As delimitações da APP do reservatório, conforme Resolução CONAMA e metodologia alternativa, são apresentadas no mapa 16, Anexo III deste EIA.

Apesar das considerações em relação à delimitação da APP, apresentadas neste item, os demais itens deste estudo, quando relacionados à APP,

apresentam esta da forma como definida pela Resolução CONAMA nº 302/2002, faixa de 100 metros, de modo a considerar o pior cenário no quesito área afetada pelo empreendimento. Cabe ao órgão ambiental licenciador avaliar e aprovar as delimitações alternativas apresentadas com base no disposto na Resolução CONAMA nº 369/2006.



5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PROGNÓSTICO AMBIENTAL TEMÁTICO

5.1. Meio Físico

5.1.1. Clima e Condições Meteorológicas

5.1.1.1. Metodologia Aplicada

Para análise dos dados meteorológicos da área de influência indireta da PCH Água Limpa, utilizou-se como referência dados da estação meteorológica de Umuarama (02353008) pertencente ao IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) e de estações pluviométricas existentes na região (figura 44). A escolha da estação de Umuarama como representativa desta região se deu pelo fato desta corresponder a estação meteorológica com maior disponibilidade de dados localizada nas proximidades do empreendimento.

Foram obtidos desta estação meteorológica, dados mensais, registrados entre janeiro de 2005 e dezembro de 2010, dos seguintes parâmetros: temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), precipitação pluviométrica (mm), velocidade do vento (m/s) e direção do vento (frequência mensal em %).

Os parâmetros evaporação e insolação, para estação de Umuarama, foram obtidos por meio do *site* do IAPAR, através do qual são divulgados dados de média histórica em estações da instituição. Para a estação de Umuarama são disponibilizados dados do período de 1972-2009.

A série de precipitação média para bacia do rio Goio-Erê foi obtida com base na caracterização pluviométrica da região apresentada no estudo hidrológico atualizado da PCH Água Limpa, desenvolvido pela VLB Engenharia Ltda. (Anexo II). Foram consideradas as estações pluviométricas próximas ao empreendimento e com disponibilidade de no mínimo 15 anos de dados. O período de referência para os dados foi de 1976 a 2009. Utilizou-se o método de Thiessen para determinação

da série de precipitação média da bacia com base nas estações pluviométricas consideradas.

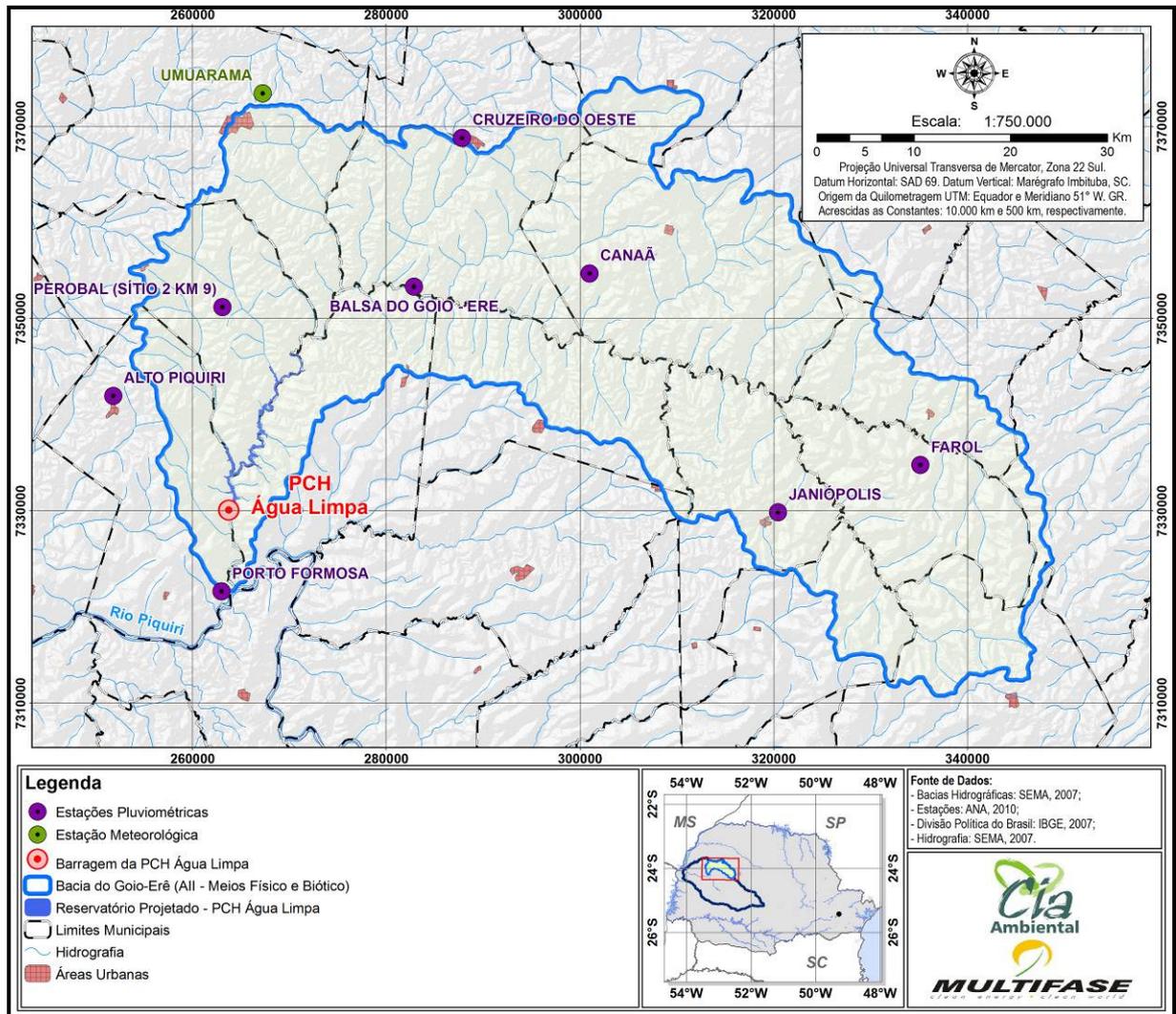


Figura 44 – Localização da estação meteorológica representativa da região (Estação de Umuarama) e estações pluviométricas consultadas.

O balanço hídrico normal mensal foi obtido através do Banco de Dados Climáticos do Brasil, disponibilizado pela Embrapa, também com base em dados da estação meteorológica de Umuarama.

As informações qualitativas relacionadas aos tipos climáticos, balanço hídrico e a circulação atmosférica foram extraídas de várias referências bibliográficas, entre livros, artigos científicos e outros estudos, citados ao longo do texto.

5.1.1.2. Classificação Climática

O sistema de classificação climática de Köppen, baseado na vegetação, temperatura e pluviosidade, apresenta um código de letras que designam grandes grupos e subgrupos climáticos, além de subdivisões para distinguir características estacionais de temperatura e pluviosidade (Trewartha & Horn, 1980).

Conforme este sistema de classificação, a Bacia do Goio-Erê pertence à classe Cfa – clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente superior a 22 °C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (figura 45).

Pela classificação proposta pelo IBGE (IBGE, 1990) a área de influência indireta da PCH Água Limpa fica nos domínios de três tipologias climáticas, conforme o mapa da figura 46.

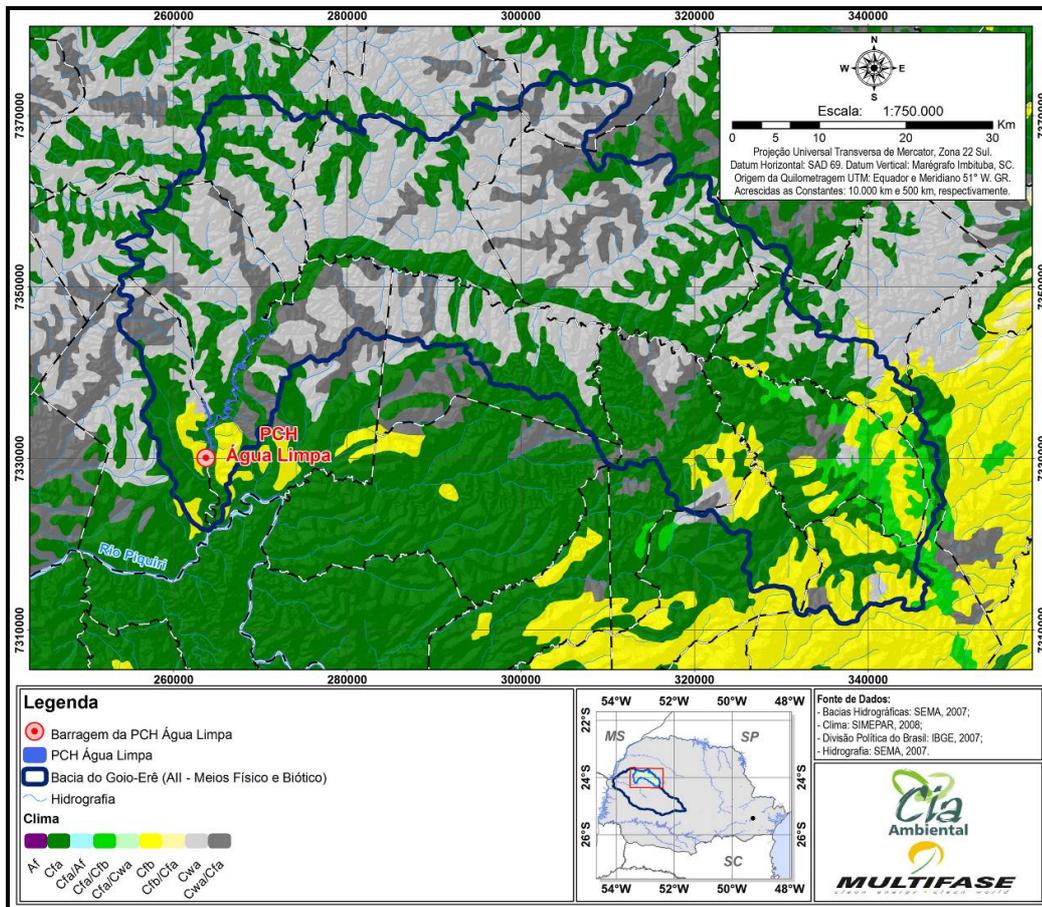


Figura 45 - Mapa da classificação de Köppen para o Estado do Paraná, com detalhe para a bacia do rio Goio-Erê.

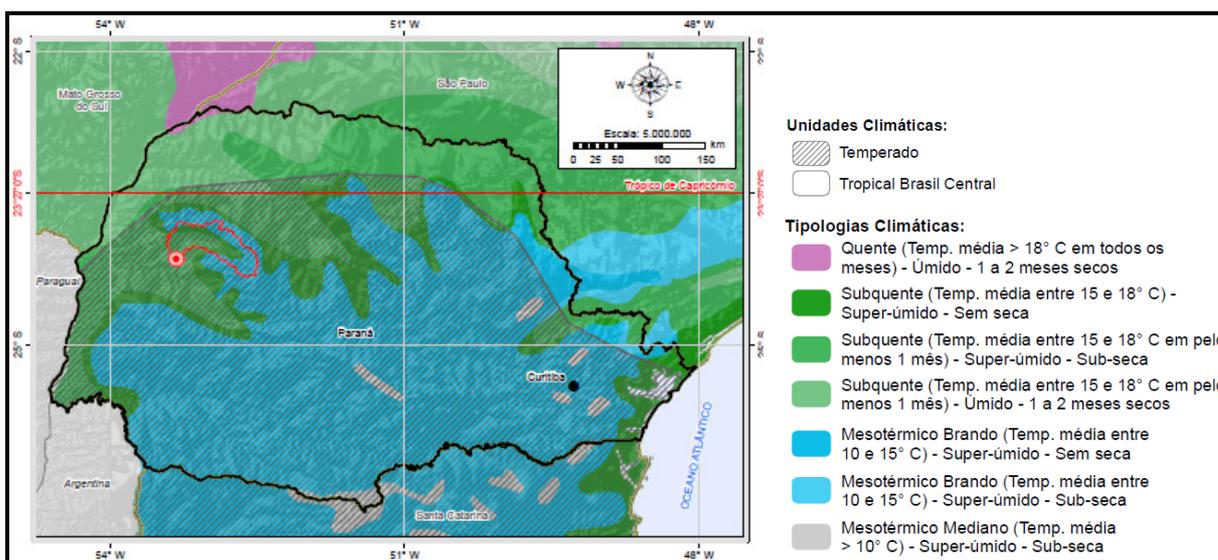


Figura 46 - Mapa da classificação climática do IBGE para o Estado do Paraná, com detalhe para a bacia do rio Goio-Erê.

5.1.1.3. Circulação Atmosférica

A circulação geral atmosférica é determinada pelo fluxo médio de ventos sobre o planeta. O forçante principal da circulação global corresponde ao gradiente norte e sul de temperatura que existe devido ao aquecimento diferenciado no Equador e nos pólos. A circulação surge para transportar o calor do Equador aos pólos e eliminar este desequilíbrio.

A diferença de calor no globo gera diferenças de pressão, que ocasionam os ventos. Os ventos convergem para os cinturões de baixa pressão (caracterizados por movimento ascendente do ar) e divergem dos centros de alta pressão (caracterizados por movimento descendentes). As figuras a seguir apresentam um modelo idealizado da circulação atmosférica global de superfície, indicando a localização dos cinturões de altas e baixas pressões no globo e o movimento predominante dos ventos, bem como suas nomenclaturas.

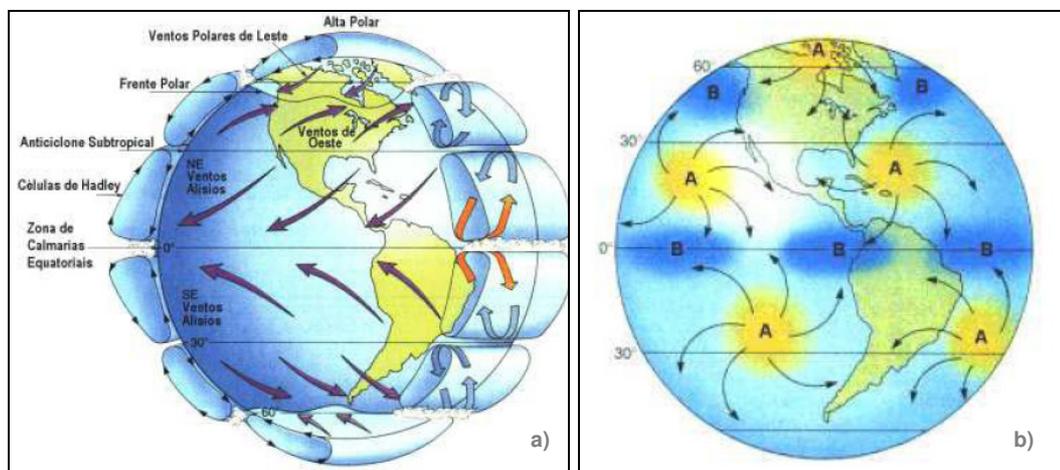


Figura 47 – (a) Circulação geral atmosférica idealizada; (b) distribuição zonal real da pressão causada pela distribuição dos continentes.

Fonte: UEVORA (2010).

As regiões de alta pressão normalmente mantêm o tempo estável (tempo bom, sem chuva), pois estas regiões desfavorecem a formação de nuvens, porém quando o sistema de alta pressão em superfície traz ventos úmidos do oceano para o continente favorece a formação de nuvens e a ocorrência de nevoeiros e neblinas.

As regiões de baixa pressão favorecem a condição de tempo instável e a formação de nuvens convectivas e por isso estão relacionadas aos períodos chuvosos (CPTEC, 2010).

Outro aspecto importante que influencia e determina a circulação de superfície são os deslocamentos das massas de ar. Uma porção de ar dentro da atmosfera global caracterizada por uma grande extensão horizontal homogênea e uniforme quanto à temperatura e à umidade consiste em uma massa de ar. Para formação de uma massa a porção de ar deve se manter por algum tempo sobre determinada região, da qual adquire as características de umidade e temperatura. As regiões fontes (regiões de formação de massas de ar) no globo são as baixas subpolares, que dão origem a massas polares, e as altas subtropicais, que dão origem às massas tropicais. As zonas tropicais e polares próximas às regiões fonte permanecem dentro das massas de ar, possuindo, assim, condições de tempo uniforme. Já as latitudes médias, por serem regiões de encontro destas massas (frentes), sofrem alterações contínuas no tempo.

O Sul do Brasil, por estar inserido em latitudes médias, está sujeito a ação dos seguintes centros de ação atmosférica: Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, Anticiclone Migratório Polar, Centro de Baixa Pressão do Chaco, Altas Tropicais da Amazônia e Anticiclone do Pacífico, o qual influi através do acúmulo de ar frio para intensificar a Frente Polar Atlântica.

Segundo Monteiro (1968), a Região Sul do Brasil é o campo de ação das três principais massas de ar da vertente atlântica da América do Sul, guiado pelos sistemas de circulação do Hemisfério Sul e orientadas pelo relevo produzindo três grandes correntes de perturbação ou de grandes discontinuidades que atravessam a região. As principais massas de ar que atuam sobre a região e são responsáveis pelas características do tempo são as massas de ar tropical atlântica, equatorial continental, tropical continental e polar atlântica.

A massa tropical atlântica (Ta), pela ação persistente do anticiclone oceânico, tem ação muito relevante no decorrer de todo o ano. Segundo as oscilações latitudinais e longitudinais deste anticiclone, ela percorre a região em correntes de leste e, mais comumente, de nordeste. As massas de ar equatorial continental (Ec) e tropical continental (Tc) atuam na região atraídas pelo centro de baixa pressão do Chaco, associado às ondulações da frente polar através do corredor de planícies interiores, em correntes de noroeste. A primeira é responsável pelo aquecimento da região que, durante o verão, é seguida da penetração da segunda, que além do calor, responde pelo aumento da umidade e pluviosidade. O avanço da massa polar atlântica, quer pelas modificações de propriedades que se produzem na sua trajetória, quer especialmente pelos mecanismos de desenvolvimento frontal que acarretam com as massas intertropicais, conferem às correntes do sul o caráter de mais importante descontinuidade que atravessa a Região Sul, sendo particularmente notável no inverno (Monteiro, 1968).

O verão na região Sul do Brasil é dominado por sistemas convectivos, oriundos do deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) mais para o Sul da linha do Equador. Esse deslocamento mais para o sul da ZCIT intensifica a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), originando chuvas intensas sobre o Estado do Paraná (Nery, 1996). Este processo implica em uma situação de verão com muita umidade sobre grande parte do continente sul americano e período de inverno sem essa nebulosidade.

Segundo Wagner *et al.*(1989), no Estado do Paraná, a predominância da direção dos ventos é de NE-E-SE. Este fato está relacionado com a atuação dos centros de alta pressão do Atlântico e Pacífico, que originam ventos de direção NE-E e SE, respectivamente. O mesmo autor indica que as direções predominantes dos ventos que acompanham as entradas de massas de ar frio se concentram nas direções SW-W-S-NW, fato que evidencia uma correlação entre a entrada de massas de ar polares, que são acompanhadas de ventos do quadrante sul de forte intensidade em frentes frias de deslocamento rápido, e a ocorrência de picos

máximos extremos de ventos, associados a forte intensidade convectiva que pode ocorrer na linha de instabilidade frontal (Wagner *et al.*, 1989).

Vento:

A direção predominante da circulação atmosférica no planeta é determinada através de uma média estatística que indica a direção na qual é esperada uma maior porcentagem de ocorrência do fenômeno em relação ao total de horas por ano. Os ventos pouco frequentes, tempestuosos, frios, secos, de alta velocidade, não seguem obrigatoriamente esta direção. O perfil geral de circulação atmosférica encontra variações significativas por diferenças de altitude, superfícies, vegetação, dentre outras. Esses fatores aplicados em menores regiões podem resultar em condições de ventos locais que diferem significativamente do perfil geral de ventos no Brasil.

A caracterização do vento em qualquer ponto da atmosfera requer dois parâmetros: a direção e a velocidade (módulo). Ambas são grandezas instantâneas e pontuais, pois o escoamento do ar depende das condições atmosféricas, que variam no espaço e com o tempo (Varejão-Silva, 2006). A direção do vento exprime a posição do horizonte aparente do observador a partir da qual o vento parece provir. A direção, portanto, indica de onde o vento sopra.

Os dados de direção e velocidade dos ventos foram obtidos da estação meteorológica de Umuarama para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2010. Estes dados estão expostos na tabela e gráficos que seguem.

A velocidade média dos ventos no período considerado foi de 2,6 m/s. O mês de agosto apresentou ventos mais intensos, com média da série de 3,2 m/s. Já o mês de março, mostrou-se como o de ventos mais brandos, com média de 2,2 m/s. Verifica-se que durante os meses de inverno ocorre um aumento na intensidade dos ventos.

Tabela 20 – Dados referentes à velocidade média do vento obtidos da estação meteorológica de Umuarama.

Mês	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média mensal
Janeiro	2,6	2,5	2,3	2,6	1,7	2,7	2,4
Fevereiro	2,2	2,1	2,6	2,1	2,1	2,7	2,3
Março	2,4	2,4	2,3	2,1	2	2,2	2,2
Abril	2,4	2,2	2,5	2,1	2,1	2,3	2,3
Maio	3,5	1,9	2,5	2,3	2,7	2,1	2,5
Junho	3,4	3,2	2,9	2,4	2,6	2,9	2,9
Julho	3,2	3,1	2,7	3,4	2,4	2,8	2,9
Agosto	3,7	3,2	3,1	3,2	3,2	2,9	3,2
Setembro	2,7	3,2	3,5	2,6	2,7	2,9	2,9
Outubro	2,8	2,8	3,1	2,8	2,9	2,2	2,8
Novembro	2,8	2,5	2,6	2,4	2,8	1,9	2,5
Dezembro	2,8	2,7	2,4	2,3	2,3	2,5	2,5
Média anual	2,9	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6

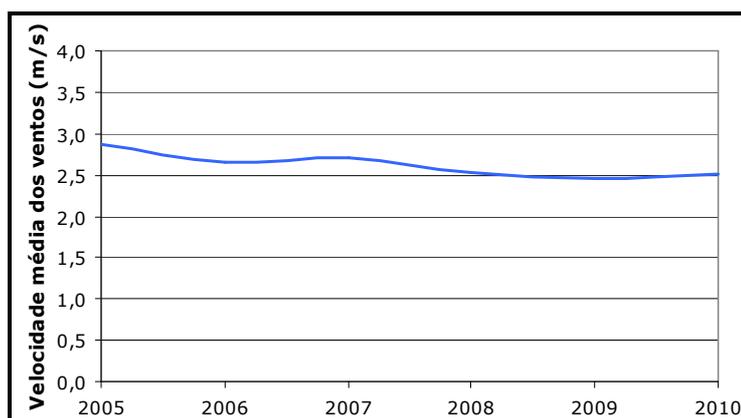


Figura 48 – Série de velocidade média do vento de 2005 a 2010 para a estação meteorológica de Umuarama.

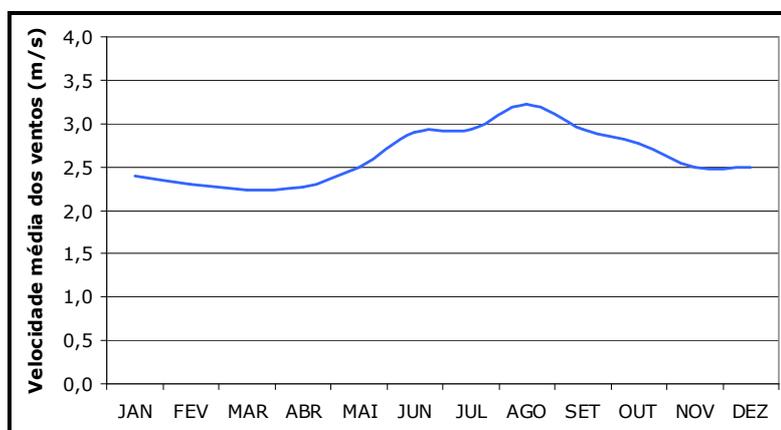


Figura 49 – Variabilidade da velocidade do vento ao longo do ano.

Considerando a classificação da intensidade dos ventos dada pela escala Beaufort, ventos desta magnitude (entre, aproximadamente, 2 e 3,5 m/s) apresentam força 2, na escala de 0 a 12, e são designados por aragem.

O vento médio registrado à superfície para a estação meteorológica em questão é também representado por meio de diagramas polares. Nestes diagramas, as circunferências concêntricas e equidistantes representam as frequências relativas (%) associadas às médias das direções observadas dos ventos.

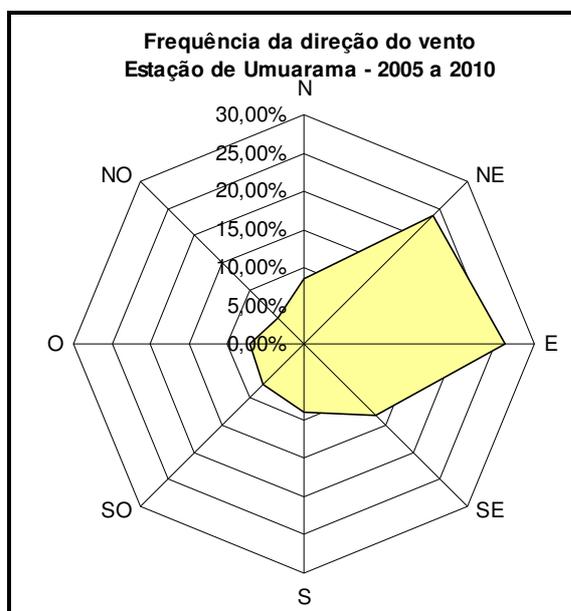


Figura 50 – Frequência relativa da direção do vento para estação de Umuarama considerando dados mensais no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2010.

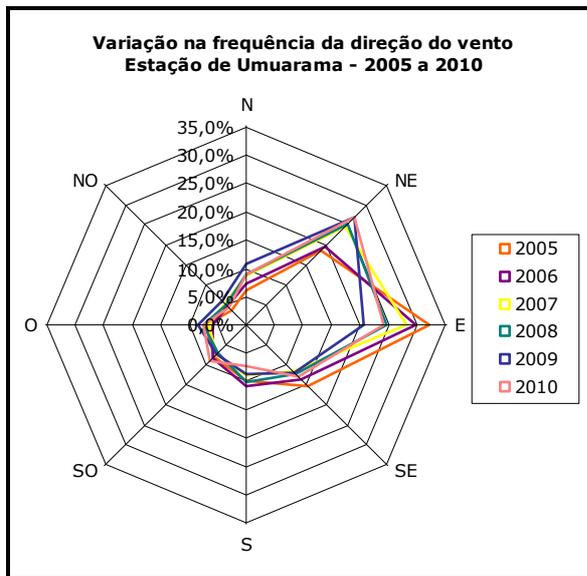


Figura 51 – Variação na frequência relativa da direção do vento para estação de Umuarama entre os anos de 2005 a 2010.

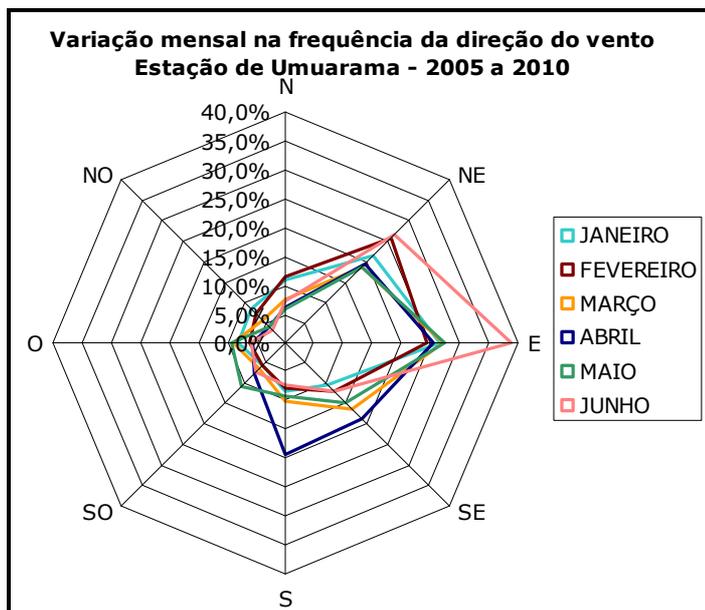


Figura 52 – Variação na frequência relativa da direção do vento para estação de Umuarama entre os meses de janeiro a junho.

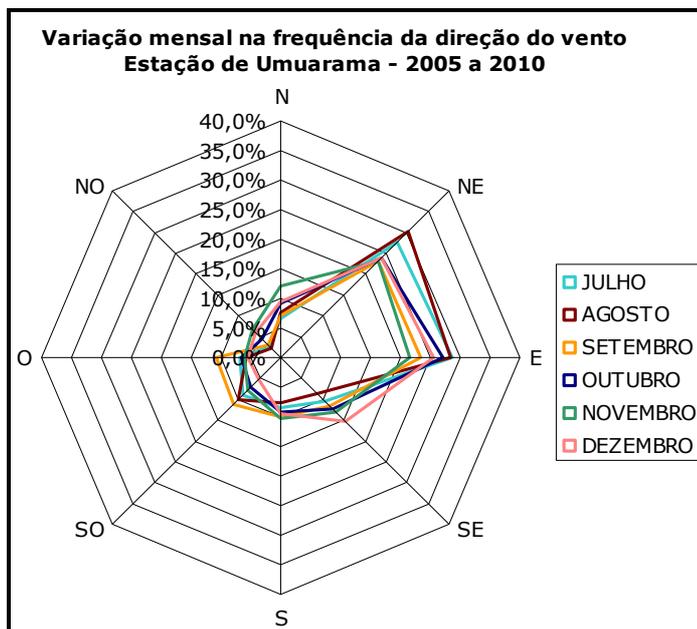


Figura 53 – Variação na frequência relativa da direção do vento para estação de Umuarama entre os meses de julho a dezembro.

Os diagramas anteriores permitem uma melhor visualização da direção predominante dos ventos. Com base nestes gráficos é possível identificar que, conforme já indicado por Wagner et al.(1989), a predominância da direção dos ventos é de NE e E, Verifica-se uma maior variabilidade na direção dos ventos durante o segundo trimestre do ano (meses de abril, maio e junho), em relação a média anual.

5.1.1.4. Temperatura

A amplitude térmica anual do ar é influenciada principalmente pela localização geográfica. Para um mesmo hemisfério, os valores médios de temperatura do ar aumentam com a redução da latitude, enquanto que a amplitude térmica aumenta com o aumento da latitude. As massas de ar e a altitude também exercem efeitos sobre a temperatura do ar. Áreas mais elevadas apresentam temperaturas médias e amplitudes térmicas menores para uma mesma latitude.

Para caracterização da temperatura da área de estudo, foram obtidos dados de temperaturas médias, máximas e mínimas registradas pela estação meteorológica de Umuarama, para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2010. Estes dados estão expostos na tabela e figuras que seguem.

Tabela 21 – Temperatura média do ar para a bacia do rio Goio-Erê (estação meteorológica de Umuarama).

Mês	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média mensal
Janeiro	24,9	26,4	25,4	25,2	23,6	25,9	25,2
Fevereiro	26,6	25,6	25,8	25,5	26,2	27,1	26,1
Março	26,6	25,7	26,6	25,1	26,1	26,8	26,2
Abril	24,6	23,2	24,5	23,2	25,2	23,6	24,1
Mai	21,7	18,9	19,4	19,9	21,3	18	19,9
Junho	21	20,4	20,6	17,7	16,7	19,2	19,3
Julho	17,4	21,6	18	21,5	17,6	18,7	19,1
Agosto	21,6	21,4	20,2	21,3	20,3	20,1	20,8
Setembro	17,9	20,8	25,4	20,5	21,2	22	21,3
Outubro	22,9	25	25,5	24,4	23,8	21,3	23,8
Novembro	25	25	24,5	24,9	27	23,2	24,9
Dezembro	25,8	26,3	26,1	26,5	26,1	23,7	25,8
Média anual	23,0	23,4	23,5	23,0	22,9	22,5	23,0

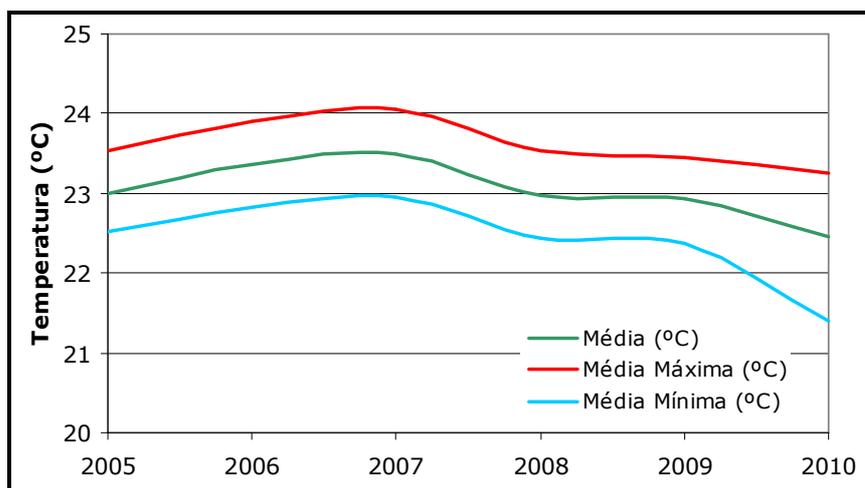


Figura 54 – Série de temperatura de 2005 a 2010 para a estação meteorológica de Umuarama.

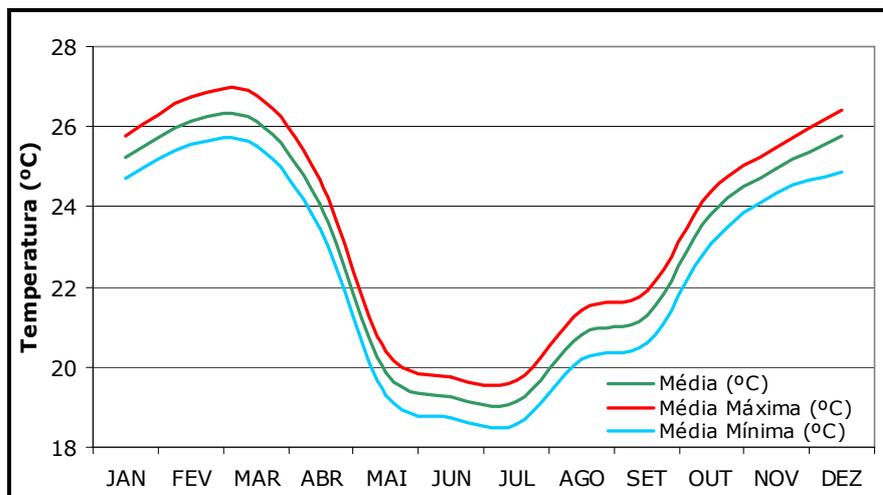


Figura 55 – Variabilidade da temperatura ao longo do ano.

Verifica-se pelos gráficos, que a temperatura média varia ao longo do ano de 19°C a pouco mais de 26°C, sendo os meses mais frios os de junho e julho. A média das médias ao longo de todo o período avaliado ficou em 23°C. A máxima temperatura registrada no período foi de 38,8 °C em março de 2005. Já a mínima foi de 0 °C em abril de 2010.

5.1.1.5. Precipitação

A caracterização do regime pluviométrico da bacia do rio Goio-Erê foi apresentada pela VLB Engenharia como parte do estudo hidrológico atualizado para a PCH Água Limpa (Anexo II)

As estações pluviométricas consultadas (tabela 22 e figura 44) foram selecionadas em virtude da localização em relação ao empreendimento, disponibilidade de dados, e qualidade dos mesmos. Para cada uma das estações selecionadas são apresentados os totais médios de precipitação anual para o período de 1976 a 2009.

Tabela 22 – Localização e precipitação média anual das estações pluviométricas consultadas da bacia do rio Goio-Erê

Código	Estação pluviométrica	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Precipitação média anual 1976/2009 (mm/ano)
		Latitude	Longitude		
2352026	Canaã	23°56' S	52°58' W	450	1619,42
2353002	Balsa do Goio-Erê	23°55' S	53°08' W	320	1470,22
2353004	Cruzeiro do Oeste	23°46' S	53°04' W	440	1523,66
2353014	Perobal	23°54' S	53° 18' W	400	1564,04
2452010	Janiópolis	24°08' S	52°46' W	520	1731,54
2452029	Farol	24°05' S	52°36' W	578	1673,73
2453008	Alto Piquiri	24°02' S	53°28' W	420	1612,82
2453009	Porto Formosa	24°12' S	53°20' W	290	1453,10

Fonte: Adaptado de VLB, 2011.

Estes dados indicam que ocorre grande variabilidade na distribuição da chuva ao longo da bacia. Os totais anuais de precipitação variam no intervalo de 1400 a 1900 mm. Avaliando os dados de precipitação e a localização das estações, verifica-se que a precipitação total anual média decresce gradativamente das nascentes à foz do rio Goio-Erê, ao longo do curso de água principal.

A série de precipitação média para a bacia do rio Goio-Erê para o período de 1976 a 2009 foi estabelecida utilizando o método de Thiessen. Os resultados são apresentados na tabela e gráficos a seguir. No Anexo III, mapa 22, é apresentado a caracterização pluviométrica.

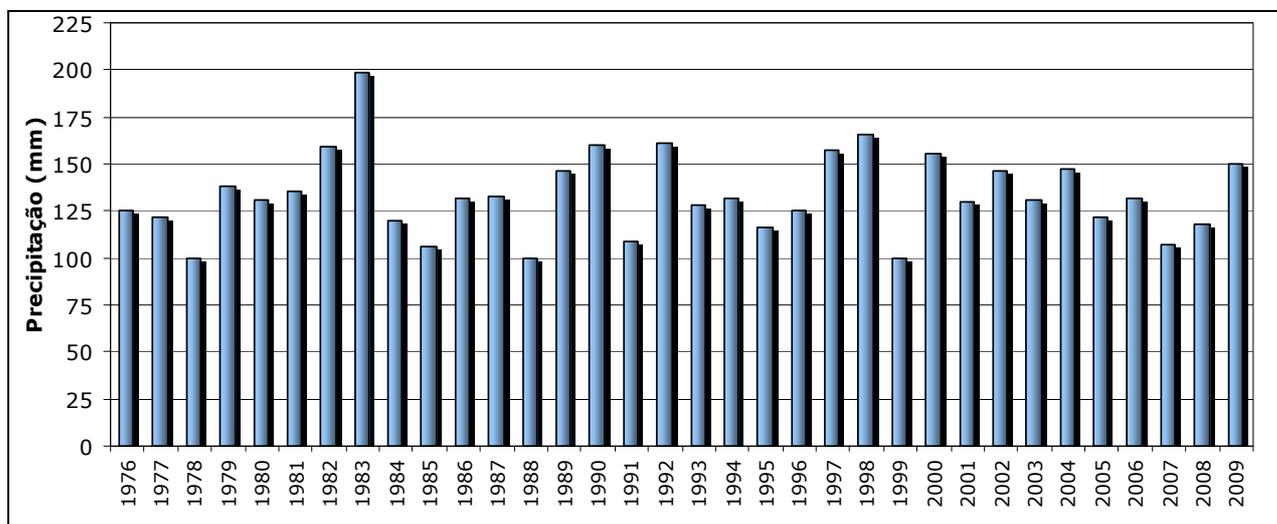


Figura 56 – Série de precipitação média mensal para a bacia do rio Goio-Erê.

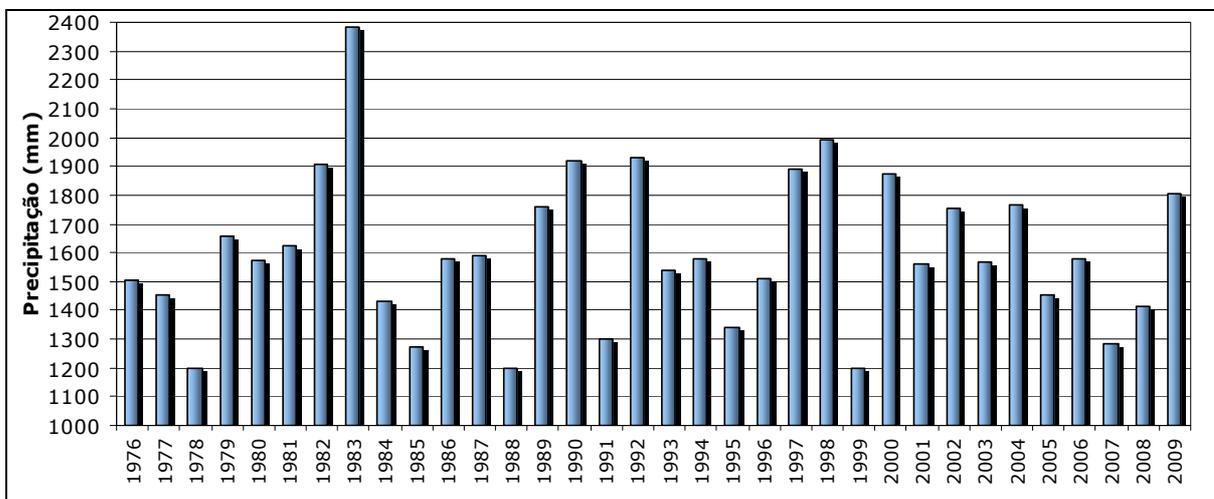


Figura 57 - Série de precipitação acumulada anual para a bacia do rio Goio-Erê.

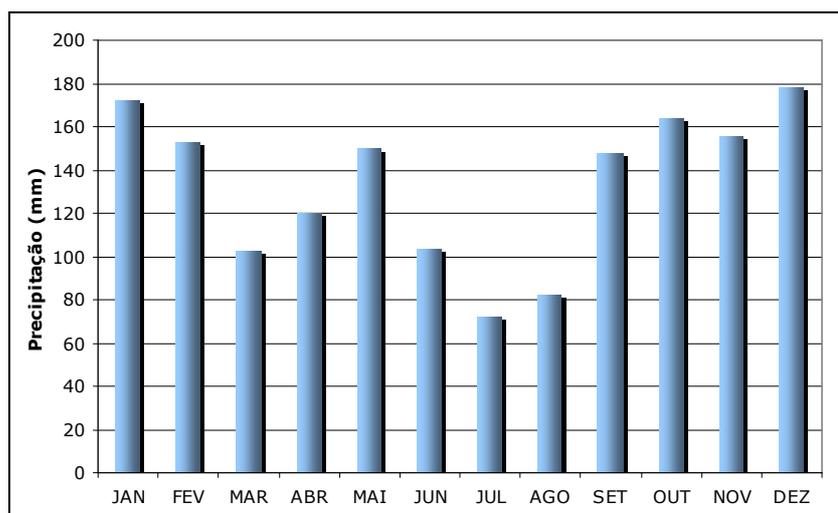


Figura 58 – Variabilidade da precipitação ao longo do ano na bacia do rio Goio-Erê.

Os dados mostram que a precipitação anual média da série histórica para a bacia do rio Goio-Erê é de 1601,26 mm e a precipitação média mensal é de 133,44 mm.

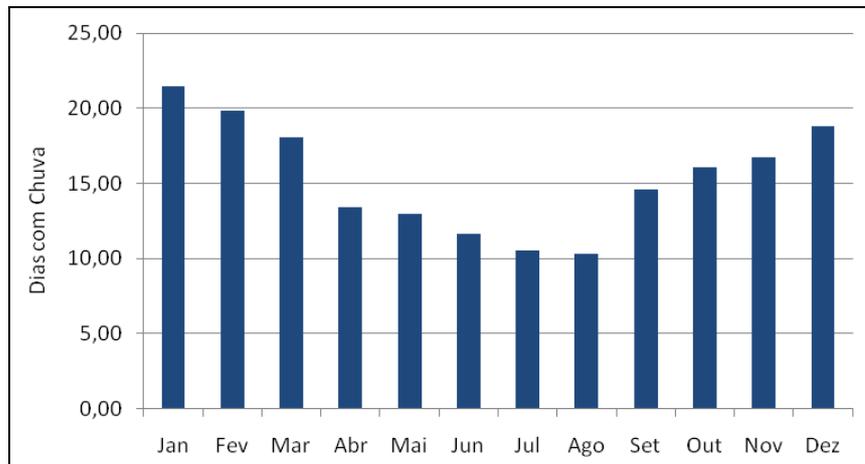


Figura 59 - Total médio de dias com chuva na bacia do rio Goio-Erê.

Fonte: VLB, 2011.

Verifica-se que não há sazonalidade definida, ou seja, não ocorre período chuvoso ou seco bem definido. Segundo Simões (1954), na parte centro-ocidental do Estado do Paraná não se percebe nitidamente o período de máxima pluviosidade, devido ao aquecimento relativamente forte na primavera e verão, capaz de produzir chuvas em abundância nesse período. No outono e inverno, as chuvas se formam pelas perturbações trazidas pelos avanços da frente polar atlântica e anticiclones migratórios vindos do sul. Os mínimos totais mensais ocorrem geralmente no período de junho a agosto. Em termos médios, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam os maiores índices de ocorrência de dias de chuva, enquanto, o mês de agosto apresenta o menor índice de ocorrência de dias de chuva.

5.1.1.6. Umidade Relativa do Ar

Os dados de umidade relativa do ar são também referentes às medições realizadas pela estação meteorológica de Umuarama, para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2010. Estes dados estão expostos na tabela e gráficos que seguem.

Tabela 23 – Dados referentes à umidade relativa do ar obtidos da estação meteorológica de Umuarama.

Mês	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média mensal
Janeiro	88,5	73,4	85,0	76,7	82,6	84,0	81,7
Fevereiro	65,4	75,3	78,2	75,2	78,8	78,7	75,3
Março	64,0	76,9	69,6	70,7	67,2	73,7	70,4
Abril	73,9	72,2	72,9	72,7	59,1	68,0	69,8
Maio	69,1	66,7	73,2	70,5	73,2	76,6	71,6
Junho	77,8	65,3	61,6	77,5	76,7	65,7	70,8
Julho	70,4	58,9	65,6	58,0	83,4	64,6	66,8
Agosto	55,2	53,7	62,4	67,5	70,5	52,5	60,3
Setembro	77,5	65,9	50,1	60,7	79,0	50,6	64,0
Outubro	82,7	70,2	63,4	73,6	76,3	65,9	72,0
Novembro	66,5	70,3	67,3	68,7	77,7	59,4	68,3
Dezembro	68,1	76,0	66,2	60,5	82,4	79,7	72,2
Média anual	71,6	68,7	68,0	69,4	75,6	68,3	70,3

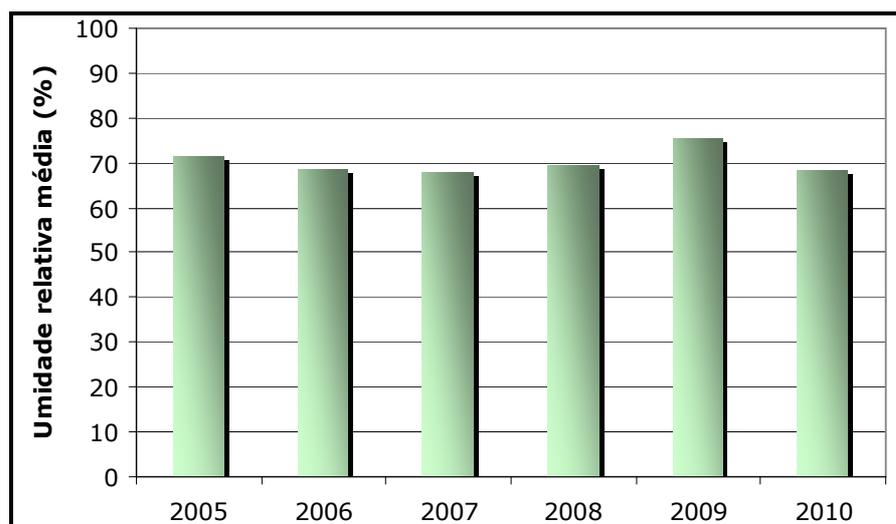


Figura 60 – Série umidade relativa média de 2005 a 2010 para a estação meteorológica de Umuarama.

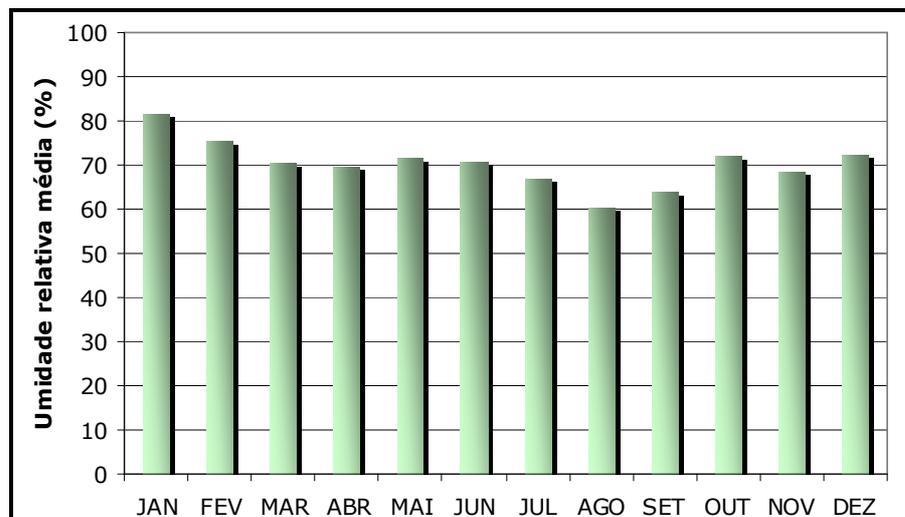


Figura 61 – Variabilidade da umidade relativa ao longo do ano.

A umidade relativa média para a região fica em torno de 70%. O menor valor médio registrado foi de 50,1% em setembro de 2007. O maior valor médio foi obtido em janeiro de 2005 (88,5%). O trimestre com menor umidade corresponde aos meses de julho, agosto e setembro. Ao longo do ano a umidade varia de aproximadamente 60% a 80%, verificando-se que não há grande variabilidade deste parâmetro.

5.1.1.7. Evaporação

A tabela a seguir indica os valores de evaporação média mensal durante o período de 1972 a 2009, extraídos do banco de dados do IAPAR para a estação meteorológica de Umuarama. Como indicado pelo IAPAR, estes valores foram obtidos com medida no evaporímetro de Piche.

A evaporação mensal média, considerando a série histórica de 1980 a 2009, é de aproximadamente 132 mm. O total anual médio de evaporação no período é de aproximadamente 1583 mm.

Tabela 24 – Dados referentes à evaporação mensal obtidos da estação meteorológica de Umuarama.

Mês	Evaporação média mensal (mm)
Janeiro	113,7
Fevereiro	98,8
Março	119,0
Abril	116,3
Maio	109,8
Junho	111,4
Julho	144,2
Agosto	182,8
Setembro	159,7
Outubro	149,2
Novembro	144,4
Dezembro	133,6

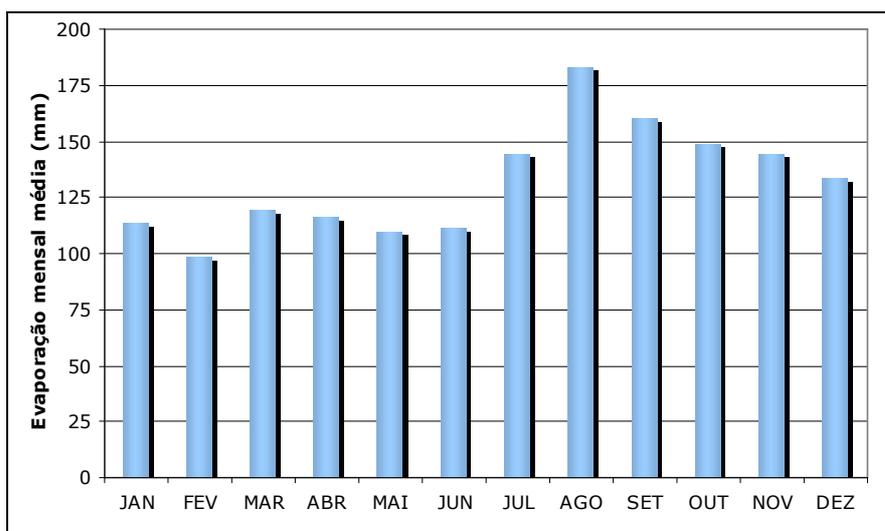


Figura 62 – Variabilidade da evaporação ao longo do ano na bacia do rio Goio-Erê.

5.1.1.8. Insolação

A insolação corresponde ao total de horas de brilho solar registrados durante certo período (apresentada normalmente como total registrado no mês).

A tabela a seguir indica os valores de média de insolação total mensal durante o período de 1980 a 2009, também extraídos do banco de dados do IAPAR para a estação meteorológica de Umuarama.

Tabela 25 – Dados referentes à insolação mensal obtidos da estação meteorológica de Umuarama.

Mês	Insolação média mensal (horas)
Janeiro	219,6
Fevereiro	203,5
Março	235,3
Abril	227,4
Maio	207,6
Junho	195,3
Julho	217,2
Agosto	221,4
Setembro	191,5
Outubro	218,2
Novembro	236,4
Dezembro	230,8

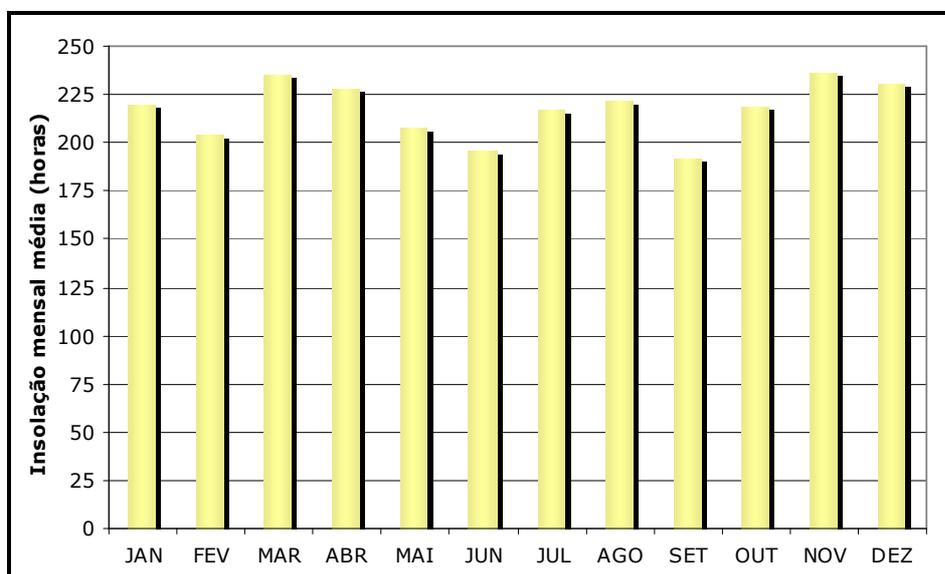


Figura 63 – Variabilidade da insolação ao longo do ano na bacia do rio Goio-Erê.

A insolação mensal média, considerando a série histórica de 1972 a 2009, é de aproximadamente 217 horas.

5.1.1.9. Balanço Hídrico

O balanço hídrico permite avaliar o recurso hídrico para uma dada área num intervalo de tempo. Este balanço pode, de maneira geral, ser representado pela relação entre precipitação, evapotranspiração, armazenamento superficial e subterrâneo e escoamento superficial.

A precipitação representa o ganho de umidade do solo e é a variável do balanço hídrico mais simples de se determinar. A evapotranspiração representa a perda de água do solo por meio da transpiração da vegetação e evaporação da água presente no solo e cursos hídricos. O armazenamento no solo representa a quantidade de água retida no solo após a infiltração e evapotranspiração. Este termo depende do tipo de solo e vegetação, do estágio de desenvolvimento da vegetação, da topografia, das condições geológicas e também das interações do sistema solo-vegetação-atmosfera. Sendo, portanto, o termo que apresenta maior dificuldade, tanto para medidas diretas como indiretas. Por fim, o escoamento superficial consiste no deslocamento da água sobre a superfície do solo e seus inúmeros canais (Tucci, 2007). Considerando os demais termos do balanço hídrico, a parcela da precipitação ocorrida que não infiltra no solo ou evapotranspira se converte em escoamento superficial e contribui, juntamente com o escoamento subterrâneo, para a vazão dos cursos hídricos.

O balanço hídrico para a área de influência da PCH Água Limpa foi obtido através do Banco de Dados de Clima, disponibilizado pela Embrapa (EMBRAPA, 2011), o qual apresenta o balanço hídrico, calculado pelo método proposto por Thornthwaite & Mather em 1955, para diversas estações meteorológicas brasileiras. Os dados de balanço hídrico, aqui apresentados, são referentes à estação meteorológica de Umuarama e são baseados em dados de precipitação e temperatura (utilizada para cálculo da evapotranspiração) obtidos nesta estação, no período de 1971 a 1996.

Tabela 26 – Balanço hídrico meteorológico para o município de Umuarama.

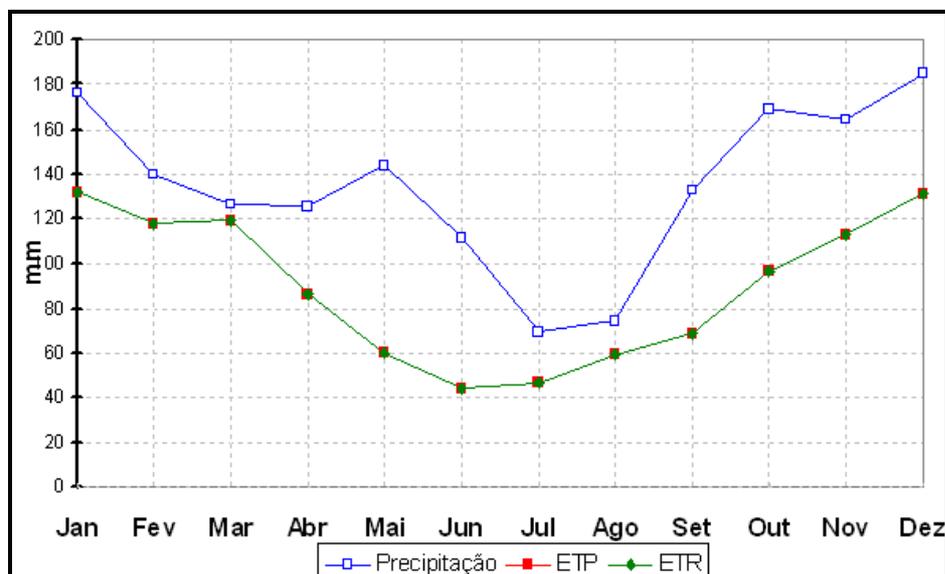
Mês	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	ETP (mm)	Armazenamento (mm)	ETR (mm)	Deficiência hídrica (mm)	Excedente hídrico (mm)
Jan	25,0	176	132	100	132	0	44
Fev	24,8	140	118	100	118	0	23
Mar	24,4	127	119	100	119	0	7
Abr	22,2	125	86	100	86	0	39
Mai	19,5	144	60	100	60	0	84
Jun	17,8	112	44	100	44	0	67
Jul	18,0	70	47	100	47	0	23
Ago	19,5	75	59	100	59	0	15
Set	20,5	133	69	100	69	0	64
Out	22,6	169	96	100	96	0	73
Nov	23,9	164	113	100	113	0	51
Dez	24,7	185	132	100	132	0	54
Total		1.619	1.076	1.200	1.076	0	543
Média	21,9	135	90	100	90	0	45

ETP: evapotranspiração potencial (ETP) – evapotranspiração que normalmente se verifica num terreno inteiramente vegetado, livremente exposto à atmosfera e onde nunca falte umidade no solo para uso das plantas.

ETR: evapotranspiração real – evapotranspiração que ocorre em condições reais de campo e depende principalmente do tipo de solo e de vegetação, do estágio de desenvolvimento da vegetação e do conteúdo de umidade no solo.

Capacidade de campo: 100 mm.

FONTE: EMBRAPA, 2011.


Figura 64 – Balanço hídrico normal mensal para o município de Umuarama.

FONTE: EMBRAPA, 2011.

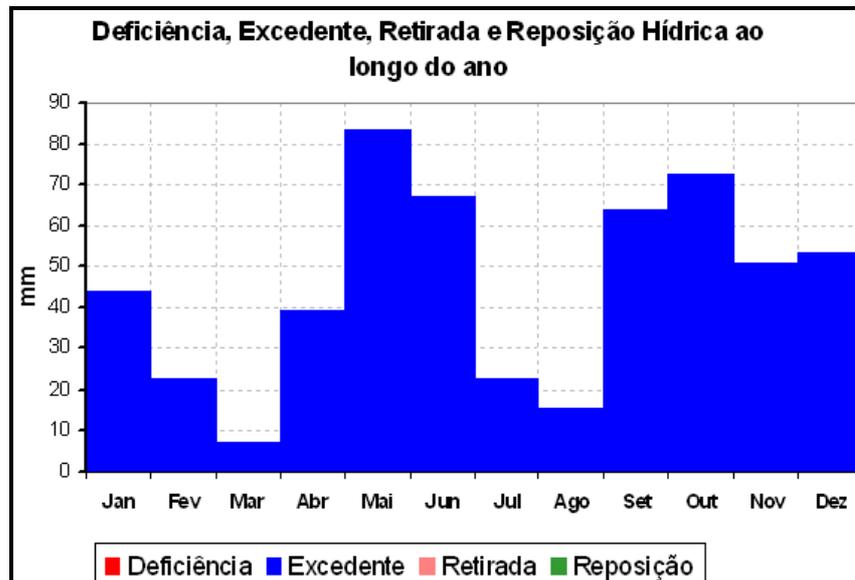


Figura 65 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo do ano para o município de Umuarama.

FONTE: EMBRAPA, 2011.

A deficiência hídrica (DEF) indica a quantidade de água que deixa de ser evaporada por falta de umidade e é representada pela diferença entre a evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR). O excedente hídrico (EXC) corresponde à água que excede a capacidade máxima de retenção e está sujeita a percolação ou escoamento superficial.

Pelos dados apresentados, verifica-se que a precipitação na região fica sempre acima da evapotranspiração potencial, ou seja, não há retirada de água de solo. Não havendo retirada de água do solo, este estará sempre na sua capacidade de campo (armazenamento de 100 mm). Dessa forma, para a região em estudo, a evapotranspiração real é sempre igual à potencial e, em todos os meses do ano, há excedente hídrico e nenhuma deficiência hídrica.

5.1.2. Geologia, geotecnia, geomorfologia, pedologia, sismologia e recursos minerais

5.1.2.1. Geologia

O contexto geológico em que a bacia hidrográfica do rio Piquiri, a qual abrange os domínios da bacia do rio Goio-Erê, está inserida é a Bacia do Paraná. As unidades litoestratigráficas em que o empreendimento avaliado encontra-se são a Formação Serra Geral, inserida no contexto do Grupo São Bento e Formação Caiuá, pertencente ao Grupo Bauru.

A figura 66 apresenta a coluna estratigráfica simplificada para o local em que o empreendimento está situado. O mapa geológico da bacia do rio Goio-Erê (All do empreendimento) é apresentado no Anexo III (mapa 07). Neste mapa, também são apresentados lineamentos estruturais nos quais parte do rio Gio-Erê se insere.

5.1.2.1.1. Bacia do Paraná

A bacia intracratônica do Paraná ocupa uma área de aproximadamente 1.500.000 km², no Brasil, e ocupa, ainda, parte da Argentina, Paraguai e Uruguai. É uma bacia sedimentar, intracratônica ou sinéclise que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana, e sua formação teve início à cerca de 400 milhões de anos, no período Devoniano e finalizado no Cretáceo. A persistente subsidência na área de formação da bacia, embora de caráter oscilatório, possibilitou a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e *sills* de diabásio, ultrapassando 5 quilômetros na porção mais profunda (Schobbenhaus *et al.* 1984). Suas unidades litoestratigráficas apresentam grande continuidade lateral com pequenas variações faciológicas (Schobbenhaus *et al.* 1984).

Era	Período	Grupo	Formação	Descrição
CENOZÓICO	Quaternário			Sedimentos aluviais recentes, colúvios e solos residuais
	Cretáceo	Bauru	Caiuá	Arenitos arroxeados
MESOZÓICO	Jurássico	São Bento	Serra Geral	Efusivas ácidas a intermediárias (riolitos, riodacitos, dacitos e andesitos)
	Triássico			Efusivas básicas toleíticas (basaltos) Sedimentos intertrapianos (arenitos)

Figura 66 – Coluna estratigráfica simplificada para a área avaliada.

✓ **Grupo São Bento**

Formação Serra Geral:

A formação Serra Geral compreende um extenso conjunto de derrames de rochas ígneas, essencialmente básicas, de idade Eo-Cretácea. Comin-Chiaramonti *et al.* (1988), classificaram as rochas ígneas da Bacia do Paraná como: basaltos toleíticos, andesi-basaltos, andesitos (mais comuns); basaltos transicionais, lati-basaltos e lati-andesitos. Estes autores, ainda, subdividiram os derrames da Bacia do Paraná em três porções: Paraná Meridional, a sul do lineamento do rio Uruguai; Paraná Central, entre os lineamentos do rio Uruguai e rio Piquiri; e Paraná Setentrional, ao norte do lineamento do rio Piquiri.

Os basaltos são os litotipos mais comuns na unidade. São rochas de composição básica, melanocrática. Quando maciça, apresentam coloração cinza escura a preta. Nas variedades afaníticas, são constituídos de matéria vítrea, enquanto nas variedades de microfanerítica inequigranular, os minerais formam cristais porfiríticos. São rochas de coloração cinza escura, estrutura maciça, de granulação fina a média, são denominados de micro-gabro, ou geralmente de diabásio. Quando alterados mostram decomposição esferoidal e cor de alteração típica marrom avermelhado.

Geralmente, estas rochas ocorrem na forma de derrames tabulares, cujas espessuras podem variar de metros a dezenas de metros. Cada derrame é formado de uma seqüência de litotipos distintos. Esta seqüência é constituída por basaltos maciços nos dois terços inferiores e por basalto vesicular ou amigdaloidal e brechas basálticas no terço superior. É comum que as amígdalas estejam preenchidas parcialmente ou totalmente por ágata, quartzo, zeólitas, calcita ou celadonita. O diâmetro é milimétrico ou centimétrico.

Diques de rochas desta unidade ocorrem em toda a seqüência de rochas da Bacia do Paraná incluindo seu embasamento. Posicionam-se segundo direções variáveis com predominância entre N40°W e N60°W. As espessuras variam de métricas até quilométricas. Segundo Pinese (1989), os diques máficos do Arco de Ponta Grossa apresentam idade K-Ar de aproximadamente 134 ± 7 Ma. e são partes integrantes da atividade magmática Mesozóica que afetou o sul do Brasil.

5.1.2.1.2. Bacia Bauru

A Bacia Bauru é uma bacia continental interior desenvolvida durante o Neocretáceo no centro-sul da Plataforma Sul-Americana. A seqüência sedimentar é essencialmente arenosa. Na região avaliada, tem por substrato rochas da formação Serra Geral. Mineropar (2001), define a bacia Bauru como sendo composta do

Grupo Bauru, o qual é composto pelas formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá.

✓ **Grupo Bauru**

O Grupo Bauru é composto pelas formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá. Assenta-se sobre basaltos da formação Serra Geral, do qual é separado por não-conformidade.

Formação Caiuá:

Esta unidade constitui-se de depósitos sedimentares continentais. São arenitos médios a finos quartzosos, com feldspato, calcedônia e opacos, com tendência a apresentar termos mais finos na porção inferior do pacote. Os arenitos são cimentados por hidróxidos de ferro e argila e por vezes cimentação com sílica. Apresentam estratificação cruzada tabular ou acanaladas de grande porte.

5.1.2.1.3. Coberturas Cenozóicas e Aluvionares

Constituem depósitos recentes com maior expressão sobre os derrames basálticos, em que consistem em solo coluvionar avermelhado, poroso e relativamente homogêneo. A composição dos solos transportados é essencialmente argilosa, estando a sua gênese relacionada à erosão de solos residuais das rochas ígneas.

Nas baixadas fluviais, em especial nas dos rios maiores ocorrem depósitos aluvionares de cores variegadas, heterogêneos e também com granulação essencialmente arenosa, com seixos rolados.

5.1.2.2. Geomorfologia

A região em que está inserida o empreendimento localiza-se no Domínio Morfoestrutural da Bacia do Paraná, definido como bacias e coberturas sedimentares Fanerozóicas os quais configuram planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente.

O Estado do Paraná apresenta cinco unidades morfoesculturais: Planície Litorânea; Serra do Mar; Primeiro Planalto; Segundo Planalto e Terceiro Planalto. O empreendimento avaliado está localizado sobre o terceiro Planalto Paranaense, assim, como toda bacia hidrográfica do rio Goio-Erê. O mapa geomorfológico para a All do empreendimento é apresentado no Anexo III (mapa 12).

5.1.2.2.1. Terceiro Planalto Paranaense

Esta unidade possui quase 135.000 km² de área, coberta predominantemente por rochas efusivas básicas, localmente ácidas. No noroeste do Estado os basaltos são cobertos por sedimentos Cenozóicos do Grupo Bauru e Grupo Caiuá. As formações geológicas basálticas dão origem aos solos argilosos, conhecido popularmente como “terra roxa”.

✓ Planalto de Campo Mourão

Situa-se entre os rios Ivaí e Piquiri, se inclinando na direção leste-oeste desde as altitudes de 1.100 metros nas maiores elevações da Serra da Boa Esperança, até altitudes da ordem de 260 metros, junto ao rio Paraná. No sentido sul-norte, os principais corpos de água seguem rumo norte para bacia do rio Paranapanema, na altitude 300 m e a sul para o rio Piquiri, em altitude semelhante, como é o caso do rio Goio-Erê.

A morfologia territorial é relativamente monótona, com vales pouco profundos separados por suaves ondulações em formas de tabuleiros, cuja modelagem é resultado das ações erosivas.

Ao longo do eixo previsto para posicionamento da barragem, as maiores elevações na ombreira direita situam-se na cota 330, estando o nível de água a montante da cachoeira situado em torno da elevação 300. A margem esquerda mostra-se mais abatida, com as curvas de nível mais abertas, tornando esta estrutura mais extensa nesta margem.

Ao longo do eixo do circuito hidráulico, as elevações estão situadas na cota 317 na entrada do canal de adução, sendo seu extremo, na saída do canal de fuga, situado em torno da cota 280, já no nível de água do rio.

Os terrenos são formados por solos arenosos provenientes da desagregação dos arenitos Caiuá, tendo abaixo derrames basálticos. Tal configuração resulta em elevado transporte e deposição, formando depósitos de areia e até pequenas praias bastante comuns nos rios da região.

Normalmente aflorantes, nos fundos dos vales, as rochas basálticas constituem corredeiras e cachoeiras, ao longo dos principais rios, como ocorre no próprio local de aproveitamento, através do Salto Paiquerê.

✓ **Planalto de Umuarama**

A sub-unidade morfoescultural denominada Planalto de Umuarama, situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação média. As classes de declividades predominantes são inferiores a 6. Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 380 metros com altitudes variando entre 240m (mínima) e 620 m (máxima). As formas predominantes são topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da formação Caiuá.

✓ **Modelados e Formas de Relevo**

A variação altimétrica observada ao longo da extensão da AID é de 150 m (mapa hipsométrico, mapa 10 – Anexo III). Na porção sul, as altitudes observadas variam de 250 a 400 m. Já, na região norte da AID, a variação é de 300 a 400 m. As maiores altitudes ocorrem a montante do rio Goio-Erê regredindo até atingir a confluência com o rio Piquiri a sul.

Os modelados são de dissecação e não apresentam controle estrutural marcante. São caracterizadas predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares. O padrão de drenagem é do tipo dendrítico a sub-dendrítico e baixa a moderada densidade.

As formas de relevo de topos são convexas ou tabulares. As formas convexas são, geralmente, esculpidas em rochas da formação Serra Geral e eventualmente em sedimentos do grupo Bauru, por vezes denotando controle estrutural. São caracterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

As formas de relevo de topos tabulares existentes delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em rochas do grupo Bauru. Os vales são rasos e possuem vertentes de pequena declividade.

Na porção norte e noroeste da AID a drenagem possui alta densidade e está esculpida sobre rochas arenosas do grupo Bauru. O aprofundamento das incisões caracteriza-se por ser médio a forte. A sul da AID a drenagem possui padrão dendrítico com baixa a moderada densidade e são relativos a formação Serra Geral. O aprofundamento das incisões é fraco a médio.

Na porção norte da AID, foram observados modelados de dissecação caracterizada por alta densidade de incisões resultantes da atuação predominante da erosão pluvial sob a forma de escoamento concentrado.

A encosta no local em que será implantado o eixo da barragem possui perfil convexo (figura 67). O relevo no local é tipicamente dissecado e comporta o vale do rio Goio-Erê. A análise de relevo indicou que a AID possui relevo fraco. A declividade está situada entre 3% e 8% (mapa de declividade, mapa 11 – Anexo III), com densidade de drenagem grosseira e fraco aprofundamento da drenagem. As formações superficiais são espessas e a ação do escoamento subsuperficial provoca a perda de materiais finos em superfície com empobrecimento dos solos e, localmente, do escoamento superficial difuso, o que por sua vez, favorece uma erosão laminar. Nessas áreas predomina a pedogênese sobre a morfogênese e elas integram os meios em transição.

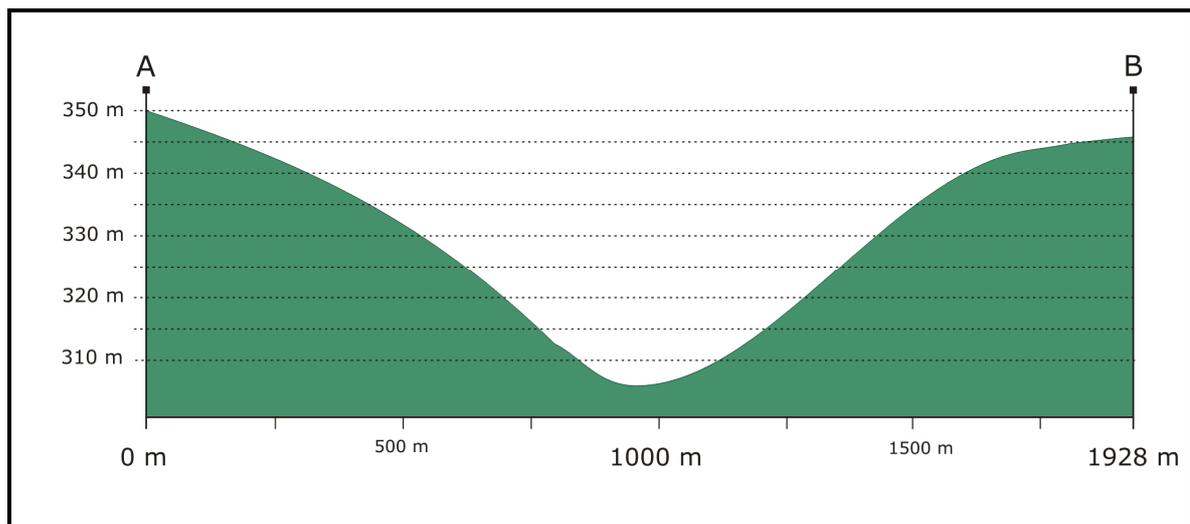


Figura 67 – Perfil A-B com exagero vertical.

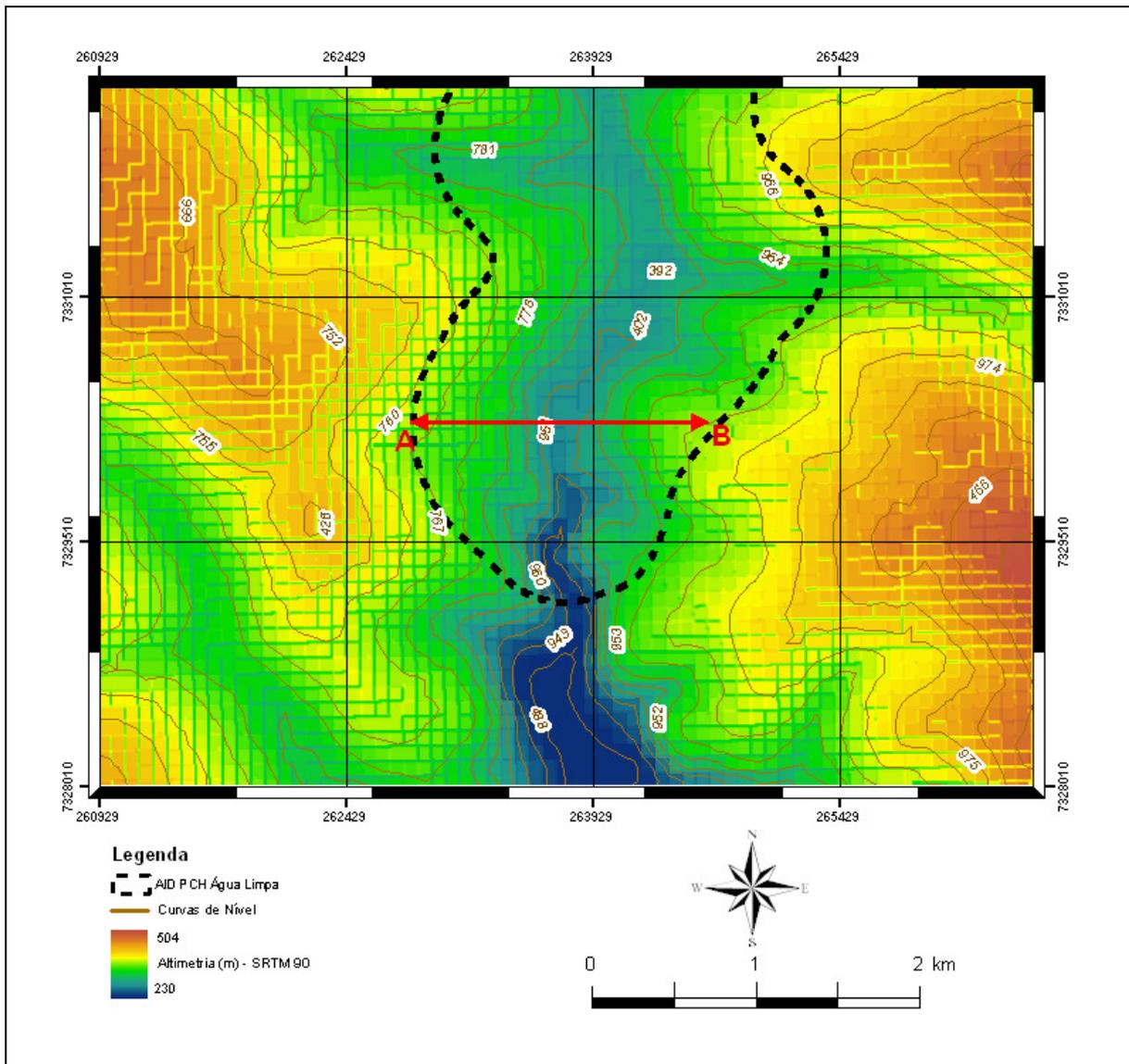


Figura 68 – Localização do perfil A-B.

5.1.2.3. Pedologia

De acordo com o levantamento realizado pela Embrapa em 1999, na região de implantação da PCH Água Limpa ocorrem solos do tipo latossolo vermelho eutrófico; latossolo vermelho distrófico; argissolos vermelhos distróficos e neossolo flúvico eutrófico.

O mapa pedológico para a área de influência indireta do empreendimento é apresentado no Anexo III (mapa 13).

5.1.2.3.1. Caracterização dos Solos da Área de Influência Indireta

✓ **Latossolo Vermelho Eutrófico e Eutroférico**

Constituem solos minerais não hidromórficos. Possuem como característica essencial a presença de horizonte B latossólico. São solos bem evoluídos, profundos e compostos excessivamente de minerais secundários como argilas caulínicas. Possuem grande homogeneidade ao longo do perfil. A drenagem é boa. A cor deste solo confere a ele um alto teor de óxidos de ferro. Comumente apresentam estrutura que conferem a este tipo de solo uma aparência denominada de “pó de café”. A fertilidade natural é muita variável, podendo ser pouco fértil até muito fértil. Este solo é observado na AID do empreendimento avaliado.

Este solo é derivado essencialmente de rochas básicas da formação Serra Geral. São solos com alta saturação de bases e ricos em óxidos de ferro.

✓ **Latossolos Vermelhos Distróficos e Distroféricos**

Constituem solos bem evoluídos com presença de horizonte B latossólico. São bem drenados e com coloração vermelho escura e/ou bruno. O caráter distrófico indica que a saturação de bases é inferior a 50%. Os latossolos vermelhos distroféricos são solos tipicamente derivados de rochas básicas e com elevado teor de ferro.

✓ **Argissolos Vermelhos Distróficos e Distroféricos**

São solos bem pouco profundos a profundos. Apresentam como característica básica a distinção entre o horizonte A e B. O horizonte B possui um

aumento no teor de argila, o que confere o caráter de horizonte B textural. Apresentam baixa saturação de bases.

✓ **Argissolos Vermelhos Eutróficos e Eutroféricos**

São solos que apresentam grande variação em termos de profundidade e cor. Apresentam saturação de bases acima de 50%, o que confere uma maior fertilidade natural. O horizonte B possui aumento no teor de argila em relação ao horizonte A e é do tipo textural.

✓ **Associação de Argissolo Vermelho Eutrófico Típico + Gleissolo Melânico Indiscriminado + Gleissolo Háptico**

A associação de solos é um grupamento de unidades taxonômicas definidas, associadas regularmente num padrão definido. O gleissolo melânico corresponde a solos com horizonte glei. A coloração é cinza azulada, ou cinza escuro. Normalmente ocorrem em áreas alagadas e são fortemente condicionados pelo nível freático. O caráter melânico indica que este horizonte é húmico, proeminente e chernozêmico.

✓ **Associação de Nitossolo Vermelho Distroférico Úmbrico + Neossolo Litólico Distroférico Úmbrico Típico + Cambissolo Háptico Distroférico Úmbrico**

Nitossolos são solos com horizonte B nítico. A textura é argilosa a muito argilosa. O caráter distroférico atribui elevados teores de ferros a estes solos. O neossolo litólico é um solo raso em processo inicial pedogenético. O cambissolo háptico constituem solos jovens com horizonte B incipiente. O caráter úmbrico indica a presença de horizonte A proeminente.

✓ **Neossolo Flúvico Eutrófico**

São solos comumente rasos, com profundidade comumente inferior a 50

cm. Apresentam minerais primários em estado de intemperização. O caráter flúvico é atribuído a presença de camadas de origem aluvionar sem relação pedogenética entre si. São comuns em planícies de margens de rios e córregos.

✓ **Nitossolo Vermelho Eutroférico**

Solo que possui o horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com moderado ou forte desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com a superfície dos agregados reluzentes, relacionadas a cerosidade ou superfícies de compressão. Têm textura argilosa ou muito argilosa. Possuem elevado teor de ferro.

✓ **Sondagens**

Foram executadas 5 sondagens em toda extensão da AID. O equipamento de perfuração utilizado foi um trado em caneco, manual com 4" de diâmetro. As sondagens foram locadas de forma a atender ao máximo toda extensão da AID e reconhecer a quantidade máxima de solos ou horizontes existentes. A nomenclatura utilizada foi ST (sondagem a trado) seguida pelo número definido em escritório, o que resultou em ST-01 a ST-05.

A tabela abaixo apresenta as coordenadas e profundidade das sondagens executadas. O mapa 25, apresentado no Anexo III, indica a localização dos pontos de sondagem em campo.

Tabela 27 – Localização das sondagens executadas.

Sondagem	Coordenadas UTM		Profundidade (m)
	Sul	Oeste	
ST-01	7344506	267804	1,7
ST-02	7329887	263635	1,0
ST-03	7335518	265738	1,0
ST-04	7343652	270240	1,0
ST-05	7329887	263635	0,2

- ST-01

A perfuração foi executada a profundidade de 1,7 m. A sondagem foi realizada em local de relevo plano e junto ao capinzal. O solo observado não possui horizonte A evidente. O horizonte B é areno-argiloso, marrom, com baixa plasticidade e pegajosidade. O magnetismo é moderado.



Figura 69 – Execução da sondagem ST-01.

- ST-02

Sondagem executada em local com relevo plano junto a APP do rio Goio-Êre. A profundidade total foi de 0,7 m. Foram observados dois horizontes. O horizonte B possui textura argilosa, cor marrom bruno. A plasticidade e pegajosidade são moderadas e possui 20 cm de zona de raiz. O horizonte C possui magnetismo moderado e textura argilosa com fragmentos líticos de rocha básica.



Figura 70 – Execução da sondagem ST-02.



Figura 71 – Magnetismo observado na amostra de solo na ST-02.

- ST-03

Esta sondagem foi executada até 1,0 m. Foram observados dois horizontes. O horizonte B possui textura argilosa, cor marrom bruno. A plasticidade e pegajosidade são moderadas. O horizonte C possui magnetismo moderado e textura argilosa com fragmentos líticos de rocha básica.



Figura 72 – Execução da sondagem ST-03.

- ST-04

Este ponto foi perfurado até 1,0 m. Foi observado horizonte arenoso com frações argilosas, cor bege areia. A granulometria é areia fina. Não possui estrutura definida. Possível horizonte lúvico. O horizonte B é argiloso de cor bege. Fração essencialmente areia fina.



Figura 73 – Execução da sondagem ST-04.

- ST-05

Esta sondagem foi executada até 20 cm somente, pois se tornou impenetrável. Foi observado horizonte B residual de basalto, com textura argilosa, alta plasticidade e pegajosidade, cor marrom. O horizonte C apresenta cor marrom com fragmentos líticos.



Figura 74 – Execução da sondagem ST-05.

5.1.2.4. Caracterização de Aspectos Locais

5.1.2.4.1. Aspectos Estruturais

Em termos estruturais, os principais alinhamentos tectônicos em toda região, ocorrem segundo as direções N20/30°W, N10/30°W, N50/70°W e N50/70°E. Na região do empreendimento observam-se alinhamentos estruturais que coincidem com corpos de água de menor porte e com a própria cachoeira existente a jusante do eixo da barragem.

A unidade geológica local é constituída por rochas básicas da formação Serra Geral de aspecto relativamente homogênea. Define uma extensa cobertura de solo e rochas de alto grau de alteração do maciço na margem esquerda, em comparação com a direita. A norte do reservatório, e a montante afloram rochas arenosas da formação Caiuá.

5.1.2.4.2. Geotecnia

Na região prevista para implantação do empreendimento define-se uma espessura média de solo, na ordem de 1,50 metros. Contudo acredita-se que ocorra variação de espessura em toda extensão da AID do empreendimento devido a composição químico mineralógico do substrato rochoso.

As rochas basálticas possuem características geomecânicas que as tornam apropriadas para apoio de fundações e estruturas, tanto em relação às suas características mineralógicas, como texturais. São rochas com boa resistência a compressão simples.

Solos derivados de basaltos, como latossolos argilosos, de coloração avermelhada, apresentam condições ótimas de compactação, baixa permeabilidade e boa capacidade de suporte.

As condições do solo/rocha para a fundação da PCH para eixo selecionado indicam boa qualidade, com baixa cobertura de solo. A fundação deverá situar-se inteiramente sobre basaltos do tipo maciços, pouco a medianamente fraturados.

5.1.2.4.3. Estabilidade Geológica da AID

Para avaliação da estabilidade geológica da região de implantação da PCH bem como definição da locação das estruturas da mesma, foram realizadas em 2002, para o Projeto Básico da PCH, uma série de investigações geológicas e geotécnicas pela empresa PROGEO. Dentre as atividades realizadas estão a abertura de poços de inspeção, sondagens a percussão e sondagens rotativa com amostragem em testemunho. A localização das sondagens e poços citados, bem como descrição detalhada dos resultados deste levantamento é apresentada no Anexo II, juntamente com o Projeto Básico elaborado pela Copel, em 2002.

A partir das sondagens rotativas executadas pela empresa PROGEO em 2002, no eixo do barramento constatou-se a presença de solo composto de argila siltosa com espessura em torno de 1,5 m, podendo atingir até 4 m. O grau de alteração da rocha é nulo em praticamente todas as amostras, de forma que a rocha foi considerada sã (A1). Assim, apresenta minerais primários sem vestígios de alterações físicas e químicas incipientes. A coerência das amostras de rocha observadas permitiu classificar as rochas como a coerente a medianamente coerente, ou seja, são rochas que podem quebrar com certa dificuldade. O grau de fraturamento das rochas foi definido com predominância de medianamente fraturado. Isto significa que apresenta entre 6 e 10 fraturas por metro.

Também foi estabelecido o RQD (*Rock Quality Designation*) do maciço rochoso. Este índice descreve a qualidade do maciço rochoso em função do seu grau de fraturamento. É definido como porcentagem de pedaços de testemunhos de rochas intactos, maiores ou iguais a 10 cm, pelo comprimento de avanço de

perfuração. O maciço rochoso em questão foi classificado como excelente. A percentagem de recuperação mínima foi em torno de 40% e a média de 70%, indicando que o maciço rochoso é de qualidade regular a excelente. A sondagem SPT indicou que nos últimos 30 cm foram executados pelo menos 20 golpes ao longo da perfuração o que atribui caráter compacta (areia e silte argiloso) e rija (argila e silte argiloso).

O ensaio de perda d'água sob pressão (EPA), realizado em maciços rochosos através de furos de sondagem, visa a determinação da permeabilidade e do comportamento desses maciços frente à percolação d'água através de suas fissuras. Esse ensaio consiste na injeção de água sob pressão, em vários estágios, num certo trecho de um furo de sondagem e na medida da quantidade de água absorvida pelo maciço rochoso durante um certo tempo, a uma dada pressão de injeção, (ABGE, 1999). Os valores de perda específica atingiram até 1,44 L/min.m.atm na SR-03; 4,58 L/min.m.atm na SR-04; 1,38 L/min.m.atm na SR-05; 13,59 L/min.m.atm na SR-06; enquanto que nas outras sondagens os valores de perda d'água foram insignificantes. A condutividade hidráulica inferida, obtida de forma indireta é considerada predominantemente muito baixa.

5.1.2.4.4. Materiais para Construção

Conforme o projeto básico apresentado, três tipos de materiais serão utilizados, isoladamente ou em conjunto, durante a execução das estruturas: materiais terrosos, materiais rochosos e materiais para agregados em concreto.

- Materiais terrosos:

Os materiais terrosos a serem utilizados, deverão ser previstos principalmente para execução das porções de vedação das ensecadeiras, zonas de transição (como filtros) e camadas finais de aterro de acessos de serviço e até definitivos.

De modo geral, os solos oriundos de basaltos são de natureza básica, como latossolos argilosos, de coloração avermelhada, os quais apresentam condições ótimas de compactação, baixa permeabilidade e boa capacidade de suporte. Sua larga utilização vem confirmar suas características adequadas para vedações de estruturas em obras provisórias e até definitivas.

Já, os solos de transição ricos em saprólitos brandos e até duros (litossolos), poderão ser empregados em zonas de transição de enseadeiras e camadas finais de aterros de acessos.

As investigações preliminares executadas pela PROGEO em 2002, na área, indicam que na margem esquerda a cobertura de solo é mais expressiva devendo conter quantidades de argila compatíveis para as necessidades da obra.

Trabalhos adicionais de investigação e ensaios, no entanto, deverão ser implementados nas próximas fases, objetivando definir-se com maior precisão os volumes existentes, bem como sua qualidade.

- Materiais rochosos:

Os materiais rochosos, a partir das escavações obrigatórias, para produção dos concretos deverão ser obtidos da porção basal do derrame “A”, principalmente na região do canal de adução e tomada d’água, onde o trecho escavado de rocha apropriada para produção de brita deverá apresentar espessuras da ordem de 5 m a 10 m. Soma-se a isso a condição de que tais estruturas situam-se na margem direita, onde deverão situar-se as unidades de britagem.

Os principais materiais rochosos utilizados serão as rochas basálticas da formação Serra Geral. São rochas que possuem características geomecânicas que as tornam apropriadas para apoio de fundações e estruturas, tanto em relação às suas características mineralógicas como texturais. Possui boa resistência a compressão simples. Desta forma, acredita-se que não haverá dificuldades na

obtenção de rocha adequada na região próxima aos eixos, para produção dos agregados dos concretos, tendo em vista os volumes envolvidos.

Os litotipos considerados não adequados para produção de concreto, deverão ser utilizados em obras provisórias, tais como pré-ensecadeiras, ensecadeiras principais, proteção de acessos, aterros para acessos de serviço, entre outras. A rocha basáltica será utilizada como rocha de fundação para suporte das estruturas e materiais para construção e servirá de fonte de agregados

As rochas basálticas não adequadas para concretos, provenientes das escavações obrigatórias, quando não aplicadas diretamente na construção das ensecadeiras, de pátios e de forros diversos, deverão ser lançadas em pilhas de estoque ou em bota-foras.

As jazidas de areia natural, constantes em documentos oficiais, situam-se aproximadamente entre 90 e 100 km distantes do local do aproveitamento, nos municípios de Terra Roxa do Oeste e Guaíra, as quais se situam entre os maiores pólos produtores do estado.

- Materiais para agregados em concreto:

O material cimentício a ser utilizado na produção do concreto deverá ser originário de regiões bastante distantes do empreendimento. Atualmente nas obras de ampliação das unidades geradoras da Usina de Itaipu, o cimento utilizado provém da fábrica localizada no município de Rio Branco do Sul, distante 660 km. A distância aproximada entre o empreendimento e esta mesma fábrica é praticamente igual.

A utilização dos basaltos como agregados de concreto, igualmente têm demonstrado sua adequabilidade em várias obras, preferencialmente com adição de cimento pozolânico na prevenção da reação álcali-agregados, bastante difundida e mais conhecida nos dias de hoje. Neste particular, atenção especial deve-se ter com a utilização de agregados de basalto com presença de vidro (sílica amorfa).

Para a opção da produção de concretos, com areia artificial, deve-se atentar para a qualidade dos basaltos (principalmente com vistas a potencialidade da reação com os álcalis do cimento) a serem aproveitados (descartando-se as porções de basaltos maciços afetadas por alterações profundas, tipos vesículo-amigdalóides e níveis de brecha), levando-se em consideração apenas os volumes úteis de basaltos maciços que se apresentarem são.

5.1.2.4.5. Recursos Minerais e Direitos Minerários

Conforme levantamento dos direitos minerários e recursos minerais para a All, foram identificados apenas os recursos minerais areia e água mineral. O principal recurso mineral refere-se a depósitos de areia em Umuarama e Tuneiras do Oeste. Já, a reserva de água mineral ocorre em Goio-Erê.

As ocorrências de areia se restringem aos depósitos aluvionares do rio Pinhalzinho Segundo e rio Mouro. Ao longo do rio Goio-Erê, no limite da All, não são observadas extrações de areia.

Os processos de direitos minerários existentes na All referem-se aos minérios citados e encontram-se em fase de autorização de pesquisa, registro de licença e concessão de lavra. O mapa apresentado em anexo (Anexo III, mapa 08) ilustra a situação.

5.1.2.4.6. Caracterização de Potencial Espeleológico da AID

Conforme o diagnóstico geomorfológico e geológico da AID não foi definido zona com potencial espeleológico. O referido diagnóstico constatou rochas básicas a intermediárias relativas à formação Serra Geral e rochas arenosas referente ao Grupo Bauru. Essas unidades possuem muito baixo potencial espeleológico e não configuram processos de dissolução intensos no relevo e/ou

formas cársticas. O relevo é suave ondulado sem quebras positivas e negativas fortes.

No levantamento realizado pelo ICMBio - CECAV nesta região não é evidenciado província espeleológica. A partir das informações citadas definiu-se que a região e, mais especificamente a AID, possui muito baixo potencial espeleológico.

5.1.2.4.7. Caracterização Sismoestratigráfica

Para a caracterização sismoestratigráfica da AID foram utilizados dados de 11 sondagens rotativas e SPT executadas pela PROGEO em 2002 (anexo II). As perfurações executadas confirmaram a presença de basaltos com intervalos de brechas basálticas ao longo do perfil de sondagem. Os solos observados apresentam textura argilosa e são derivados da formação Serra Geral.

As sondagens indicaram que as rochas apresentavam-se sem alteração a medianamente alterada. A sondagem SR-07 de 3,95 m a 11,34 m estava muito alterada. O grau de coerência das rochas indicou que estas são tipicamente muito coerentes. O grau de coerência das rochas relativos a medianamente coerente e pouco coerente refletem basaltos amigdaloidais ou basalto denso com alto grau de fraturamento e alterado.

O grau de fraturamento das rochas variou de ocasionalmente fraturada até extremamente fraturada, como observado na SR-07 de 3,95 a 11,34 m e na sondagem SR-09 de 3,60 a 12,07 m.

Pelos resultados obtidos pelo levantamento de campo e relatórios de sondagens elaborados pela PROGEO, em 2002, constatou-se que a AID é definida pela formação Serra Geral na base e por solo residual oriundo desta unidade sotoposto a mesma (figura 75).

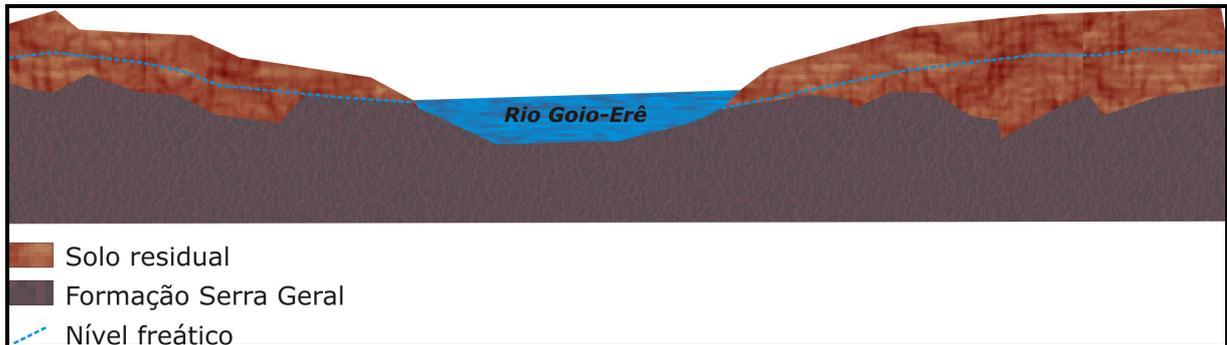


Figura 75 – Representação esquemática do solo e formação Serra Geral na AID (figura esquemática hipotética, sem escala).

5.1.2.4.8. Áreas Degradadas

As áreas degradadas existentes na AID correspondem a feições pontuais como jazidas, de pequeno porte, que tenham sido exploradas e ainda não foram conformadas. São feições pré-existentes que não possuem interferência direta com o empreendimento a ser implantado.

A erosão pode acelerar a degradação na medida em que se desenvolve como o assoreamento de rios e perda de área agrícola. Práticas agrícolas incorretas e desmatamento indiscriminado podem ser apontados como os principais responsáveis pelos processos erosivos na AID. Nesses casos, o reflorestamento e as mudanças nos sistemas de cultivo poderiam atenuar de maneira significativa o problema. Apesar dos problemas citados acima, os processos erosivos e de assoreamento são leves e assim não se espera que ocorram aumento de áreas degradadas.

Ao longo da AID do empreendimento avaliado foram observados vários fragmentos da floresta nativa em diferentes estágios de sucessão, em distintos níveis de conservação/ degradação que por sua vez influenciam diretamente na proteção do solo. A vegetação densa inibe a ação da chuva sobre o solo e ação das raízes dificulta a mobilização do solo.

5.1.2.5. Potencial Erosivo dos Solos da AID e Susceptibilidade Geopedológica

Os solos existentes na AID são solos que possuem baixa propensão a processos erosivos. Em razão disto, as classes de uso e ocupação do solo e declividade na AID são considerados como critérios fundamentais no auxílio ao potencial erosivo dos solos, tendo em vista que expõem o solo aos processos erosivos.

A intensificação da utilização das terras para fins diversos tem como primeiro passo o seu desmatamento, que é a retirada de sua proteção natural. Em seguida, poderá ocorrer uma série de outras agressões que são praticadas com o intuito de se obter máxima exploração do solo o que traz consigo inevitavelmente processos de erosão e assoreamento, a despeito dos cuidados conservacionistas que são tomados.

Durante o levantamento de campo não foram observados processos erosivos em estágio moderado a avançado em toda extensão da AID.

As áreas que apresentam sulcos superficiais e ocasionais sulcos rasos que podem ser cruzados por máquinas agrícolas e que são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo e contribuem para aceleração de processos erosivos.

A camada superficial do solo pode se desagregar nos preparativos para o plantio ou pelo desmatamento, quando há perda da vegetação que ajuda com suas raízes a segurar parte do solo. Os processos erosivos podem ser influenciados por fatores relacionados à cobertura vegetal. A densidade da cobertura vegetal, por exemplo, é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo.

Para definição do potencial erosivo dos solos e fragilidade do ambiente foi realizada a análise geopedológica.. A geopedologia pode ser compreendida como a combinação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, voltada à

compreensão das potencialidades e fragilidades da dinâmica do ambiente (CURCIO *et al.*, 2006). Para a definição dos elementos geopedológicos considerados na confecção da carta de suscetibilidade aos processos erosivos, bem como na hierarquização e ponderação das classes respectivas, foram considerados os trabalhos de TRICART (1977), ROSS (1994), RODRIGUES (1998), CREPANI *et al.* (2001), KOUAKOU e XAVIER (2004), CAMPAGNOLI (2005; 2006), CUNICO (2007), SANTOS *et al.* (2007), PAULA e CUNICO (2008), PAULA e NOWATZKI (2009), BORGES *et al.* (2009) e, sobretudo as particularidades da bacia hidrográfica do rio Goio-Erê.

A confecção da carta de suscetibilidade da AII da PCH Água Limpa contemplou a hierarquização das unidades geológicas, pedológicas e geomorfológicas quanto ao potencial de suscetibilidade à disponibilização de sedimentos. Em seguida atribuíram-se valores a cada classe existente, que variam de 1 (suscetibilidade muito baixa) a 3 (suscetibilidade muito alta), conforme indicado na tabela 28.

Finalmente, realizou-se a média aritmética dos elementos geopedológicos selecionados, sendo que a geomorfologia foi constituída pela declividade. Por meio de álgebra de mapas foi implementada a equação a seguir. Essa equação foi empregada a partir da ferramenta *Map Calculate*, disponível na extensão *Spatial Analyst*, do software *ArcGIS 9.3.1*.

$$SG = ([Geo] + [Ped] + ([Dec]) / 3$$

Onde SG é a suscetibilidade geopedológica aos processos erosivos, Geo é a unidade geológica, Ped classe de solo, e Dec é a declividade.

Tabela 28 – Escala de suscetibilidade aos processos erosivos.

Valor	Grau de Suscetibilidade
3,0	Muito Alta
2,9	
2,8	
2,7	
2,6	Alta
2,5	
2,4	
2,3	
2,2	Mediana
2,1	
2,0	
1,9	
1,8	Baixa
1,7	
1,6	
1,5	
1,4	Muito Baixa
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

 Fonte: Adaptado de CREPANI *et al.* (2001)

Na tabela 29 tem-se quantificadas as classes geológicas existentes na All, bem como a indicação da ponderação atribuída a cada classe, seguindo as proposições teóricas apresentadas por CREPANI *et al.* (2001).

Tabela 29 – Ponderação das classes geológicas existentes na All.

Classes	Área (ha)	Peso
JKsg - Formação Serra Geral (derrames de basalto)	92.611,4	1,5
Kc - Formação Caiuá	208.261,9	2,4
QHi - Depósito Aluvionar	6,5	3,0
Qal + TQt - Depósito Aluvionar e Terraço Aluvionar	3.199,2	3,0
TQt1 - Terraço Aluvionar	40,3	3,0

Representadas na tabela 30 têm-se as classes pedológicas presentes na All, bem como suas respectivas ponderações, conforme Paula (2010). Quanto à declividade a ponderação adotada está representada na tabela 31, na qual se pode

observar predominância de declividades entre 3 e 8%, que revelam baixa suscetibilidade aos processos erosivos.

Tabela 30 – Ponderação das classes pedológicas existentes All.

Classes	Área (ha)	Peso
Latossolo Vermelho Distroférrico Típico	8.199,2	1,0
Latossolo Vermelho Distrófico Típico	60.844,6	1,0
Latossolo Vermelho Eutroférrico Típico	3.338,0	1,0
Latossolo Vermelho Eutrófico Típico	5.044,0	1,0
Nitossolo Vermelho Eutroférrico Típico	35.171,6	2,0
Argissolo Vermelho Distrófico Abrupto	285,7	2,0
Argissolo Vermelho Distrófico Típico	31.277,9	2,0
Argissolo Vermelho Eutrófico Abrupto	117.048,5	2,0
Argissolo Vermelho Eutrófico Típico	29.859,6	2,0
Associação de Argissolo Vermelho Eutrófico Típico + Gleissolo Melânico Indiscriminado + Gleissolo Háptico	2.237,9	2,5
Associação de Nitossolo Vermelho Distroférrico Úmbrico + Neossolo Litológico Distroférrico Úmbrico Típico + Cambissolo Háptico Distroférrico Úmbrico	10.819,7	2,5

Tabela 31 – Ponderação das classes declividade existentes na All.

Declividade (%)	Área (ha)	Peso
< 3	33.094,7	1,0
3 – 8	203.298,9	1,3
8 – 13	63.966,2	1,6
13 – 20	3.662,6	2,0
20 – 45	44,7	2,5

Ao se observar dos resultados obtidos com a aplicação da equação anterior, representados no mapa 14, Anexo III e na, tabela 32 percebe-se que a região estudada revela predominantemente moderada suscetibilidade aos processos erosivos, em decorrência da combinação dos fatores do meio físico, ou seja, rochas com baixo de coesão, solos argilosos e pouco desenvolvidos, declividades de muito baixa a moderadas.

Tabela 32 – Suscetibilidade geopedológica aos processos erosivos estimada para AII.

Classe de Suscetibilidade	Área (ha)
Muito Baixa	3.599,5
Baixa	29.945,9
Moderada	228.018,3
Alta	40.529,3
Muito Alta	1.988,4

Contudo, foram identificadas porções que somam 425,2 km² com alta e muito alta suscetibilidade geopedológica, as quais em geral combinam baixo grau de coesão das rochas (sedimentos recentes), em Argissolos Vermelho associados a altos declives.

O tipo de uso e a ocupação do solo influenciam tanto na aceleração da erosão quanto no seu controle. O uso do solo mais representativo na AID da PCH Água Limpa é a agricultura, com cerca de 52%. Este uso é um dos principais causadores de erosão em áreas próximas a rios, tendo como consequência a erosão hídrica causando o assoreamento.

As áreas de pastagens inseridas na AID somadas são inferiores a 10%. Os processos erosivos são acelerados em áreas de pastagens pela abertura de terracetes que poderão evoluir para ravinas.

Deve-se ressaltar que apenas 7,4% da AID apresentam alta e muito alta suscetibilidade geopedológica, atendendo à combinação supramencionada dos elementos do meio físico. Outros 57% revelam moderada suscetibilidade e 35,6% denotam baixa e muito baixa suscetibilidade.

5.1.2.6. Aptidão Agrícola dos Solos da AID

O levantamento de solos realizado pela Embrapa indicou que a região avaliada possui aptidão agrícola para lavoura. Na AID, conforme mencionado, o solo é destinado, principalmente, para a agricultura.

O argissolo identificado na área em questão possui limitações à sua utilização agrícola em porções com declividade moderada a alta. Dentre as limitações mais comuns, podem-se mencionar os efeitos diretos dos relevos acidentados sobre a mecanização agrícola e sobre a vulnerabilidade à erosão, além da presença de pedras e cascalhos no perfil e na superfície do solo, que também são limitantes à mecanização e ao desenvolvimento de raízes. O melhoramento, em nível de manejo B e C, é viável somente com práticas de grande vulto, aplicadas a projetos de larga escala, que estão, normalmente, além das possibilidades individuais dos agricultores.

Os latossolos, em geral, possuem ótimas condições físicas que, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado nos locais em que ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Esses solos, por serem ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem sempre correção de acidez e fertilização artificial. O melhoramento, nos níveis de manejo B e C, é viável com práticas simples e pequeno emprego de capital.

Neossolos possuem limitações agrícolas nas áreas de relevo muito acidentado, que são as mais comuns de sua ocorrência. Seu uso deve ser apropriado para preservação da flora e fauna.

Nitossolos apresentam algumas características como elevada retenção de água e elevada capacidade de troca de cátions (CTC), que constituem atrativos para a sua exploração com lavouras. Apresentam, em condições naturais, geralmente mais de 80% de água em sua constituição.

O mapa de aptidão agrícola é apresentado no Anexo III deste EIA (mapa 15).

5.1.2.7. Caracterização Geotectônica

A AID do empreendimento avaliado está sobre a bacia do Paraná que é uma bacia intracratônica. Esta ocorre no interior continental, distantes de margens de placas. É oval em planta e tem forma de pires em seção. Bacias intracratônicas têm a crosta continental por substrato, e, em muitos casos, encontram-se sobrepostas a riftes abortados ou fósseis. A evolução desta bacia envolve uma conjugação e sucessão de processos que incluem distensão continental, subsidência térmica de amplas regiões e reajustes isostáticos tardios. Alguns autores, na abordagem eminentemente teórica da questão, relacionam o desenvolvimento de bacias do tipo Paraná a processos de estiramento litosférico e subsidência térmica (Hoffman, 1989).

Como unidade autônoma de subsidência e sedimentação-magmatismo, a Bacia do Paraná perdurou do NeoOrdoviciano até o final do Mesozóico, interrompida pelos movimentos da “Reativação Wealdeniana” e abertura do Atlântico Sul (Almeida, 1969). Nesse transcorrer do tempo geológico, entre 450 Ma e 65 Ma, sucessivos episódios de sedimentação acomodaram seus depósitos no que viria a ser uma bacia de registro policíclico. Seis unidades de segunda ordem (Milani, 1997) constituem seu arcabouço estratigráfico: Supersequência Rio Ivaí (CaradocianoLlandovertiano), Supersequência Paraná (Lochkoviano-Frasniano), Supersequência Gondwana I (WestphalianoScythiano), Supersequência Gondwana II (NeoanisianoEonoriano), Supersequência Gondwana III (Neojurássico-Berriasiano) e Supersequência Bauru (Senoniano). Entre as supersequências, aparecem importantes lacunas no registro estratigráfico.

A existência de um “rifte central” acomodando as sucessões sedimentares iniciais da Bacia do Paraná ganhou maior confiabilidade com o trabalho de integração regional de Marques *et al.* (1993), um relatório técnico da Petrobras cujos resultados não foram publicados externamente. O “rifte central” desses autores se expressa, em dados geofísicos regionais de diversas naturezas (gravimétricos, magnetométricos e sísmica de reflexão, com algum apoio

litoestratigráfico de poços profundos), como uma proeminente depressão pré-devoniana, demarcada geograficamente pelo eixo da bacia de drenagem do rio Paraná. Cada uma das seis grandes sequências do arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná é a resposta individualizada de processos de subsidência com naturezas variadas, recorrentes no tempo e persistentes em sua localização geográfica; no conjunto de sua atuação, produziram um registro multi-cíclico de grande amplitude temporal. A subsidência inicial da Bacia do Paraná, segundo Milani (1997), seria de natureza transtensiva; os grábens assim originados, correspondentes ao “rifte central” de Marques *et al.* (1993), orientaram-se pela trama brasileira a SW-NE (Almeida *et al.*, 1980) e acomodaram o pacote sedimentar inicial da Bacia do Paraná, a Superseqüência Rio Ivaí.

5.1.2.7.1. Histórico de Sismicidade

Nas regiões intraplacas, como é o caso do Brasil, é bastante difícil verificar-se a relação entre a sismicidade natural e a geotectônica, tendo em vista a predominância da baixa sismicidade nessas áreas.

De acordo com IEG-USP, até 2010 foram registrados 52 sismos no Estado do Paraná. Destes, 10% do total foram induzidos pela implantação de reservatórios. Nos municípios em que se pretende instalar a PCH não foi registrado nenhum evento sismológico. Em Primeiro de Maio, município localizado ao norte do Estado, foram identificados sismos induzidos por reservatórios que atingiram até 3.9 na escala Richter.

O enchimento do reservatório das grandes represas nas barragens de usinas hidrelétricas pode induzir a deformações crustais e até mesmo ocasionar sismos em regiões anteriormente assísmicas. Historicamente, os estudos desenvolvidos sobre o tema revelam que barragens com mais de 100 metros de altura são potencialmente sismogênicas. Acredita-se que o número de sismos induzidos por reservatórios seja pouco representativo e de pequena magnitude.

Pelos aspectos levantados acerca das características geológico-estruturais observa-se que a AID está sobre um substrato rochoso estável. A existência de fraturas nas rochas sugere um aumento a susceptibilidade natural da área a ocorrência de sismos. As rochas da formação Serra Geral são coesas e resistentes a compressão tectônica o que por sua vez inibe a ação de possíveis sismos. Contudo, com dados levantados aqui, conclui-se que a estabilidade geológica da área, do ponto de vista tectônico, é alta.

5.1.2.7.2. Sismicidade Induzida

A partir das informações obtidas pelo IEG-USP, verifica-se que o nível de atividade sísmica na área é considerado baixo e revela um quadro de estabilidade, em face de ocorrência de sismos induzidos em outros empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Paraná. A possibilidade de sismicidade induzida ocasionada pela implantação do reservatório do empreendimento em questão deverá ser baixa, visto o fato de que o reservatório possui espessura baixa (inferior a 100 m) e ainda não foram descritos este tipo de ocorrência na região em que está localizado o empreendimento.

5.1.3. Recursos hídricos

O recurso hídrico superficial é o grande responsável, juntamente com a queda, pela geração do potencial hidrelétrico. Dessa forma, seu estudo detalhado é necessário, tanto com relação à hidrografia de sua bacia, como quanto à hidrologia e os usos múltiplos desse recurso.

Baseado nesta premissa, este capítulo descreve a hidrografia e hidrologia do rio Goio-Erê, a disponibilidade de dados fluviométricos e sedimentométricos e os usos da água existentes na bacia hidrográfica.

5.1.3.1. Águas superficiais

5.1.3.1.1. Bacia Hidrográfica do Rio Goio-Erê

A bacia hidrográfica do rio Goio-Erê possui uma área de 2.992 km² e perímetro de 370 km. Sua extensão é de aproximadamente 83 km em linha reta, sendo que o canal principal do rio possui 165 km de comprimento. A largura máxima encontrada é da ordem de 34 km, sendo que não há grandes variações na largura, que diminui mais acentuadamente apenas no trecho de jusante, próximo do local previsto para a instalação da PCH Água Limpa, onde a largura da bacia é da ordem de 8 km. A drenagem ocorre de sudeste no trecho inicial e médio da bacia, a partir de onde o sentido principal de escoamento passa a ser de norte, até sua exutória, no rio Piquiri.

A bacia situa-se na região noroeste do estado do Paraná e é afluente do rio Piquiri, ambos situados na bacia do rio Paraná. O mapa de rede de drenagem (mapa 06, Anexo III) apresenta a bacia hidrográfica do rio Goio-Erê, mostrando o rio principal e seus afluentes.

A tabela 33 apresenta todos os afluentes do rio Goio-Erê identificados através de cartas topográficas, sendo ao todo 48, dentre os quais pequenos

córregos são a grande maioria. Os principais afluentes pela margem direita são: rio Mouro, rio da Areia, córrego Guarani, rios Pinhalzinho Primeiro e Pinhalzinho Segundo, além do rio Azul. Pela margem esquerda, o principal afluente é o Riozinho, sendo os demais córregos e arroios de menor dimensão.

Tabela 33 – Afluentes do rio Goio-Erê.

Margem Direita	Margem esquerda
Córrego Água da Barra Verde	Córrego Água da Norata
Córrego Água do Tamanduá	Rio Riozinho
Córrego Água do Barroco	Córrego Água do Belém
Córrego Ailema	Rio Água Grande
Córrego Água do Marfim	Córrego Guabiju
Córrego Cinquenta	Córrego Água do Timburi
Córrego do Alagado	Córrego da Cotia
Córrego Aparecida	Córrego do Barulho
Rio Mouro	Córrego Urutu Dourado
Córrego Coroado	Arroio da Porteira
Córrego do Goioxim	Arroio Angico
Córrego Água da Fé	Arroio Inhambu
Córrego da Fome	Arroio Lamedor
Córrego da Dúvida	Córrego Luiz
Rio da Areia	Córrego Embrulho
Córrego do Ribeirão	Córrego do Veado
Córrego Bonito	Córrego dos Tatetos
Córrego Guarani	Córrego da Abelha
Córrego Pinhalzinho Segundo	Córrego Jacutinga
Córrego da Olaria	Córrego Meieiro
Ribeirão Palmital	Córrego Borboleta
Córrego Pinhalzinho Primeiro	Córrego Canoã
Rio Azul	Córrego João
Água do Telão	
Água do Pinhal	

Dentro do limite da AID, além do Rio Azul, encontram-se os córregos, Pinhalzinho Primeiro, do Veado, dos Tatetos, da Abelha, Jacutinga, Meieiro, da Borboleta, Água do Telão e Água do Pinhal.

Algumas características fisiográficas da bacia foram levantadas. O conhecimento das características físicas das bacias hidrográficas é de grande utilidade prática ao permitir um melhor entendimento de seu comportamento hidrológico, principalmente por ocasião de eventos extremos.

Coeficiente de Compacidade

O Coeficiente de Compacidade (K_C) é um número adimensional que sempre assume valores iguais ou superiores a 1, variando com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia hidrográfica, tanto maior será o coeficiente de compacidade. O valor de K_C igual à unidade somente ocorreria quando a bacia hidrográfica tivesse a forma circular. Para uma bacia alongada, o valor do K_C é significativamente superior a 1.

O coeficiente de compacidade é útil para dar uma ideia sobre a susceptibilidade da bacia à ocorrência de enchentes, sendo que uma bacia será mais susceptível à ocorrência de enchentes quando seu K_C for mais próximo da unidade. A equação para cálculo do coeficiente de compacidade é dada como segue abaixo:

$$K_C = 0,28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

Onde P é o perímetro da bacia e A é a área total.

Fator forma

O fator de forma, K_f , assim como o coeficiente de compacidade, é outro índice indicativo da maior ou menor tendência para a ocorrência de enchentes em bacias hidrográficas. Uma bacia com baixo valor de K_f está menos propensa à ocorrência de enchentes que outra de mesma área, mas cujo valor de K_f é maior. Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa (baixo K_f) há menos possibilidade de ocorrência chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão. A equação para cálculo do fator forma é dada por:

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

Onde A é a área da bacia e L o comprimento do eixo da bacia.

Índice de Sinuosidade

O índice de sinuosidade apresenta a relação entre o comprimento total do canal principal da bacia hidrográfica e o comprimento total em linha reta desse eixo. Dessa forma é possível interpretar o quanto um rio é sinuoso. Rios bem retilíneos apresentam valores próximos de 1 para esse índice, enquanto aquele que se apresentam bastante sinuosos apresentam valores maiores. Usa-se a seguinte equação para tal cálculo:

$$I_s = \frac{L_{total}}{L_{reta}}$$

Além desses, foi calculada também a declividade média do rio, que é a relação entre o comprimento total do rio e seu desnível total. A tabela 34 mostra as principais características físicas da bacia do rio Goio-Erê, tomando por base seu canal principal.

Tabela 34 - Características da bacia hidrográfica do rio Goio-Erê.

Característica	Valor
Perímetro da bacia (km)	370
Área da bacia (km ²)	2.992
Comprimento do rio (km)	165
Comprimento do rio em linha reta (km)	83
Diferença de altitude entre nascente e foz (m)	480
Coeficiente de Compacidade	1,90
Fator Forma	0,11
Índice de Sinuosidade	2,0
Declividade do rio (m/km)	2,90

O rio Goio-Erê banha diretamente os municípios de Mariluz, Alto Piquiri, Perobal, Umuarama, Moreira Sales, Cruzeiro do Oeste, Tuneiras do Oeste, Janiópolis, Campo Mourão, Araruna e Farol. Já os municípios de Tapejara, Boa Esperança, Mamborê, Goioerê e Cianorte fazem parte da bacia hidrográfica, mas não são banhados diretamente pelo rio Goio-Erê. As nascentes situadas nas

altitudes mais elevadas se encontram nos municípios de Mamborê, Boa Esperança e Campo Mourão.

5.1.3.1.2. Dados Fluviométricos

O estudo de hidrologia aqui apresentado baseia-se nos estudos de projeto básico de engenharia e estudos complementares, elaborados pela Copel AMEC, em 2002 e, mais recentemente em 2011, pela VLB Engenharia, para a Multifase.

Foram pesquisadas todas as estações fluviométricas existentes na bacia hidrográfica do rio Goio-Erê para que o estudo hidrológico se tornasse consistente. Detectou-se a existência de duas estações fluviométricas em operação na bacia. As informações e dados foram fornecidos pelo Instituto de Águas do Paraná. As áreas de drenagem das estações identificadas variam de 2.424 a 2.941 km², com períodos de operação iniciando em 1963 e 1978.

A tabela 35 apresenta a descrição das estações de interesse. Essas estações são mostradas no mapa de rede de drenagem (mapa 06, Anexo III). Percebe-se que a estação Fazenda Uberaba está praticamente sobre o local onde se pretende instalar a PCH Água Limpa, dessa forma ela foi utilizada como base para o estudo hidrológico. O estudo de consistência dos dados de cota e vazão da estação Fazenda Uberaba mostrou que ela apresenta períodos inconsistentes ou com falhas. Dessa forma, os dados da estação Balsa do Goio-Erê foram utilizados (depois de regionalizados) para complementação dos dados.

Tabela 35 - Estações fluviométricas do entorno do rio Goio-Erê.

Código	Estação	Instalação	Área Drenagem (km²)
64810000	Balsa do Goio-Erê	05/1963	2.424
64815000	Fazenda Uberaba	09/1978	2.941

Para cada uma das estações foram geradas novamente as curvas-chave, que se mostraram bem próximas àquelas disponibilizadas pelo Instituto Água do Paraná. A curva-chave da estação Fazenda Uberaba é mostrada a seguir, na figura 76. Para a estação Balsa do Goio-Erê foram necessárias duas curvas-chave, uma para o período de maio de 1963 a abril de 1988 e outra para o período entre maio de 1988 e dezembro de 2009. Essas curvas-chave são apresentadas a seguir, na figura 77.

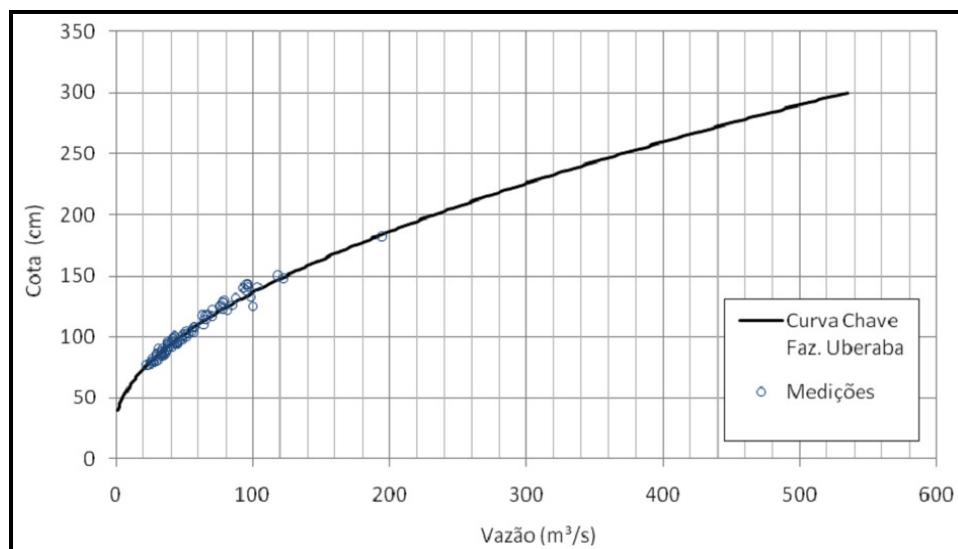


Figura 76 - Curva-chave da estação Fazenda Uberaba.

Fonte: VLB, 2011.

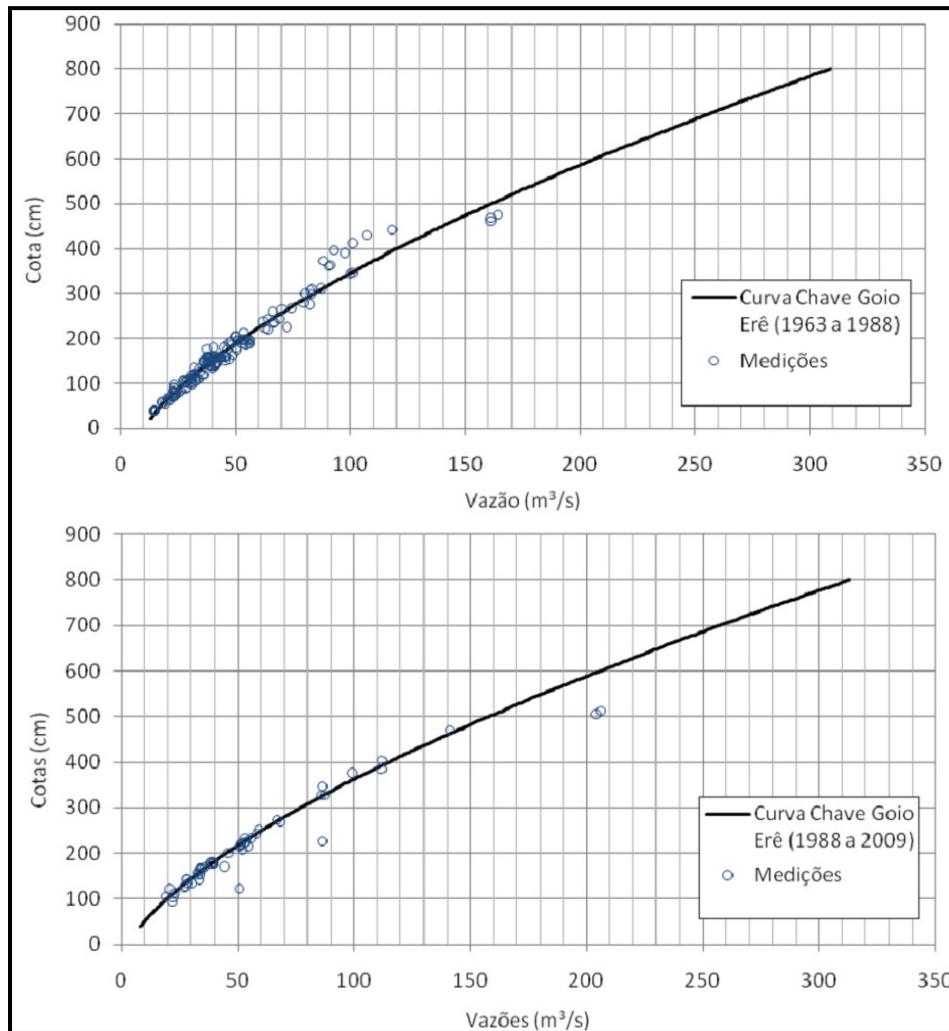


Figura 77 - Curvas-chave para a estação Balsa do Goio-Erê – 1963-1988 e 1988-2009.

Fonte: VLB, 2011.

5.1.3.1.3. Dados de Vazões Mensais para a PCH Água Limpa

A partir das curvas-chave calculadas, foi gerada a série de vazões mensais completa para a estação Fazenda Uberaba. Como a estação está praticamente no mesmo local onde se pretende instalar a PCH Água Limpa, os dados da estação foram utilizados diretamente como vazões para o local da PCH.

A série histórica de vazão para a PCH Água Limpa é apresentada na tabela 36.

Ao final da tabela são destacadas as estatísticas principais da série. A vazão média de longo termo (Q_{MLT}) calculada foi de 58,79 m³/s, enquanto a vazão mínima mensal registrada ficou em 22,18 m³/s e a máxima em 179,36 m³/s. A vazão específica resultante foi de 19,99 l/s/km².

Tabela 36 - Série de vazões médias mensais (m³/s) para a PCH Água Limpa.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
1979	32,33	35,16	30,26	29,74	62,38	38,05	37,05	38,88	65,98	58,14	66,42	92,50	48,91
1980	66,59	62,84	75,37	51,89	62,84	53,20	50,66	45,24	46,82	52,89	45,14	54,39	55,66
1981	54,39	53,33	46,85	43,85	37,66	50,37	38,46	35,80	32,93	48,01	38,51	126,33	50,54
1982	69,53	59,35	44,44	34,66	35,97	103,52	109,46	84,20	61,65	73,86	118,46	149,77	78,74
1983	97,28	94,44	160,71	115,00	144,15	177,30	158,78	98,41	166,34	125,70	118,74	100,79	129,80
1984	86,39	58,80	64,34	62,11	65,77	42,05	40,90	38,96	51,07	48,55	48,43	84,26	57,64
1985	70,18	58,84	51,57	63,80	103,41	78,24	64,89	52,78	48,62	35,72	30,04	22,38	56,71
1986	24,18	42,38	33,76	27,62	58,00	52,88	41,53	61,41	45,20	37,10	33,38	50,82	42,35
1987	40,18	89,00	48,16	49,24	75,64	69,85	64,42	48,02	41,08	38,73	58,31	46,88	55,79
1988	42,91	52,56	45,55	63,22	74,33	74,47	55,01	44,35	35,95	40,46	30,76	25,35	48,74
1989	71,35	69,54	62,93	46,42	39,23	36,52	33,47	50,72	115,29	87,50	56,36	43,63	59,41
1990	100,18	68,10	54,77	55,75	46,44	64,68	72,26	55,46	97,69	135,05	93,34	66,30	75,84
1991	55,69	52,58	45,62	34,47	30,77	37,64	28,58	28,58	28,40	36,81	35,79	70,98	40,49
1992	57,63	39,84	52,42	79,33	179,36	118,50	87,39	74,99	80,78	84,92	80,80	63,05	83,25
1993	71,20	62,64	47,96	42,41	50,54	55,77	57,18	50,57	58,81	108,69	60,67	56,08	60,21
1994	47,34	47,46	39,99	43,41	45,53	67,64	77,53	53,09	42,28	45,10	42,77	31,31	48,62
1995	88,03	66,59	49,89	48,05	46,69	38,56	41,14	30,03	30,33	72,66	48,89	43,41	50,35
1996	54,79	56,28	58,97	42,31	38,54	34,89	28,45	24,59	28,34	47,71	50,45	67,76	44,42
1997	67,76	97,94	64,43	48,51	41,65	69,97	57,77	52,78	56,59	74,30	96,26	110,81	69,90
1998	70,40	63,80	61,74	141,17	111,45	91,01	66,18	74,03	111,13	141,00	93,15	75,20	91,69
1999	60,65	64,21	50,14	45,90	66,50	63,82	63,82	48,95	41,44	34,95	28,29	29,64	49,86
2000	28,83	41,54	32,56	24,51	24,00	27,68	34,31	44,33	100,94	94,57	70,85	74,83	49,91
2001	91,86	91,39	67,38	54,82	48,85	46,13	39,47	33,70	33,67	39,06	38,58	49,87	52,90
2002	70,47	64,24	43,17	32,58	109,93	74,65	52,46	45,00	51,03	53,24	79,94	89,73	63,87
2003	94,72	91,08	74,79	66,54	51,95	46,06	45,42	34,24	32,94	36,53	46,20	70,77	57,60
2004	56,15	43,29	34,55	38,73	72,56	86,21	87,93	63,23	52,78	95,44	123,45	79,65	69,50
2005	88,49	57,42	48,18	39,47	38,61	33,92	30,87	28,89	38,64	103,48	74,71	57,39	53,34
2006	50,70	47,18	50,80	50,47	35,96	30,27	28,67	26,27	39,75	31,21	35,05	59,30	40,47
2007	89,50	63,64	57,53	44,41	41,10	31,84	33,47	27,14	23,28	22,18	43,09	35,24	42,70
2008	37,36	32,16	31,52	27,98	27,90	30,93	24,78	66,26	43,86	42,99	51,30	33,98	37,59
2009	41,00	36,44	31,01	23,13	32,23	32,59	60,00	60,16	68,88	114,06	83,99	83,95	55,62
MIN	24,18	32,16	30,26	23,13	24,00	27,68	24,78	24,59	23,28	22,18	28,29	22,38	25,58
MÉD	63,81	60,13	53,59	50,69	61,29	59,97	55,24	49,07	57,18	66,47	62,00	66,01	58,79
MÁX	100,18	97,94	160,71	141,17	179,36	177,30	158,78	98,41	166,34	141,00	123,45	149,77	141,20

O gráfico da figura 78 apresenta o comportamento da vazão ao longo do tempo para o local da PCH Água Limpa.

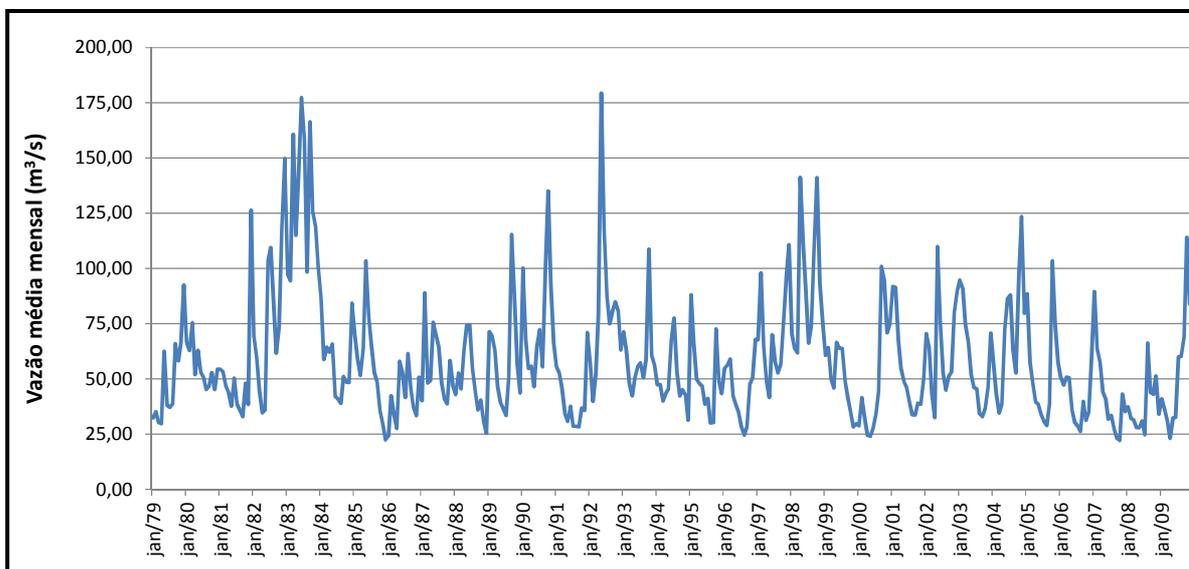


Figura 78 - Série de vazões médias mensais para o local da PCH Água Limpa.

A figura 79 apresenta as vazões médias mensais, bem como as máximas e mínimas para o período de 1979 a 2009. As vazões médias mensais mais altas são registradas nos meses de outubro, dezembro e janeiro, períodos que apresentam grande quantidade de dias com chuva. As mínimas foram registradas nos meses de abril e agosto.

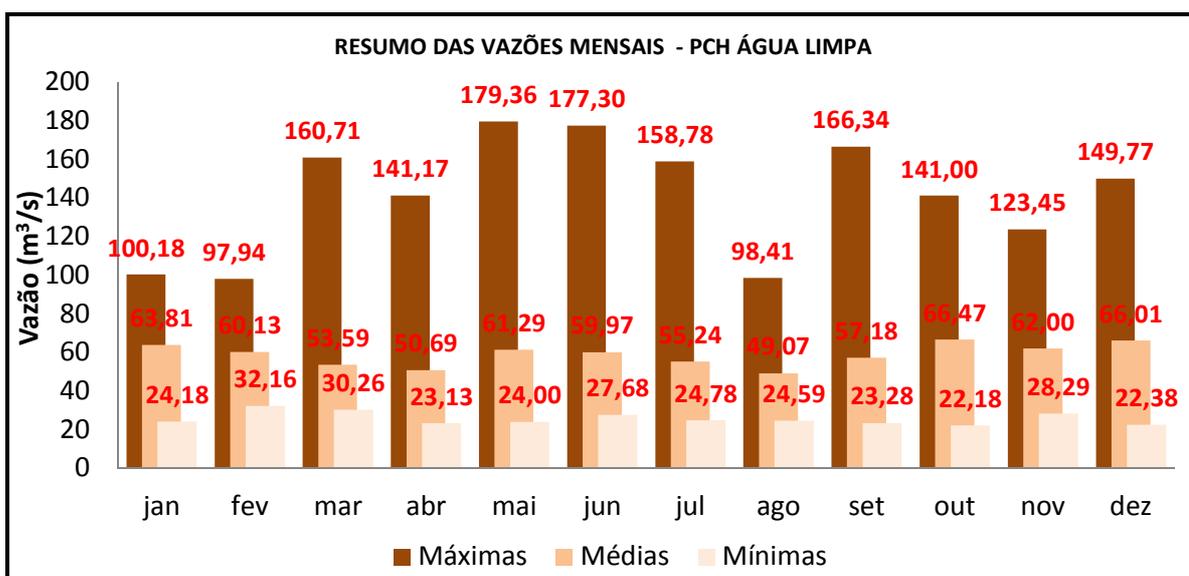


Figura 79 - Estatísticas das vazões mensais para o local da PCH Água Limpa.

5.1.3.1.4. Curvas de Permanência

A curva de permanência é a distribuição de probabilidades acumuladas que fornece o percentual de tempo no qual a vazão se encontra acima de um determinado valor, ou, o recíproco, qual seja: o valor de vazão tal que o rio estará acima deste valor por um determinado percentual do tempo.

Para a construção desta curva foi utilizado cálculo de cada um dos valores de vazão equivalente a uma determinada porcentagem por meio do percentil. Ou seja, foram identificados os valores de interesse para o eixo das ordenadas do gráfico (que representa a porcentagem do tempo em que as vazões do rio estão abaixo de um determinado valor de vazão) e achados os valores de vazão correspondentes.

Na figura 80, a seguir, é apresentada a curva de permanência geral para vazões médias mensais.

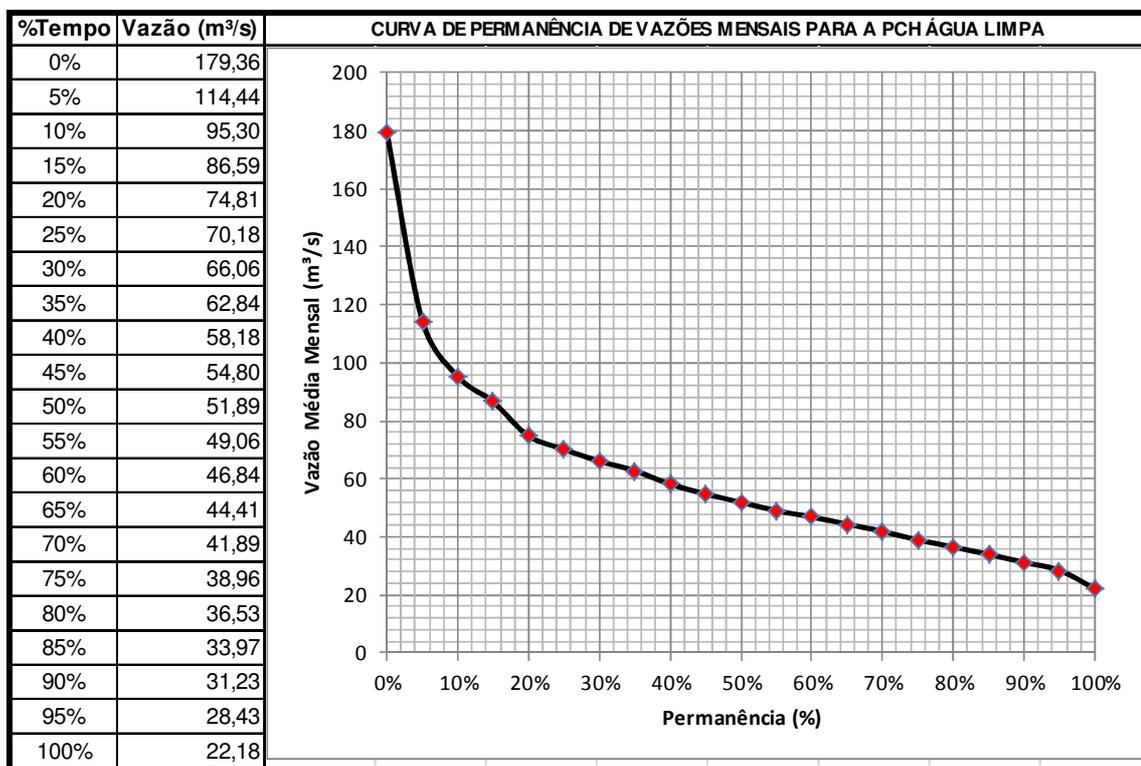


Figura 80 - Curva de permanência de vazões médias mensais para a PCH Água Limpa.

5.1.3.1.5. Estudo de Vazões Extremas

Valores extremos são importantes no dimensionamento de estruturas hidráulicas como barragens e vertedouros, bem como para a segurança da obra e cálculo das cotas de alagamento. Além desses, os valores mínimos são importantes tanto do ponto de vista ambiental, para estimar as vazões no trecho de vazão reduzida, quanto do ponto de vista energético e de escolha das máquinas e para a programação das atividades de construção da usina, considerando os períodos de menor vazão para as atividades de desvio do rio e de maior vazão para o enchimento do reservatório.

Vazões Máximas:

Como no Brasil a maioria das estações fluviométricas é convencional, com duas medições diárias, comumente os valores mais extremos de vazão (principalmente vazão máxima) não são medidos. Por isso faz-se necessário um ajuste probabilístico para estimar sua chance de ocorrência. A distribuição que melhor se ajustou aos dados foi a Log-Person III. Ela apresentou valores mais conservadores e mais aderentes ao quantis de vazões elevadas. Além disso, ambas as hipóteses foram aceitas no teste de aderência Kolmogorov-Smirnov, com erro inferior ao erro máximo para significância de 5%.

Como o dado mais importante para o dimensionamento de estruturas é a vazão máxima instantânea, utilizou-se o método de Füller para calcular essa variável. A equação para o cálculo é:

$$Q_{inst} = Q_{Mdiaria} * (1 + 2,66 * A^{-0,3})$$

Onde Q_{inst} é a vazão instantânea em m³/s, $Q_{Mdiaria}$ é a vazão máxima diária em m³/s e A é a área de drenagem em km².

A tabela a seguir mostra as vazões máximas calculadas para a PCH Água Limpa.

Tabela 37 - Vazões máximas diárias e instantâneas para a PCH Água Limpa.

TR (anos)	Vazões máximas (m ³ /s)	Vazões máximas instantâneas (m ³ /s)
1000	1015,34	1261,34
200	724,80	900,41
100	622,80	773,70
50	530,84	659,46
10	353,81	439,54
5	288,86	358,84
2	206,90	257,03

Vazões Mínimas:

O estudo de vazões mínimas é dedicado ao estabelecimento da vazão mínima a ser garantida no trecho de jusante de um aproveitamento hidrelétrico com arranjo derivativo. Dessa forma, considerando que no estado do Paraná essa vazão é preconizada pelo Manual Técnico de Outorgas da SUDERHSA (atualmente Instituto das Águas do Paraná), o valor a ser calculada é de 50% da vazão $Q_{7,10}$, que representa a menor média de sete dias consecutivos, com dez anos de tempo de retorno.

Para o cálculo da $Q_{7,10}$ foram calculados os valores mínimos mensais com sete dias de duração. A distribuição de probabilidade teórica empregada foi a de Weibull devido à melhor aderência em relação à distribuição de Gumbel.

A tabela 38 mostra as vazões mínimas de 7 dias calculadas para a PCH Água Limpa, bem como os valores equivalente a 50% desse valor. Percebe que o valor calculado como critério de vazão remanescente ($Q_{7,10}$) é de 9,24 m³/s.

Tabela 38 - Vazões mínimas diárias para a PCH Água Limpa.

TR (anos)	Q ₇ (m ³ /s)	50% Q ₇ (m ³ /s)
2	24,63	12,31
5	19,63	9,81
10	18,47	9,24
20	17,96	8,98
50	17,69	8,84
100	17,61	8,80
500	17,55	8,78
1000	17,54	8,77

5.1.3.1.6. Outros Usos da Água

As águas do rio Goio-Erê e de seus tributários têm seu uso dominados pelo lazer, pequenas captações para agricultura e pecuária, aproveitamento hidrelétrico das águas, saneamento e usos industriais. Não há condições propícias para as atividades da navegação.

A Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri listou as outorgas de direito de todos os municípios integrantes da bacia, o que inclui os municípios da bacia do rio Goio-Erê. Esses municípios foram selecionados e suas outorgas foram estudadas. Foram selecionadas, dentro dos municípios, as outorgas que se situam dentro da bacia do rio Goio-Erê. A tabela 39 mostra as vazões outorgadas para os usos de Administração Pública, Agropecuária, Comércio e Serviços, Indústria, Saneamento e Outros. O município que apresenta a maior vazão outorgada total é Umuarama, com 603,9 m³/h, sendo Comércio e Serviços o setor que consome a maior vazão. Já Campo Mourão apresenta apenas 0,5 m³/h, destinado à agropecuária, visto que a maior porção deste município já encontra-se fora da bacia do rio Piquiri.

Tabela 39 - Usos da água nos municípios banhados pelo rio Goio-Erê.

Município	Tipo de uso	Vazão Total (m³/h)
Araruna	Agropecuária	7,00
	Saneamento	15,3
Campo Mourão	Agropecuária	0,5
	Administração Pública	23,00
Cruzeiro do Oeste	Agropecuária	226,45
	Comércio e Serviços	5,00
	Indústria	29,00
	Saneamento	127,00
	Outros	44,8
Farol	Agropecuária	11,5
	Comércio e Serviços	2,00
	Saneamento	55,00
Janiópolis	Comércio e Serviços	2,00
	Saneamento	99,00
	Outros	16,5
Mariluz	Agropecuária	9,2
	Comércio e Serviços	2,00
	Outros	3,00
Moreira Sales	Agropecuária	10,00
	Indústria	725,8
	Agropecuária	10,00
Perobal	Agropecuária	43,00
	Comércio e Serviços	5,00
	Saneamento	70,69
	Outros	2,00
Tuneiras do Oeste	Administração Pública	3,00
	Agropecuária	56,00
	Comércio e Serviços	2,00
	Saneamento	87,5
	Outros	1,00
Umuarama	Administração Pública	10,00
	Agropecuária	121,00
	Comércio e Serviços	244,9
	Indústria	112,5
	Outros	115,5

A figura 81 apresenta o resumo das outorgas mostradas na tabela 39, de acordo com o tipo de uso. O gráfico apresenta o eixo das ordenadas (eixo vertical), das vazões, em escala logarítmica para melhor visualização das informações. Percebe-se que a maioria dos usos outorgados pelos solicitantes foi classificada como Agropecuária. Os setores de Saneamento, Comércio e Serviços, Outros, e Indústria vêm em seguida. Por último aparece o uso classificado como Administração Pública.

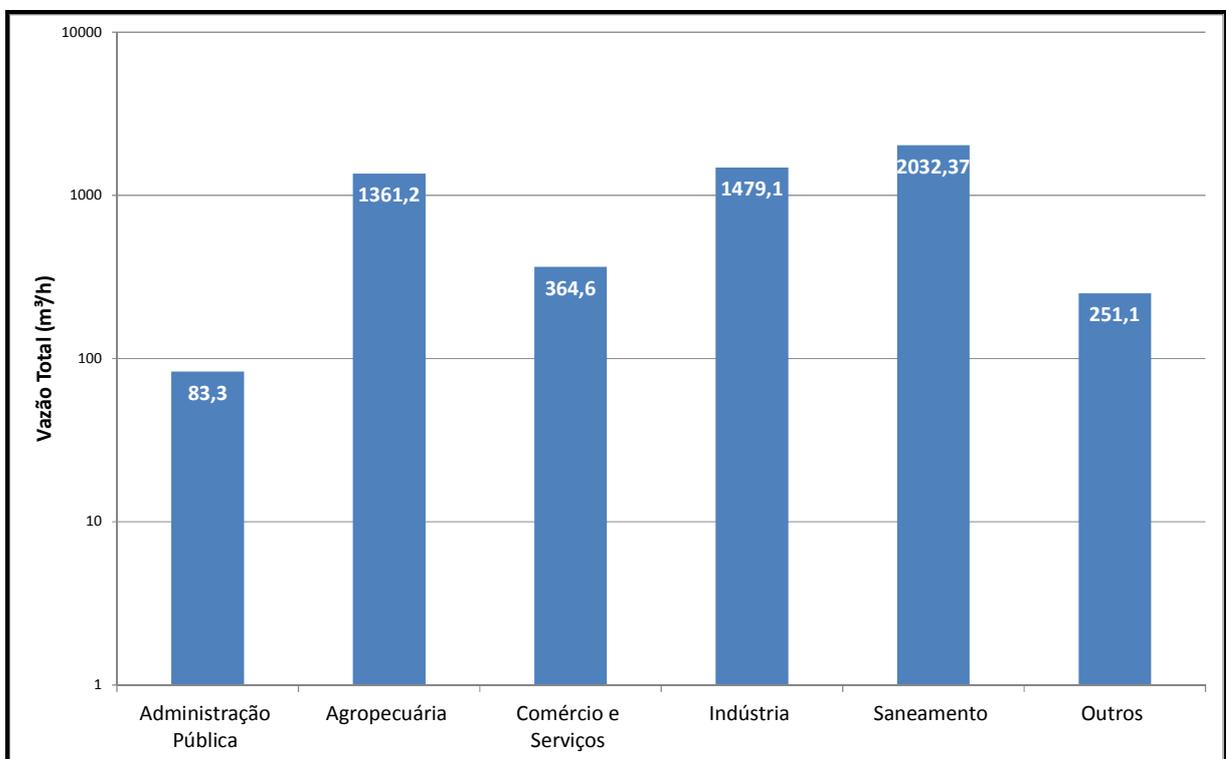


Figura 81 - Resumo de outorgas por tipo para os municípios banhados pelo rio Goio-Erê.

O mapa 24, no Anexo III, apresenta a localização das outorgas de captação de água na All do empreendimento. A base de dados para elaboração do mapeamento foi obtida através do Cadastro de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piquiri (outorgas por município) disponibilizada pelo Instituto das Águas do Paraná, em 2011 (Anexo V).

5.1.3.1.7. Identificação das Estruturas Hidráulicas da Bacia

Na bacia do rio Goio-Erê existem outros cinco empreendimentos inventariados, além da PCH Água Limpa, sendo eles: PCH Água Espreada, no km 46, com a casa de força com potência instalada de 7,4 MW; PCH Água Tranquila, no km 82, com potência instalada de 4,2 MW; PCH Água Tremida, no km 99, com a casa de força com potência instalada total de 11,7 MW; PCH Água Clara, no km 119, casa de força com potência instalada de 10,9 MW, e PCH Água Nova, localizada no km 139, com potência instalada de 7,4 MW,

No item 2.2.4 deste EIA, referente à descrição do histórico do empreendimento, foi indicada através de mapeamento a localização dos projetos de PCHs identificados para a bacia do rio Goio-Erê, bem como em tabela no mesmo item apresentou-se a situação atual de cada um dos projetos de PCHs.

5.1.3.2. Sedimentologia

Os estudos sedimentológicos visam estimar a vazão sólida de sedimentos do rio Goio-Erê, bem como estimar a capacidade do reservatório da PCH em reter esses sedimentos, que levam à diminuição da vida útil de operação do empreendimento.

Foram levantados os dados disponíveis de concentração de material particulado em suspensão (MPS) na coluna d'água nas estações hidrológicas da bacia hidrográfica. As duas estações (Fazenda Uberaba e Balsa do Goio-Erê) possuem dados de MPS. Foram utilizados monitoramentos executados entre 1982 e 2001, totalizando 29 medições para Balsa do Goio-Erê e 61 para Fazenda Uberaba.

Para o cálculo das descargas sólidas foi adotado o método de Colby simplificado. Construiu-se uma curva-chave de para obtenção da vazão sólida a partir da vazão líquida. A figura 82 apresenta tal curva chave.

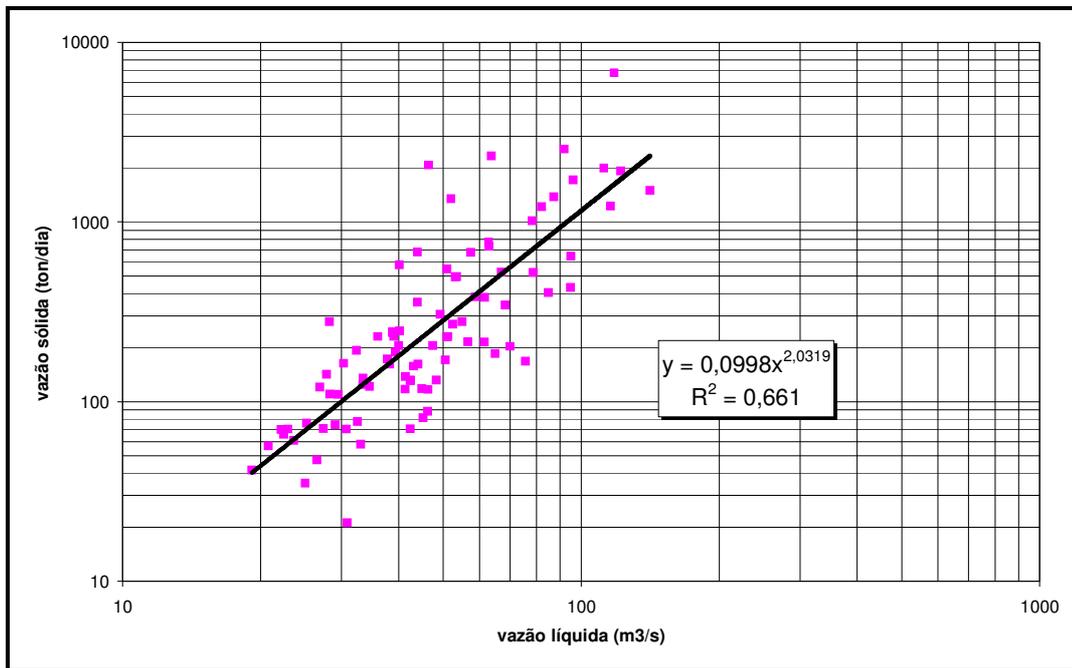


Figura 82 - Curva-chave de vazão sólida x vazão líquida para a PCH Água Limpa.

A aplicação deste método resultou na seguinte equação para transporte sólido:

$$Q_L = 0,0998 \times Q_s^{2,0319}$$

onde Q_L é a descarga líquida, em m^3/s e Q_s é a descarga sólida em ton/dia.

A eficiência de retenção de sedimentos (ER) foi calculada a partir da capacidade de afluência e da curva de Brune. No caso do reservatório de PCH Água Limpa, a capacidade de afluência foi estimada em 0,0087. Este valor foi considerado como constante (a favor da segurança), quando na realidade a eficiência de retenção do reservatório diminui com o tempo. A eficiência de retenção da PCH Água Limpa determinada pela curva de Brune é de aproximadamente 39%.

A partir da descarga sólida total de longo período (Q_{st}) determinou-se o deflúvio sólido total anual, acrescido de 50% como uma prevenção contra erros de estimativa e para contemplar um possível aumento da produção de sedimentos na bacia, resultando num valor de 183.996 ton/ano.

Sendo assim, considerando a produção total de sedimentos e a ER, chegou-se ao valor de 71.747 ton/ano retidas no reservatório. Considerando o peso específico dos sedimentos e o volume total do reservatório, conclui-se que são necessários 103 anos para que o assoreamento atinja a cota de operação da PCH.

A estimativa de volume do reservatório foi realizada para a cota 310,00 m, correspondente à elevação do canal de adução.

A tabela 40 mostra os dados que foram considerados no cálculo da vida útil do reservatório.

Tabela 40 - Dados utilizados no cálculo de vida útil do reservatório.

Dado	Valor
Volume afluyente médio normal	1.719 hm ³
Descarga sólida média de longo período	336 ton/dia
Peso específico dos sedimentos	1,095 ton/m ³
Volume do reservatório na elevação de fundo do canal de adução (310 m)	2,51 hm ³
Eficiência de Retenção	39%
Volume de sedimentos retidos no reservatório durante um ano	65.515 m ³
Tempo de assoreamento para a cota 310 m	103 anos

5.1.3.3. Águas Subterrâneas

A área de influência indireta do empreendimento possui ao longo de sua extensão três aquíferos que apresentam, na AII, comportamento livre: aquífero freático local, Serra Geral, Caiuá e aquífero aluvionar. Como aquífero confinado destaca-se o Guarani e o Serra Geral na porção norte da AID.

Na sequência são descritos cada um dos sistemas identificados na AII do empreendimento. O mapa com a área de abrangência de cada unidade é apresentado no Anexo III (mapa 09).

5.1.3.3.1. Aquífero Serra Geral

Em escala regional, as rochas vulcânicas da formação Serra Geral possuem caráter de aquífero livre. Contudo existem porções em que o grupo Bauru está sotoposto ao Serra Geral, o que atribui um comportamento de aquífero confinado. Na região avaliada é denominado de aquífero Serra Geral Norte (SUDERHSA, 2005).

O sistema aquífero Serra Geral, pelas suas características litológicas, constitui-se em um meio hidrogeológico heterogêneo e anisotrópico. Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de discontinuidades das rochas, sendo a vazão obtida em cada poço tubular, relacionada ao número e a condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

Guidicini e Campos (1968), estudando detalhadamente a morfologia dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, propuseram um modelo de variação de textura e estruturas para um derrame típico.. Nele, podem ser distinguidas três compartimentações:

1. Porção superior de derrame: Onde ocorrem as estruturas vesiculares e/ou amigdaloidais apresentando-se em diâmetros variáveis. Essas estruturas são produzidas a partir da segregação da porção volátil do magma, podendo coalescer em níveis próximos ao topo do derrame devido ao resfriamento mais rápido, pelo contato com a atmosfera. Nesta porção encontra-se presente, também, intenso diaclasamento horizontal, o qual é explicado pelo efeito da contração do corpo rochoso pela perda de calor e/ou alívio de pressão litostática. O efeito de corridas laminares sucessivas de lavas também pode produzir um pseudo-diaclasamento.

2. Porção central de derrame: Nesta porção do derrame a rocha é maciça e exhibe texturas afaníticas a microcristalinas. Possui diaclasamento

predominantemente vertical em virtude do resfriamento lento das lavas por isotermas ascendentes.

3. Porção inferior de derrame: Zona de rocha normalmente vítrea, com espessuras não muito pronunciadas que, a exemplo da porção de topo do derrame, apresenta-se com diaclasamento preferencialmente horizontal. Esta porção representa a soleira do derrame cujo resfriamento procedeu-se de maneira rápida, devido ao contato com o embasamento. Pode se apresentar brechada e ainda sobrepor-se a sedimentos arenosos intertrapianos.

Nas porções superiores e inferiores dos derrames vulcânicos haverá fluxo de água, preferencialmente, na direção areal horizontal, enquanto que, nas porções centrais ocorrerão fluxos verticais descendentes. Quando esse conjunto apresenta-se intemperizado, nas proximidades da superfície do relevo local atual (o que normalmente ocorre), esse manto intempérico (ou manto de alteração) exerce a dupla função de armazenar e transmitir água pluvial para o meio fraturado, como também promover a surgência de água subterrânea, mantendo o fluxo das fontes alimentadoras das drenagens. A recarga é na porção aflorante é realizada através da precipitação meteórica.

De acordo com o banco de dados hidrogeológico do Instituto de Águas do Paraná, as águas desta unidade são classificadas como bicarbonatadas-sódicas, com conteúdo médio de sólidos totais dissolvidos de 145 mg/L (ppm). A profundidade média é de 120 metros e 130 metros e vazão média de 18 m³/hora e 10 m³/hora.

5.1.3.3.2. Aquífero Caiuá

Compreende litologias do Grupo Bauru (Formação Caiuá). Admite-se um potencial hidrogeológico de 4,2 L/s/ km² para esta unidade. Os cerca de 840 poços tubulares cadastrados no Banco de Dados Hidrogeológicos da SUDERHSA apresentam profundidade média 110 metros e vazão média de 18 m³/hora. Cerca de

80 % do abastecimento público da região de abrangência do aquífero Caiuá é feito através de água subterrânea. A recarga é realizada através da precipitação na área aflorante e por fluxo vertical através de descontinuidades com o aquífero Guarani e Serra Geral.

De acordo com a distribuição iônica média, admite-se classificar as águas subterrâneas da unidade Caiuá como sendo bicarbonatadas cálcicas, apresentando média de 77 mg/L (ppm) de Sólidos Totais Dissolvidos.

Essas unidades sedimentares apresentam características litológicas relativamente homogêneas, sem grandes quantidades de argilas compactas (Celligoi, 2000), oferecendo condições para que o Aquífero Caiuá seja um aquífero livre.

5.1.3.3.3. Aquífero Aluvionar

Constitui um aquífero freático formado por depósito sedimentar aluvionar, distribuídos pelas várzeas do rio Goio-Erê. Este aquífero é representado pelas camadas de areias e de cascalhos existentes na calha dos rios. A recarga é realizada através da precipitação na área aflorante.

5.1.3.3.4. Aquíferos Confinados

O aquífero de maior importância que se encontra confinado na região avaliada é o denominado aquífero Guarani.

✓ **Aquífero Guarani**

O aquífero Guarani no Estado do Paraná é constituído pela unidade Botucatu e Pirambóia referido como sendo o conjunto de estratos eólicos e flúvio-lacustres que se encontram sotopostos aos basaltos da formação Serra Geral e Grupo Bauru/ Caiuá. Pela quantidade de água que esta unidade é capaz de fornecer

tem sido considerado o aquífero gigante do MERCOSUL. Possui uma estruturação em conjunto com intrusões de rochas básicas e intermediárias que mostram que o Guarani é, na verdade, constituído por uma série de reservatórios, ora com os arenitos em contato lateral com os basaltos da Formação Serra Geral, ora com os argilitos da Formação Rio do Rastro. Os poços perfurados neste aquífero são capazes de abastecer grandes comunidades, com vazão variando de 50 m³/h a 500 m³/h. A água é classificada como bicarbonatada sódica, bicarbonatada potássica ou mista e até mesmo água sulfatada. Acredita-se que a espessura desta unidade na região é da ordem de 600 m. A recarga é realizada através da precipitação na área aflorante e através do fluxo aquoso vertical com aquífero Serra Geral.

5.1.3.3.5. Aquífero Freático

As sondagens a trado executadas não atingiram o nível freático. Já, as sondagens rotativas 01, 07, 06, 09 e 11 executadas pela PROGEO em 2002, foi observada o nível d'água entre 4,2 e 14 m de profundidade. Não foram observados poços cacimbas na AID do empreendimento. A recarga é realizada através da precipitação na área aflorante.

5.1.3.3.6. Influência do Reservatório sobre a Hidrodinâmica do Fluxo Subterrâneo na AID

A água subterrânea está em constante movimentação, partindo de áreas de recarga para áreas de descarga, que neste caso é atribuído ao rio Goio-Erê e seus afluentes.

A influência hidrodinâmica do reservatório sobre aquífero freático define um novo regime hídrico e carga hidráulica. Na área de descarga do nível freático as condições de fluxo horizontal não estão presentes, isso significa que ocorre fluxo predominantemente vertical. O fluxo horizontal é restrito a mudanças de declividade.

A formação do reservatório altera o tempo de residência da água nos aquíferos. Esta alteração é significativa no nível freático. Enquanto, que nos aquíferos Serra Geral e Guarani, não deverão sofrer alterações desta ordem. Estes aquíferos encontram-se sob grandes pressões. A água que é liberada desta unidade através de um poço tubular profundo é proveniente da compressão do aquífero em sentido a superfície. O valor do coeficiente de armazenamento específico, no caso do aquífero Serra Geral, poderá ter alterações não significativas tendo em vista a grande extensão, heterogeneidade e anisotropia desta unidade. Já o aquífero Guarani, que neste caso é muito profundo e confinado não terá influência.

5.1.3.3.7. Fontes de Contaminação dos Aquíferos

As potenciais fontes de contaminação localizadas na região estão inseridas na AII da PCH Água Limpa. No município de Alto Piquiri o efluente doméstico da cidade, após tratamento, é despejado no rio Taquara. Em Mariluz, o esgoto sanitário é despejado no córrego Gavião após o tratamento. No município de Araruna, além do lançamento de esgoto sanitário, despejado no rio Claro, o qual possui sua nascente inserida próxima a área de influência direta do empreendimento existe o lançamento de efluentes industriais provenientes de 12 agroindústrias de farinha de mandioca. Em Umuarama, o efluente doméstico é enviado a uma estação de tratamento de esgoto inserida na área de influência direta do empreendimento, onde aproximadamente 80% da população do município é atendida e 100% do esgoto coletado é tratado. O efluente proveniente desta estação de tratamento é lançado no córrego Pinhalzinho Segundo, que possui confluência com o rio Goio-Erê a nordeste do empreendimento, a cerca de 12 km da porção de montante do reservatório. Já, na AID, não foram observados lançamentos de efluentes.

Com as informações acima levantadas verifica-se que parte dos corpos hídricos em que são lançados efluentes constitui fontes em potencial de contaminação. O aquífero com maior suscetibilidade a este tipo de contaminação é o freático, pois possui conexão direta com os corpos hídricos superficiais. A porção

livre da unidade Serra Geral possui suscetibilidade é maior que a porção confinada. Já os aquíferos confinados têm como fonte potencial de contaminação os poços tubulares profundos mal construídos, clandestinos ou não tamponados. O uso indiscriminado de defensivos agrícolas por parte do agricultores locais também podem tornar-se fontes potenciais de contaminação.

Portanto, na AID, as principais fontes de contaminação se restringiram a uso indiscriminado de defensivos agrícolas. Já na AII, as principais fontes potenciais constituem lançamento de efluentes e esgotos.

5.1.3.4. Qualidade da Água

A avaliação da qualidade da água superficial da bacia do rio Goio-Erê, inserida na bacia do rio Piquiri, constitui em uma referência prévia a qualquer intervenção em função da implantação do empreendimento, além disso, permite identificar futuras alterações na qualidade da água gerada tanto por fatores naturais, como relacionadas à implantação e operação da PCH.

O diagnóstico das demandas e disponibilidades hídricas superficiais das bacias hidrográficas do Estado do Paraná foi elaborado pelo Instituto de Águas do Paraná (2010), e apresenta a compilação das informações qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos das sub-bacias do estado, sendo denominado Plano Estadual de Recursos hídricos.

Segundo este plano, a bacia do rio Piquiri apresenta uma população de 418.181 mil habitantes em área urbana e 191.292 mil habitantes em área rural, totalizando 609.473 mil habitantes, inseridos em uma área de 24.171,7 km². Do total de habitantes existentes na bacia 99% é atendido pelo sistema público de abastecimento de água e apenas 43,01% do total de esgoto gerado na bacia, é coletado e tratado.

Segundo Martinetti *et. al.* (2007), a falta de saneamento é uma das principais causas de insalubridade e degradação ambiental, caracterizando-se pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, demandando estudos acerca do tema para melhoria da qualidade de vida da população.

A bacia do rio Piquiri apresenta índices de tratamento e lançamento de efluente conforme tabela a seguir:

Tabela 41 – Cargas poluidoras da bacia do Piquiri.

Setor	Efluentes Produzidos (l/s)	% Coleta em rede (l/s)	% Tratamento na ETE (l/s)	Cargas poluidoras em (DBO- TON/ano)
Urbano	463,55	43,01	43,01	8.238,84
Rural	36,02	0	0	2.271,62
Industrial	522,64	0	97,23	732,85
Agricultura	3,21	0	0	0
Pecuária	65,07	0	0	32.456,62
Mineração	0	0	0	0

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2010.

A partir destes dados é possível perceber que na bacia do Piquiri ocorre um acelerado e desordenado processo de crescimento populacional, gerando sobrecarga nos sistemas de tratamento de esgoto. Assim, até que toda a população receba saneamento básico adequado, a qualidade da água desses corpos hídricos continuará sendo alterada pelo lançamento clandestino de esgoto doméstico.

Com relação aos demais setores geradores de efluentes, apenas o Industrial possui tratamento individual e diferenciado em relação ao esgoto doméstico, e associado aos setores Rural e principalmente ao de Pecuária são responsáveis pela geração de grande carga poluidora, afetando diretamente a qualidade da água dos corpos hídricos receptores.

Através da rede de monitoramento operada pela Águas Paraná (SUDERHSA), foi calculado para a bacia do rio Goio-Erê, o Índice de Qualidade das Águas (IQA), obtido, pelo produto ponderado da qualidade de água correspondente aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

Segundo Águas Paraná a qualidade da água do rio Goio-Erê antes da confluência com o rio Piquiri, no trecho 01, apresentou IQA com qualidade razoável em 2010, devido às elevadas concentrações de coliformes e fósforo.

No trecho 2, localizado no rio Piquiri antes da confluência com o rio Goio-Erê foram identificados altos índices de coliformes, $DBO_{5,20}$ e fósforo, gerados principalmente pela falta de sistemas de tratamento de esgoto sanitário, levando a população a lançar o esgoto *in natura* diretamente nos corpos hídricos.

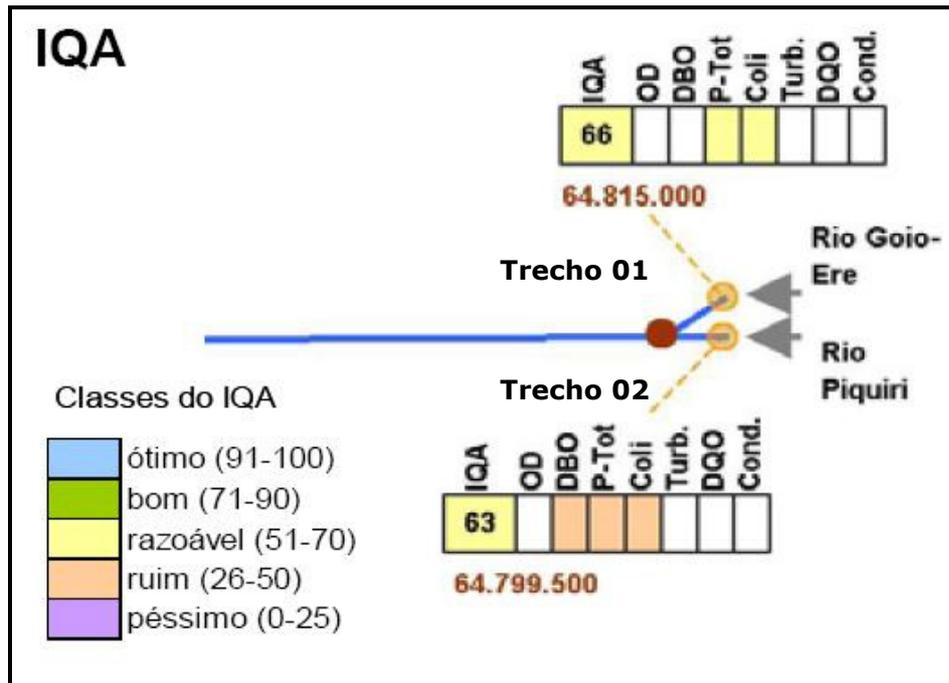


Figura 83 - Localização dos pontos de amostragem do rio Piquiri e rio Goio-Erê e seus respectivos IQA.

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2010.

Em geral, a maior parte das amostras analisadas pela Águas Paraná para o rio Piquiri apresentaram resultados de IQA classificados como razoável. As alterações na qualidade da água do rio Piquiri e seu afluente da margem direita o rio Goio-Erê podem ser evidenciadas pelo aumento do desenvolvimento das agroindústrias, crescimento demográfico e uso do solo de maneira desordenada, aliados a falta de sistemas de tratamento de esgoto sanitário.

Os corpos hídricos pertencentes à bacia do rio Piquiri, de acordo com a Portaria da SUREHMA n° 017/1991, possuem enquadramento classe 2, exceto os corpos hídricos utilizados como mananciais de abastecimento público com até 50

km² de área, os quais são enquadrados na classe 1. Exemplos disso são o rio Barbosa e arroio sem identificação (manancial de abastecimento), localizados no município de Alto Piquiri; o rio Novaes, localizado no município de Braganey e Bragantina; o rio Campo Bonito localizado no município de Campo Bonito; o córrego Uritaí, localizado no município de Cruzeiro do Oeste; o rio Fivela, localizado no município de Guaraniaçu; o rio Palmitalzinho, localizado no município de Palmital; e o arroio Água Grande, localizado no município de Ubitatã.

5.1.3.4.1. Fontes poluidoras da área de influência indireta

Dentre os recursos naturais existentes no planeta a água é o mais importante, pois é indispensável à manutenção da vida. Sendo assim, segundo Paiva (2001), a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos atua como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade. Atender a essa demanda constitui-se, assim, em um dos maiores desafios do homem na atualidade, devido à escassez crescente e ao comprometimento da qualidade das águas.

Os dados referentes à outorga de lançamento de efluentes previamente tratados ou sem tratamento, solicitados ao Instituto de Águas do Paraná, não foram disponibilizados por falhas no sistema de controle de outorgas deste órgão. Sendo assim, a identificação das fontes poluidoras da bacia do rio Goio-Erê foi realizada com base em dados bibliográficos, imagens do Google Earth e cartas do IBGE e Ministério do Exército (1:50.000), sendo as mais significativas apresentadas a seguir. Para avaliação destas fontes levou-se em consideração a localização dos grandes centros urbanos e áreas industriais, e suas relações com os corpos hídricos existentes na bacia.

Cabe ressaltar, que foram consideradas também, algumas fontes poluidoras localizadas fora da bacia do rio Goio-Erê, mas inseridas nos municípios que fazem parte da AID e All do empreendimento.

No município de Alto Piquiri o efluente doméstico da cidade, após tratamento, é despejado no rio Taquara, no entanto, este corpo hídrico está inserido fora da área de influência direta do empreendimento e não apresenta suscetibilidade a impactar a área de implantação da PCH. A localização da ETE em relação à área de influência direta pode ser observada na figura a seguir.



Figura 84 – Localização da ETE do município de Alto Piquiri em relação à área de influência indireta (AII) do empreendimento.

O mesmo ocorre no município de Mariluz, que lança o esgoto sanitário no córrego Gavião, não contribuindo efetivamente para a poluição hídrica da área de influência direta do empreendimento, conforme apresentado na figura a seguir.

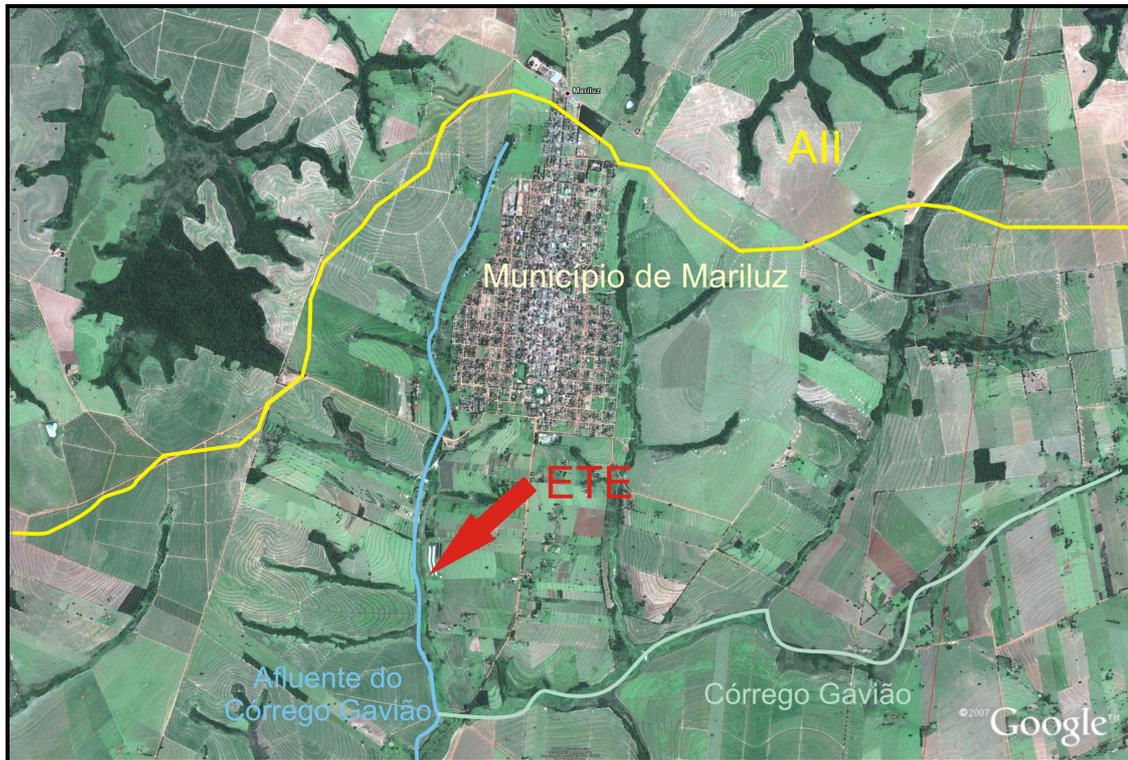


Figura 85 – Localização da ETE do município de Mariluz em relação a área de influência indireta (All) do empreendimento.

No município de Araruna, além do lançamento de esgoto sanitário, existe o lançamento de efluentes industriais provenientes de 12 agroindústrias de farinha de mandioca. O esgoto sanitário do município é tratado e despejado no rio Claro, que possui sua nascente inserida próxima a área de influência direta do empreendimento.

Segundo Campos *et. al.*(2006), o segmento industrial da mandioca opera processos geradores de subprodutos com elevadas cargas orgânicas e grandes vazões. Por exemplo, uma indústria que processa 1 ton. de mandioca, é capaz de gerar aproximadamente 11 mil litros de água residuária com grande potencial poluidor. Entretanto, através da avaliação das imagens de satélite, é possível perceber que estas indústrias, em sua maioria, estão localizadas fora da área de influência indireta do empreendimento, não apresentando relevância quanto à poluição da água dos corpos hídricos inseridos na bacia do rio Goio-Erê.

Em Umuarama, o efluente doméstico é enviado a uma estação de tratamento de esgoto inserida na área de influência direta do empreendimento, onde aproximadamente 80% da população do município é atendida e 100% do esgoto coletado é tratado. O efluente proveniente desta estação de tratamento é lançado no córrego Pinhalzinho Segundo, que possui confluência com o rio Goio-Erê a nordeste do empreendimento, a aproximadamente 12 km da porção de montante do reservatório. Devido à crescente e desordenada ocupação urbana e industrial localizada às margens do córrego Pinhalzinho Segundo, sua bacia vem apresentando alguns problemas ambientais, como a descaracterização da vegetação da mata ciliar, o lançamento de esgoto e efluentes industriais “*in natura*”, a deposição de resíduos sólidos urbanos e lixiviação de defensivos agrícolas. Entretanto, segundo Villa (2010), que analisou os parâmetros físico-químicos da água deste corpo hídrico durante dois anos e identificou suas principais fontes poluidoras, a qualidade da água é regular, pois apresenta índices de Fe e Mn acima dos padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA n° 357/2005. A alta concentração deste minerais ocorre devido a composição do solo e pelo lançamento de efluentes industriais. Na figura a seguir é apresentada a localização da ETE Pinhalzinho.



Figura 86 – Localização da ETE do município de Umuarama.

De uma maneira geral nota-se que a maior parte da poluição hídrica da bacia provém dos lançamentos clandestinos de esgoto doméstico e pelo escoamento superficial dos defensivos agrícolas. Neste sentido, conclui-se que a melhora da qualidade da água só será efetiva se medidas de gestão dos recursos hídricos forem adotadas, como por exemplo, a ampliação das estações de tratamento de esgoto dos municípios e a implantação de ações que minimizem a quantidade de defensivos agrícolas aplicados no solo.

5.1.3.4.2. Qualidade da água dos mananciais de abastecimento público da bacia do Piquiri

Os mananciais são fontes de captação de água superficial ou subterrânea para abastecimento e consumo da população, indústria e agricultura. Embora o Estado do Paraná possua uma região rica em recursos hídricos, a qualidade das águas encontra-se bastante comprometida, principalmente nos mananciais superficiais, destinados para o abastecimento público, localizados próximos aos grandes centros urbanos.

Esta crescente degradação ocorre principalmente em função de lançamentos de efluentes domésticos, agrícolas e industriais sem tratamento adequado. Além disso, a descaracterização da área de preservação permanente, ocasionada pelo uso irregular do solo, contribui para alteração da qualidade da água.

Assim, com o objetivo de avaliar a condição geral da qualidade da água dos corpos hídricos localizados na bacia do rio Goio-Erê, foi realizado um levantamento de dados através do cadastro de outorgas de captação de água superficial da Águas Paraná e cartas do Ministério do Exército (1:50.000), dos principais mananciais de abastecimento público desta bacia. Os dados foram disponibilizados por município da bacia do rio Piquiri, na qual se insere a bacia do rio Goio-Erê.

No município de Assis Chateaubriand, a captação de água para abastecimento público é realizada no rio Alívio, que possui confluência com o rio Verde afluente do rio Piquiri. A qualidade da água deste corpo hídrico segundo análises realizadas pela Águas Paraná, no período de 1995 a 2001, é considerada boa.



Figura 87 – Localização do ponto de captação de água do município de Assis Chateaubriand.

Até o começo deste ano (2011), os mananciais de abastecimento público do município de Guaraniáçu eram o rio Fivela, que possui confluência com um dos afluentes da margem esquerda do rio Piquiri e o rio Baú. Mas, devido à degradação gerada na bacia, a água se tornou muito poluída, tornando-se inviável sua captação. Com o objetivo de solucionar esta questão, a SANEPAR perfurou um poço artesiano com 354 m de profundidade e capacidade de atender a população por aproximadamente 10 anos.

No município de Iporã, o rio Xambrê é utilizado como manancial de abastecimento público da cidade. Este corpo hídrico possui sua foz no rio Piquiri, e

devido a práticas de agricultura intensa, a vegetação de sua área de preservação permanente encontra-se parcialmente descaracterizada e seu leito apresenta indícios de assoreamentos. No entanto, apesar da frequente degradação que este corpo hídrico vem sofrendo, segundo Águas Paraná apresenta qualidade de água classificada como boa.



Figura 88 – Localização do ponto de captação de água do município de Iporã no rio Xambre.

O uso do solo no entorno do arroio Água Grande manancial de abastecimento público do município de Ubitatã é predominantemente agrícola. Os impactos ambientais gerados por esta prática são atribuídos principalmente pela descaracterização da vegetação na área de preservação permanente, que deixa o corpo hídrico mais vulnerável a alteração na qualidade da água e podendo ainda iniciar processos erosivos e de assoreamentos.

Dentre os municípios inseridos na área de influência indireta do empreendimento, apenas Alto Piquiri e Cruzeiro do Oeste possuem captação

superficial para abastecimento público, os demais municípios utilizam poços e minas para suprir a demanda de água para o abastecimento das cidades.

No município de Alto Piquiri, a captação para abastecimento público é realizada no córrego Barbosa e em um afluente do rio Jacaré, no entanto inseridos fora dos limites da área de influência indireta do empreendimento, conforme apresentado na figura 89.



Figura 89 – Localização do ponto de captação de água do município de Alto Piquiri em relação à AII do empreendimento.

No município de Cruzeiro do Oeste, a captação para abastecimento público é realizada nos córregos Uritaí e Manapurí, inseridos na área de influência indireta do empreendimento. Estes corpos hídricos possuem confluência com o rio da Areia, afluente direto do rio Goio-Erê, como pode ser observado na figura 90.



Figura 90 – Localização do ponto de captação de água do município de Cruzeiro do Oeste.

De uma maneira geral, todos os mananciais de abastecimento público localizados na bacia do rio Piquiri e sub-bacia do rio Goio-Erê estão em processo de degradação, principalmente pelo uso desordenado do solo, nos locais próximos às áreas de mananciais. Para reduzir estes impactos sobre a qualidade da água seria necessário o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, como planejamento urbano sustentável, adequado à capacidade natural do corpo hídrico.

Segundo Santos (1998), no Estado do Paraná, algumas iniciativas já existiram no sentido de se tratar das questões de recuperação e/ou conservação de mananciais, mas por dificuldades de articulação entre instituições ou de recursos financeiros, não foram levadas a termo.

No entanto, procurando resolver esta questão a SANEPAR, desde o ano de 1999, executa o Programa de Conservação de Mananciais, que possui como

objetivos definir critérios para o planejamento de uso e ocupação do solo urbano em áreas de mananciais e investir em projetos de recuperação e conservação dos mananciais através de alternativas econômicas sustentáveis.

5.1.3.4.3. Avaliação de dados primários de qualidade da água

A definição dos pontos de amostragem no estudo da PCH Água Limpa levou em consideração as áreas mais sensíveis localizadas no contorno do reservatório, como os afluentes da margem direita, rio Azul e ribeirão Pinhalzinho, que serão afetados pelo reservatório, e áreas a jusante e montante do barramento. A distribuição destes pontos de amostragem é representada na figura 91 e no mapa de pontos de campo (mapa 25, Anexo III). A relação dos pontos com suas respectivas coordenadas são apresentadas na tabela 42.

Tabela 42 – Indicação dos pontos de coleta de águas superficiais.

Ponto de coleta n°	Nome do corpo hídrico	Coordenadas (UTM)	
		Longitude	Latitude
01	Rio Goio-Erê	263756	7329923
02	Rio Goio-Erê	263696	7330117
03	Rio Azul	263860	7334145
04	Rio Goio-Erê	265765	7335493
05	Rio Pinhalzinho	267811	7345439
06	Rio Goio-Erê	269931	7343936

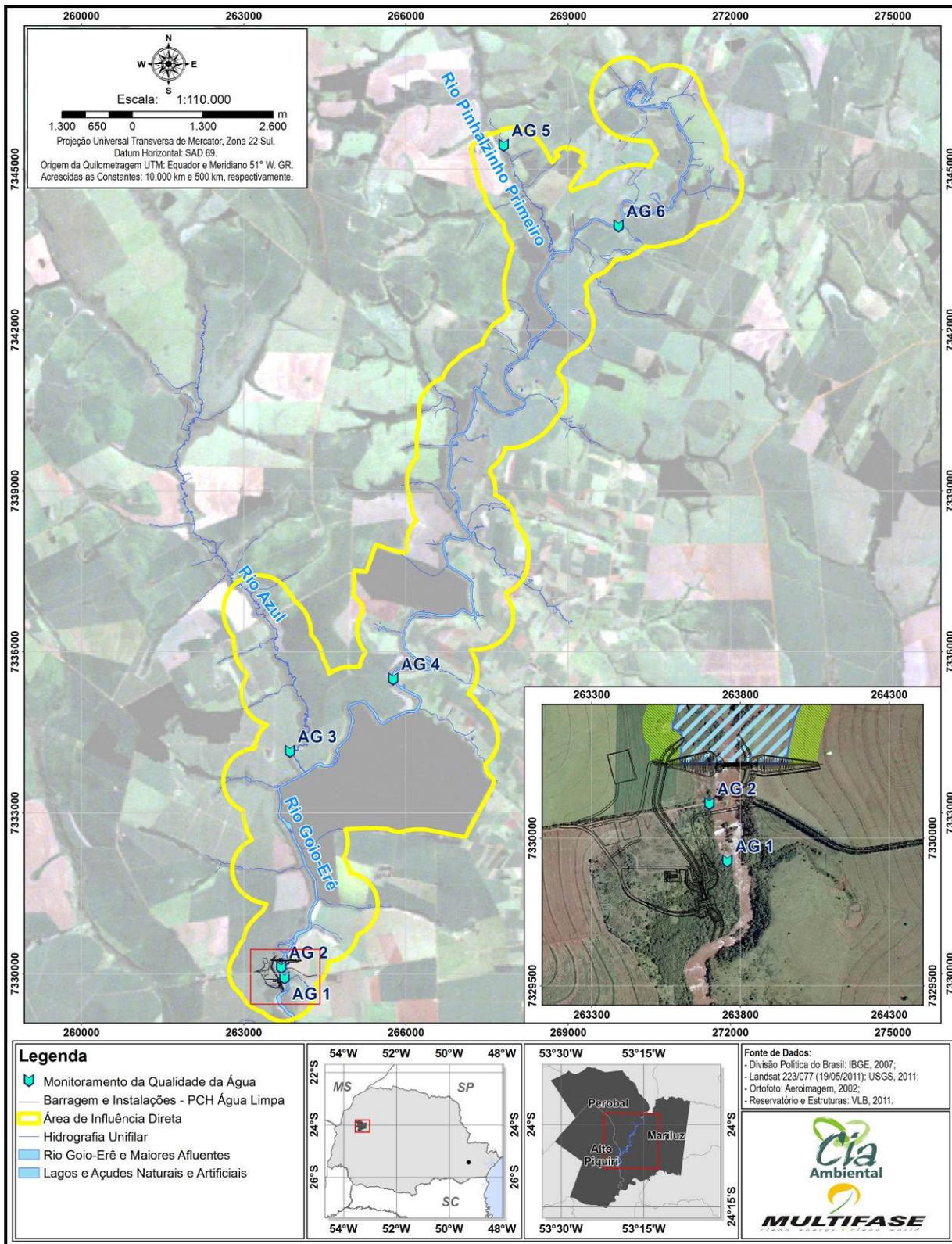


Figura 91 – Pontos de amostragem da água.

A construção de barragens gera sempre alterações ambientais, tanto positivas como negativas. Neste sentido, a análise das águas superficiais é essencial e constitui-se em uma referência para a elaboração de um gerenciamento aprimorado dos recursos hídricos, auxiliando na detecção de eventuais alterações naturais ou decorrentes do empreendimento.

Metodologia

Os trabalhos de campo foram realizados entre os dias 14 e 15 de julho de 2011, entre os municípios de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal, onde foram coletadas amostras de água, em 06 pontos, localizados na área de influência direta do empreendimento. Foram realizados os registros das coordenadas e os registros fotográficos de cada ponto, com o objetivo de auxiliar na elaboração do mapeamento e caracterização da paisagem do entorno.

A coleta das amostras ocorreu com apoio de bailer plástico (coletor de água), pois os locais de coleta eram de difícil acesso, posteriormente estas amostras foram transferidas para recipientes de 1,5 L, 500 mL e frascos de 100 mL. Os frascos e o bailer foram devidamente higienizados e ambientados com a água do próprio ponto de coleta. Os recipientes contendo as amostras permaneceram acondicionados em caixas térmicas com gelo comercial até a realização das análises laboratoriais pelo TECLAB, instalado em São José dos Pinhais – PR, de modo a garantir a manutenção de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

As análises da qualidade das águas dos corpos hídricos localizados na área de influência direta do empreendimento priorizam os métodos padrões no AWWA-APHA-WPCI Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e nos physical/chemical methods da Environmental Protection Agency – EPA, com os seguintes parâmetros: condutividade (VS/cm), temperatura (°C), cor, turbidez, sólidos dissolvidos totais (mg/L), sólidos suspensos totais (mg/L), sólidos totais (mg/L), oxigênio dissolvido (OD) (mg/L), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), pH, nitrogênio total (mg/L), fósforo total

(mg/L), nitritos (mg/L), nitratos (mg/L), nitrogênio amoniacal (mg/L), nitrogênio orgânico (mg/L), coliformes termotolerantes - E. coli (UFC/100ml), coliformes fecais (UFC/100ml), coliformes totais (UFC/100ml), potássio (mg/L), dureza total (mg/L), óleos e graxas totais (mg/L), óleos e graxas minerais (mg/L), óleos e graxas vegetais/animais (mg/L), cor (mg/L), clorofila - A ($\mu\text{g/L}$).

Os parâmetros registrados *in situ* foram: pH, condutividade e temperatura da água, através da utilização do pHmetro combo modelo HI 98129 HANNA (medidor digital); turbidez, com o turbidímetro portátil modelo HI 98703; e oxigênio dissolvido (OD), com medidor modelo HI 9146 HANNA. A aferição do medidor de OD foi realizada previamente às medições, empregando as relações do oxigênio atmosférico.

Os resultados destas medições foram registrados em ficha de coleta e encaminhados ao laboratório conjuntamente às amostras.

Descrição dos pontos de amostragem

Ponto 01 - Rio Goio-Erê (UTM 263756, 7329923)

Ponto de amostragem localizado na margem direita do rio Goio-Erê, em área a jusante do barramento. Seu curso é caracterizado por apresentar corredeiras e uma queda d'água. A água apresenta aspecto visual turvo, no entanto, sem odor evidente. Sua margem possui vegetação de mata ciliar em estágio médio de regeneração com aproximadamente 100 m de largura em ambos os lados. O uso do solo no entorno é caracterizado pela prática de agricultura com cultivo de milho.



Figura 92 - Registro fotográfico do ponto de amostragem 01, com queda d' água ao fundo.

Ponto 02 - Rio Goio-Erê (UTM 263696, 7330117)

Ponto de amostragem localizado na margem direita do rio Goio-Erê, na área de construção do barramento da PCH Água Limpa. Apresenta área de preservação permanente descaracterizada, com predomínio de vegetação de gramínea. Nesta área existe ainda uma estrada, que servia de acesso a uma antiga ponte, que foi destruída há alguns anos, restando somente seus vestígios sobre o leito do corpo hídrico. A água neste local apresenta aspecto visual turvo, com óleos e graxas visualmente presentes, provenientes de um dreno localizado na antiga base da ponte. O uso do solo no entorno é caracterizado pelo cultivo de milho.



Figura 93 - Registro fotográfico do ponto de amostragem 02, com vestígios da ponte e dreno localizado na antiga base da ponte.

Ponto 03 – Rio Azul (UTM 263860, 7334145)

Ponto de amostragem localizado sob ponte no rio Azul, afluente do rio Goio-Erê, na área do reservatório. Este corpo hídrico apresenta vegetação da área de preservação permanente em estágio inicial de regeneração, com predomínio de gramíneas. O uso do solo no entorno é agrícola caracterizado pelo plantio de milho e vastas áreas de pastagens.



Figura 94 - Registro fotográfico do ponto de amostragem 03, com área de preservação permanente descaracterizada.

Ponto 04 - Rio Goio-Erê (UTM 265765, 7335493)

Ponto de amostragem localizado na margem direita do rio Goio-Erê, na área do reservatório. Apresenta água com aspecto visual turvo e curso com corredeiras. A vegetação da área de preservação permanente está parcialmente descaracterizada na margem direita (estágio inicial de regeneração) e totalmente descaracterizada na margem esquerda. O uso do solo no entorno é caracterizado pelo cultivo de milho.



Figura 95 - Registro fotográfico do ponto de amostragem 04, com água de aspecto turvo.

Ponto 05 - Rio Pinhalzinho (UTM 267811, 7345439)

Ponto de amostragem localizado no rio Pinhalzinho, afluente da margem direita do rio Goio-Erê, localizado a montante do reservatório. Apresenta margens com solo arenoso e vegetação da área de preservação permanente em estágio inicial de regeneração. O entorno é caracterizado pela prática de agricultura e pecuária.



Figura 96 – Registro fotográfico do ponto de amostragem 5, com vegetação da área de preservação permanente descaracterizada.

Ponto 06 - Rio Goio-Erê (UTM 269931, 7343936)

Ponto de amostragem localizado no rio Goio-Erê, na porção final do reservatório. É caracterizado por apresentar solo arenoso e frágil, devido a descaracterização da vegetação da área de preservação permanente, que se encontra em estágio inicial de regeneração. A água apresenta características semelhantes às descritas nos pontos 1 e 4, com aspecto visual turvo e sem odor evidentes.



Figura 97 – Registro fotográfico do ponto de amostragem 6, com vegetação da área de preservação permanente descaracterizada e solo exposto.

✓ **Interpretação dos resultados**

A seguir apresenta-se tabela referente aos resultados das análises de qualidade da água nos pontos amostrados, e os padrões de qualidade conforme as classes de enquadramento, para águas doces.

Tabela 43 - Resultado das análises laboratoriais das águas superficiais dos pontos amostrados.

Parâmetro	Un.	Valores de referência por classe de corpo hídrico de água doce				Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
		I	II	III	IV	14/07/11	14/07/11	14/07/11	14/07/11	14/07/11	15/07/11
pH	U pH	Mínimo	6,00	Máximo	9,00	8,07	7,6	7,12	7,5	7,08	6,7
Condutividade	µS/cm	NC*	NC*	NC*	NC*	45,0	42,0	11,0	43,0	13,0	53,0
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L	6,00	5,00	4,00	2,00	7,9	8,6	8,4	8,2	8,1	8,5
Turbidez	UNT	40,00	100,00	100,00	NC*	15,3	13,3	15,4	21,8	19,5	24,0
Temperatura	°C	NC*	NC*	NC*	NC*	19,4	19,0	18,2	19,4	18,4	18,6
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	NC*	NC*	NC*	NC*	12,0	10,0	11,0	10,0	10,0	13,0
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ₅	mg/L	3,00	5,00	10,00	NC*	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,0
Nitrogênio total	mg/L N-NH ₃	NC*	NC*	NC*	NC*	0,7	0,7	<0,5	0,8	<0,5	1,0
Nitritos	mg/L N-NO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	0,048	0,033	0,021	0,025	0,022	0,027
Nitratos	mg/L N-NO ₃	10,0	10,0	10,0	10,0	0,56	0,60	0,247	0,64	0,342	0,56
Nitrogênio amoniacal	mg/L N-NH ₄	3,70	3,70	13,30	NC*	0,05	0,05	<0,03	0,04	<0,03	0,05
Nitrogênio orgânico	mg/L N	NC*	NC*	NC*	NC*	0,65	0,7	<0,5	0,76	<0,5	0,95
Fósforo total – PT	mg P/L	0,10	0,10	0,15	NC*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Potássio	mg K/L	NC*	NC*	NC*	NC*	<1,0	<0,1	<1,0	<0,1	<1,0	<1,0
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	NC*	NC*	NC*	NC*	18,8	17,8	7,5	18,8	8,4	21,6
Óleos e graxas totais	mg/L	VA	VA	VA	TO	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Óleos e graxas minerais	mg/L	NC*	NC*	NC*	NC*	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Óleos e graxas vegetais/animais	mg/L	NC*	NC*	NC*	NC*	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cor verdadeira	Hz	NC*	75,00	75,00	NC*	18,0	18,0	27,0	25,0	24,0	24,0
Sólidos totais (ST 103 a 105°C)	mg/L	NC*	NC*	NC*	NC*	46,6	46,6	20,0	66,6	26,6	53,3
Sólidos suspensos totais (SST - 103-105°C)	mg/L	NC*	NC*	NC*	NC*	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos dissolvidos totais (SDT - 103 a 105 °C)	mg/L	500,00	500,00	500,00	500,00	46,6	46,6	20,0	66,6	26,6	53,3
Clorofila - A	µg/L	10,00	10,00	60,00	NC*	1,54	1,69	1,79	1,75	1,5	1,2
Coliformes totais	UFC/100 ml	NC*	NC*	NC*	NC*	3100,0	1400,0	200,0	400,0	600,0	1900,0
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml	200,00	1000,00	2500,00	NC*	200,0	600,0	200,0	400,0	600,0	900,0
E.coli	UFC/100 ml	200,00	1000,00	2500,00	NC*	<1,0	300,0	<1,0	<1,0	200,0	400,0

Para a interpretação dos resultados obtidos, e com a intenção de contribuir para maior facilidade na comparação destes, foram elaborados gráficos com os valores associados a cada parâmetro analítico.

Nos gráficos a seguir apresentam-se colunas de cores distintas: em verde os resultados da análise de qualidade da água nos locais amostrados e em laranja os limites máximos e mínimos (quando existentes) para os padrões de qualidade da água, conforme classes de enquadramento de corpos hídricos da Resolução CONAMA nº 357/05.

pH

Os resultados obtidos para a variável pH, em todos os pontos, são coerentes com os padrões estabelecidos em legislação para corpos hídricos de água doce, no entanto, os pontos 01, 02 e 04, apresentam tendência a alcalinidade possivelmente relacionada aos corretivos agrícolas utilizados nas lavouras de milho do entorno, que através da água da chuva ou pela própria irrigação são lixiviados para dentro do corpo hídrico.

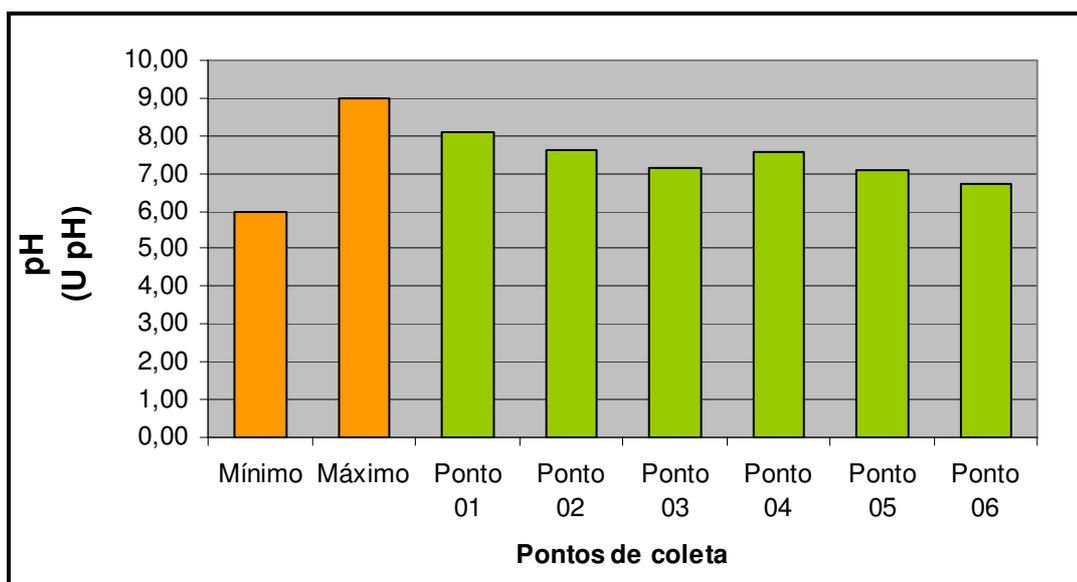


Figura 98 - Gráfico referente aos resultados das amostras para pH.

Condutividade

Em geral os níveis de condutividade considerados como satisfatórios não devem ultrapassar a 100 $\mu\text{S/cm}$, valores acima indicam ambientes impactados, relacionados ao lançamento de efluentes, tanto sanitários como industriais. Os resultados obtidos para este parâmetro, em todos os pontos amostrados, não ultrapassam ao valor de referência e indicam que o ambiente apresenta-se em suas condições naturais.

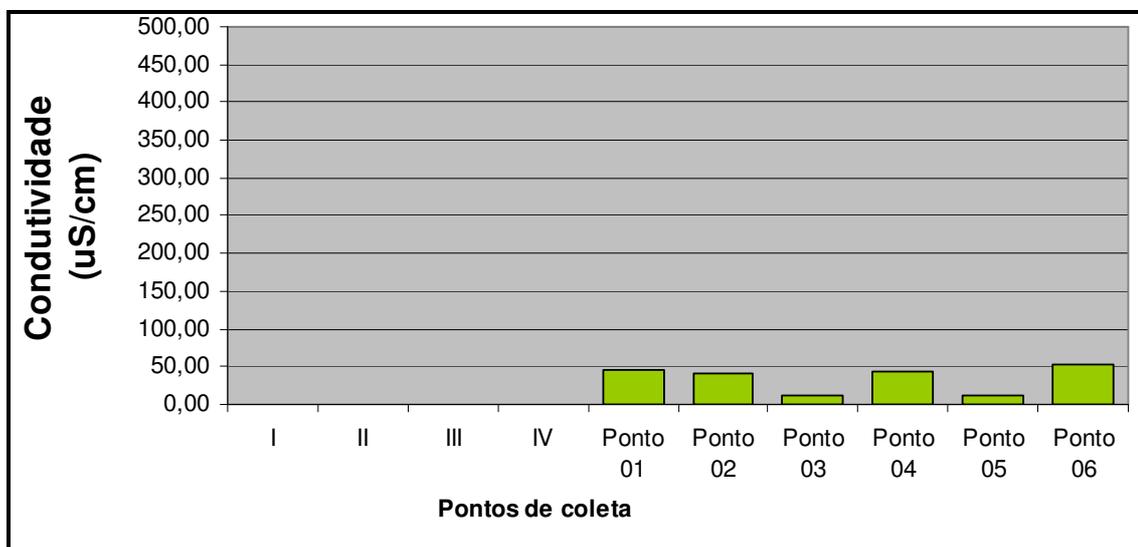


Figura 99 - Gráfico referente aos resultados das amostras para condutividade.

Oxigênio dissolvido (OD)

Os valores para oxigênio dissolvido em todos os pontos foram elevados, mesmo nos pontos 03 e 05, que apresentam menor vazão, indicando que o porte do rio Goio-erê e as características de seu curso permitem grande incorporação de oxigênio e depuração até o local avaliado. Os resultados obtidos são equivalentes ao esperado para um corpo hídrico classe I.

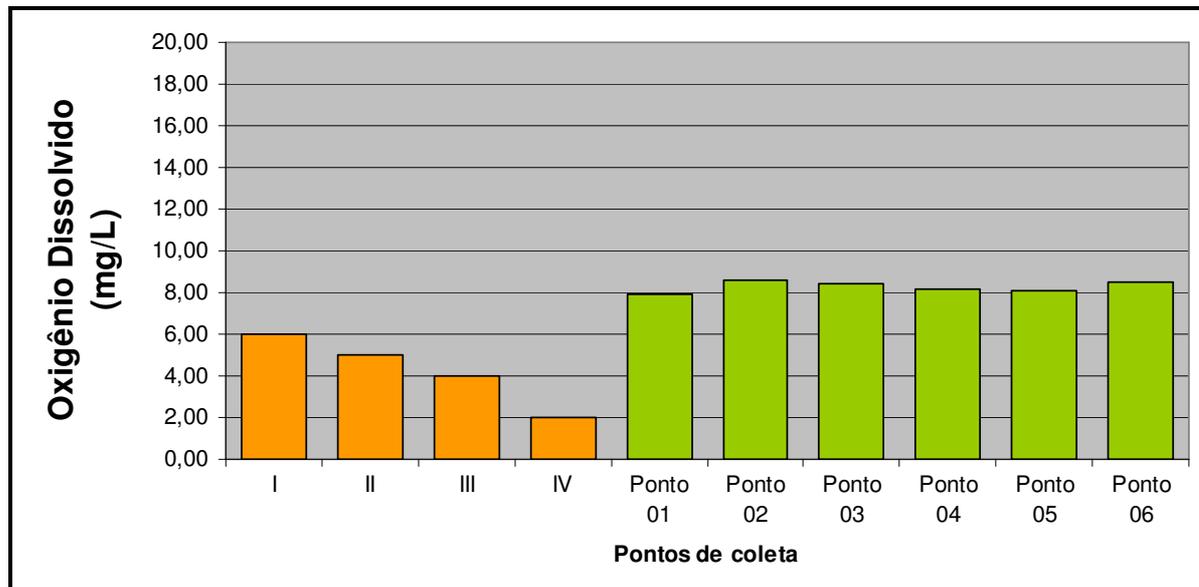


Figura 100 - Gráfico referente aos resultados das amostras para oxigênio dissolvido (OD).

Turbidez

Os valores relativos à turbidez das águas superficiais em todos os pontos amostrados foram baixos, permanecendo inferiores aos padrões de qualidade estabelecidos para corpos hídricos classe I. O ponto 06 apresentou valor (24 UNT) mais alto em relação aos demais pontos, pois está localizado em uma área com solo exposto e com vegetação de área de preservação permanente alterada. Os resultados indicam que a quantidade de sólidos em suspensão presentes na água é mínima, reduzindo à possibilidade de crescimento de plantas aquáticas e conseqüentemente a formação de eutrofização.

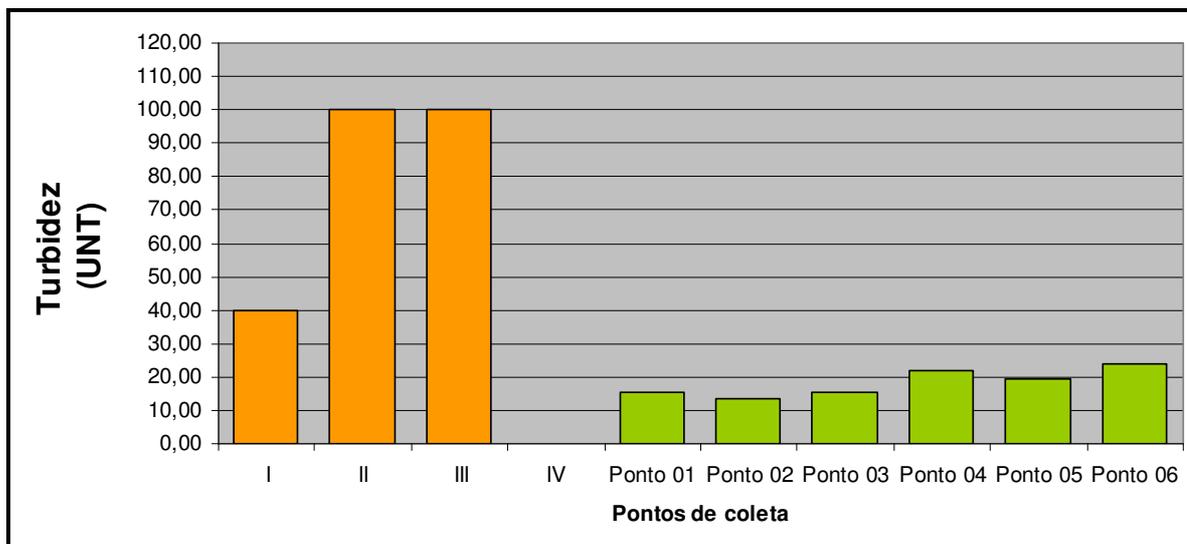


Figura 101 - Gráfico referente aos resultados das amostras para turbidez.

Temperatura

Os resultados apresentados para temperatura nos pontos amostrados sofreram uma pequena variação entre 18,2 °C e 19,4 °C, a qual tem relação direta com a temperatura ambiente (25,8 °C a 31,2 °C) durante as coletas e com as características do corpo hídrico.

Segundo Branco (1986), as variações de temperatura dos cursos d'água são sazonais e acompanham as flutuações do clima durante o ano. No âmbito da faixa de temperatura usual em nossas águas superficiais (4 a 30 °C), um acréscimo na temperatura da água, em geral, tem como efeito o aumento da taxa de crescimento dos organismos aquáticos, facilita a sedimentação de materiais em suspensão, eleva a toxicidade da água etc.

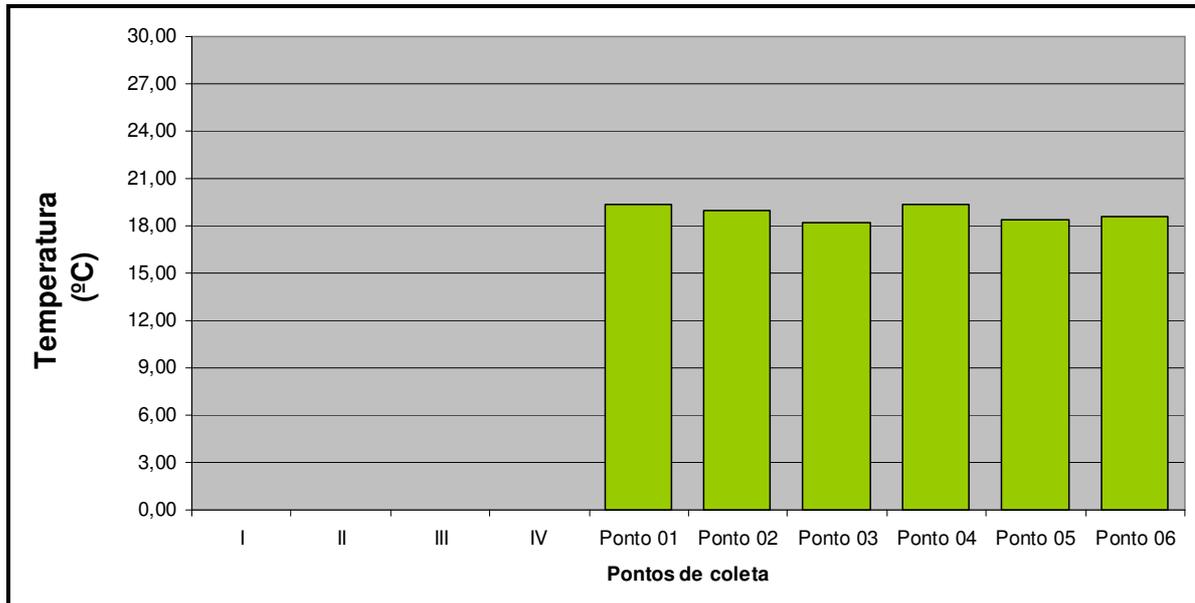


Figura 102 – Temperatura da água para os pontos amostrados.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A variável demanda química de oxigênio não possui padrões de qualidade para águas superficiais, mas é utilizada conjuntamente com os resultados para a demanda bioquímica de oxigênio, permitindo avaliar o caráter de biodegradabilidade da matéria orgânica presente no corpo hídrico e indicar o grau de poluição da água de um corpo hídrico.

Altos níveis de DQO diminuem os níveis de oxigênio da água e conseqüentemente afetam a sobrevivência dos organismos aquáticos, assim como, prejudicam o crescimento das plantas, quando a água é utilizada para irrigação.

Em todos os seis pontos amostrados os resultados da demanda química de oxigênio ficaram aproximadamente três vezes superiores aos resultados obtidos para a demanda bioquímica de oxigênio, indicando que a matéria orgânica existente nas águas superficiais amostradas não deve apresentar de forma significativa substâncias de degradação biológica complexa.

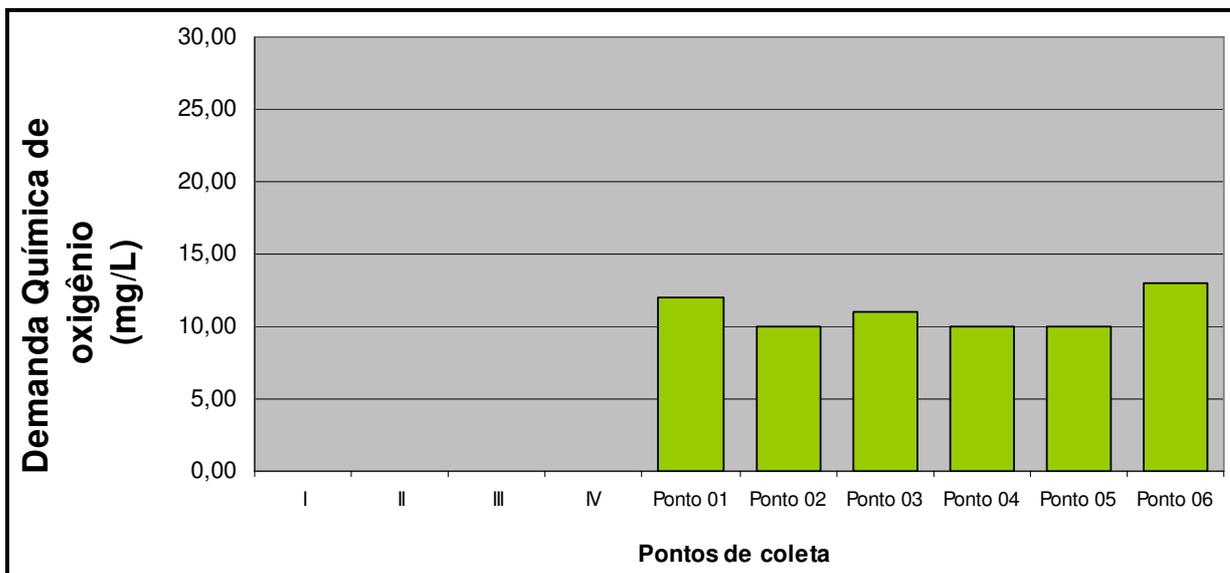


Figura 103 – Gráfico referente aos resultados da amostra para Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Para o parâmetro demanda bioquímica de oxigênio os resultados obtidos em todos os pontos amostrados foram iguais ou menores que 2,0 mg/L, o que indica que estes corpos hídricos possuem pouca quantidade de matéria orgânica a ser decomposta pelos microorganismos presentes na água e condizem com os valores elevados de oxigênio dissolvido obtidos, reafirmando a capacidade de auto-depuração existente. Os resultados obtidos encontram-se em conformidade com a Resolução do CONAMA nº357/05, para classificação dos corpos hídricos na classe I.

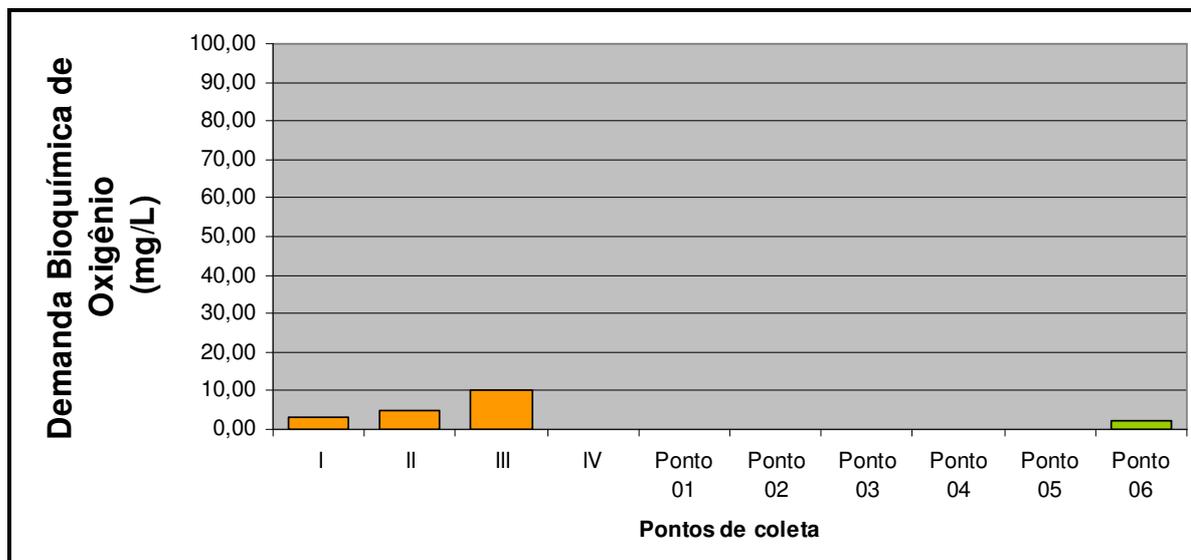


Figura 104 – Gráfico referente aos resultados da amostra para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Nitrogênio Total

Não existem padrões de qualidade para águas superficiais quanto ao elemento nitrogênio total, apenas quanto as suas formas reduzida (amoniacal) e oxidadas (nitrito e nitrato).

Considerando que as áreas do entorno dos pontos amostrados são agrícolas, os resultados para nitrogênio total sugerem que a aplicação de fertilizantes não está influenciando diretamente na qualidade da água destes corpos hídricos, pois este parâmetro apresentou valores baixos e semelhantes para todas as amostras, variando entre 0,8 a <0,5 mg N/L.

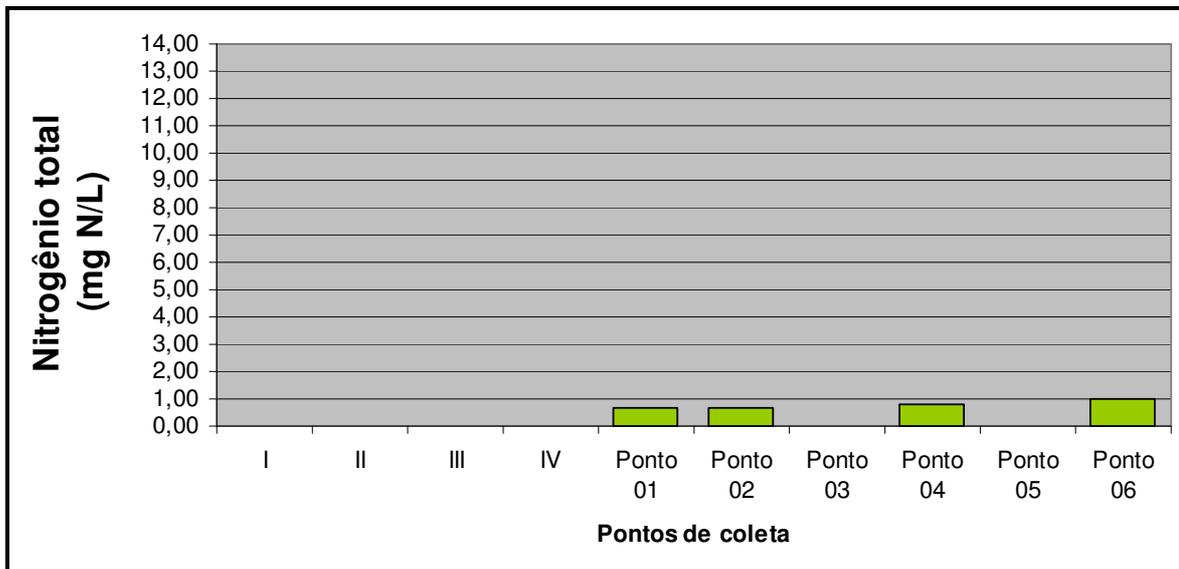


Figura 105 – Gráfico referente aos resultados da amostra para nitrogênio total.

Nitritos

Os resultados obtidos para o parâmetro nitrito, nos seis pontos amostrados, apresentaram valores abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para corpos hídricos de classe doces.

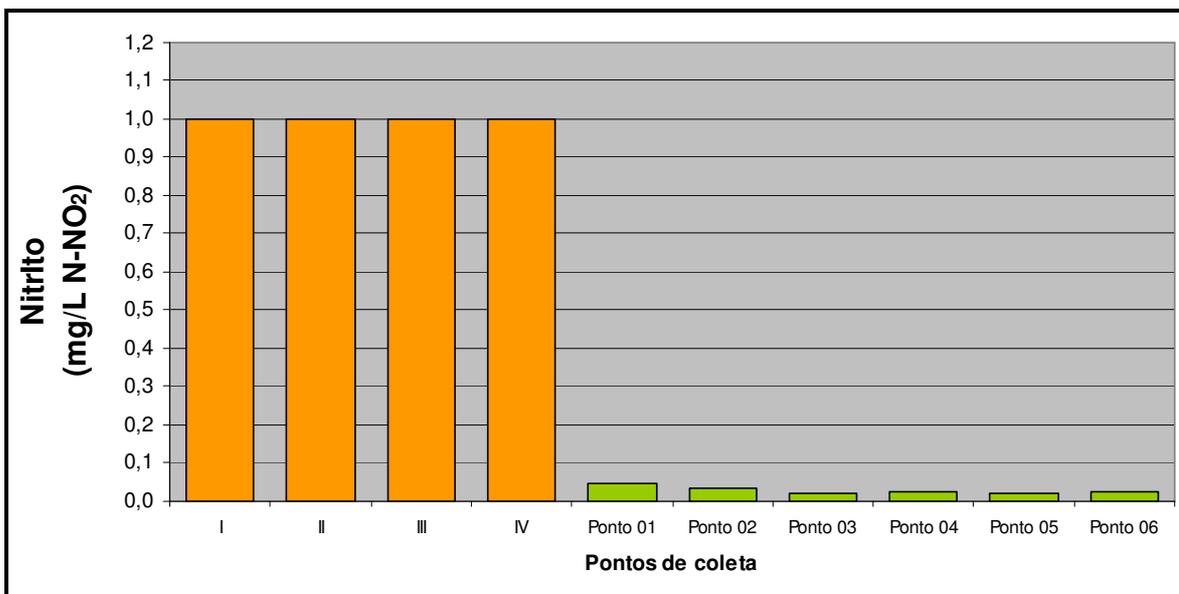


Figura 106 - Gráfico referente aos resultados da amostra para nitrito.

Nitratos

Assim como os nitritos, a variável nitrato também apresentou valores coerentes com os enquadramentos aplicáveis para água doce segundo Resolução CONAMA nº 357/05, nos seis pontos amostrados, indicando que as águas superficiais não estão sendo impactadas pelas atividades agrícolas do entorno.

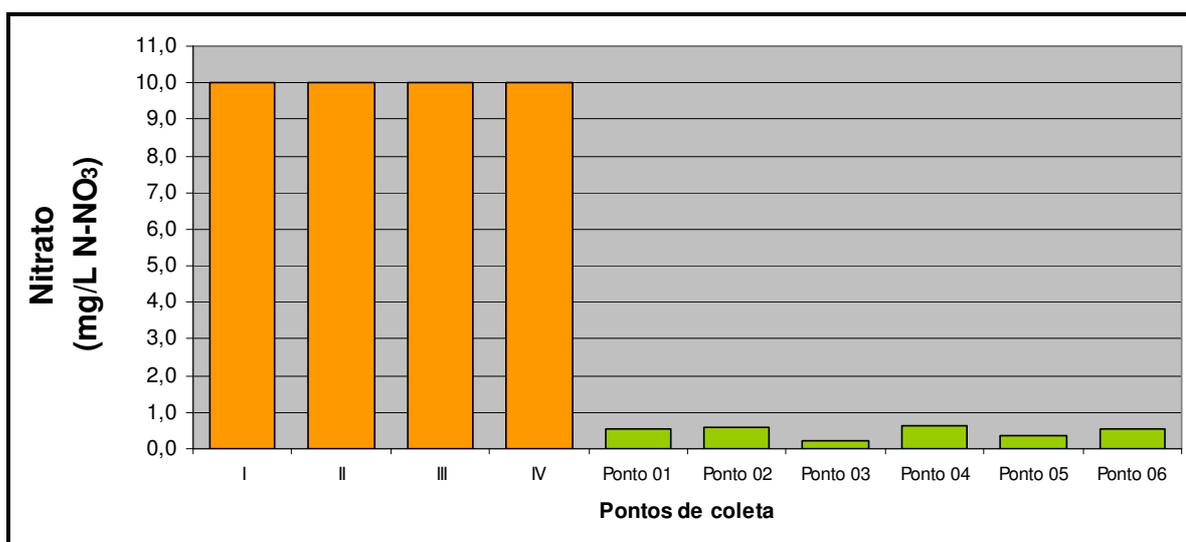


Figura 107 - Gráfico referente aos resultados da amostra para nitrato.

Nitrogênio amoniacal

Os valores relativos aos resultados analíticos para o parâmetro nitrogênio amoniacal permanecem abaixo dos padrões de qualidade estabelecidos para corpos hídricos classe I. Este resultado indica que os locais de amostragem não possuem aporte de esgoto sanitário, já que o nitrogênio amoniacal é a forma predominante do elemento no esgoto bruto (hidrólise da uréia), e que é transformado nos processos de autodepuração às suas formas oxidadas de nitrito e nitrato.

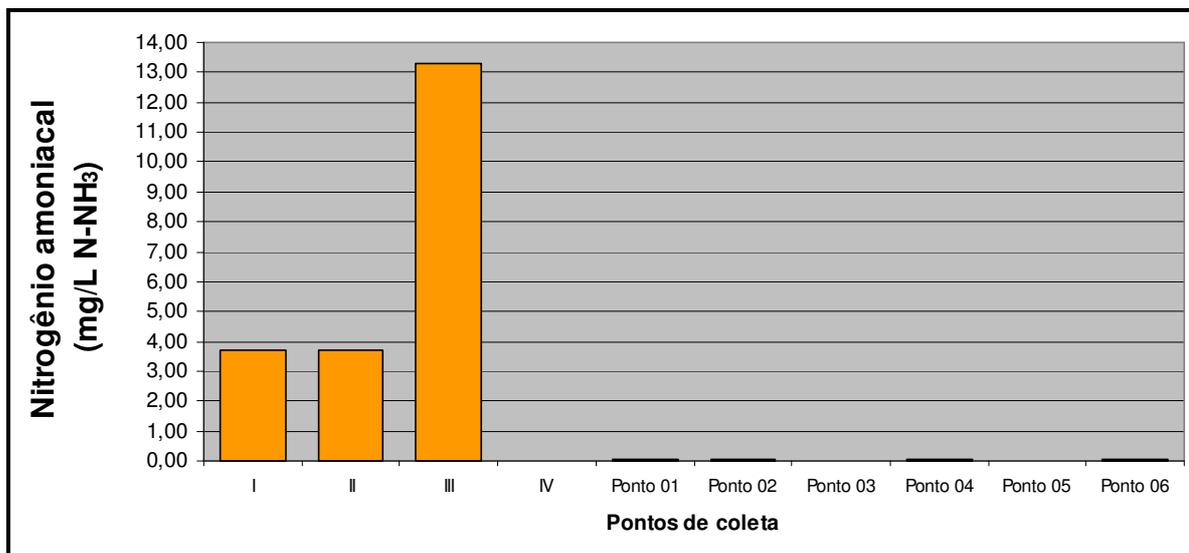


Figura 108 - Gráfico referente aos resultados da amostra para nitrogênio amoniacal.

Nitrogênio orgânico

Os resultados para nitrogênio orgânico, nos seis pontos amostrados, apresentaram-se bastante reduzidos e coerentes com os demais parâmetros de nitrogênio avaliados.

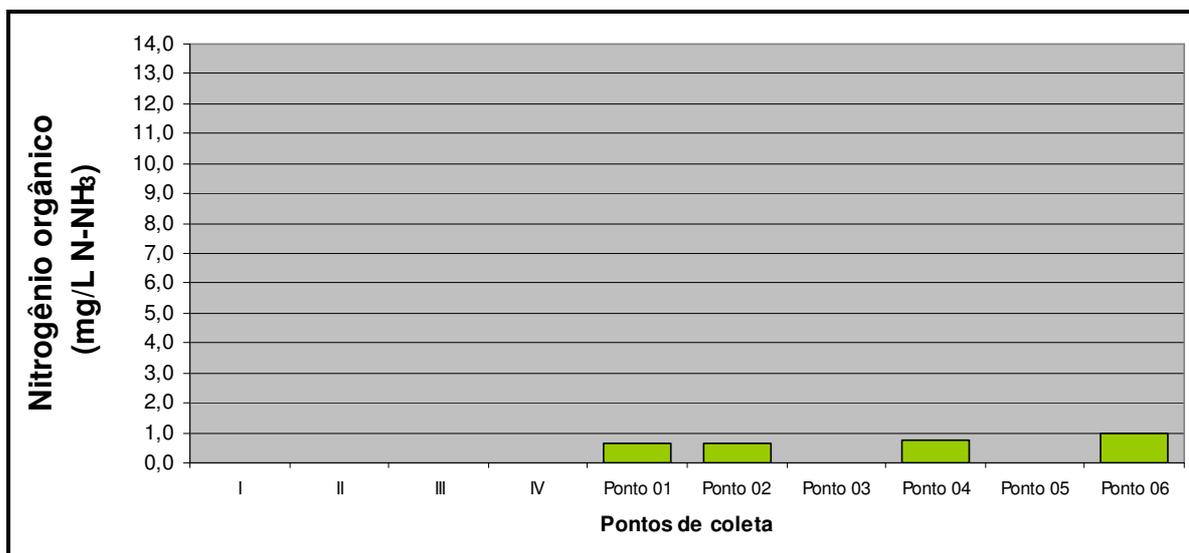


Figura 109 - Gráfico referente aos resultados da amostra para nitrogênio orgânico.

Fósforo total

Os seis pontos amostrados apresentaram resultados com concentração de fósforo inferiores a 0,01 mg/L bem abaixo do estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 para o enquadramento de corpo hídrico de classe I. Este fato indica que apesar da bacia hidrográfica do rio Goio-Erê na área de influência direta do empreendimento apresentar uso do solo agrícola, onde se faz o uso de fertilizantes, a qualidade da água não sofre grandes alterações e mantém seu padrão natural.

Potássio

Os resultados obtidos para o parâmetro de potássio em todos os pontos amostrados (<0,1 mg/L) foram inferiores ao nível considerado como satisfatório para águas naturais de até 10 mg/L. Águas contendo altas concentrações de potássio possuem relação direta com o uso de fertilizantes e lançamento de efluentes industriais.

Dureza total

A variável dureza total está diretamente relacionada à concentração de íons geralmente de cálcio e magnésio na água, capazes de produzir incrustações nos equipamentos de geração de energia ocasionando danos. Não existem padrões de qualidade da água para este parâmetro descritos na Resolução do CONAMA nº 357/05, no entanto, para fins de consumo humano a Portaria do Ministério da Saúde limita o valor de dureza total presente na água em 500 mg/L.

Neste contexto, os resultados obtidos para o parâmetro de dureza total, em todos os pontos amostrados, apresentaram valores baixos, condizentes com águas brandas, com baixa concentração de íons de cálcio e magnésio.

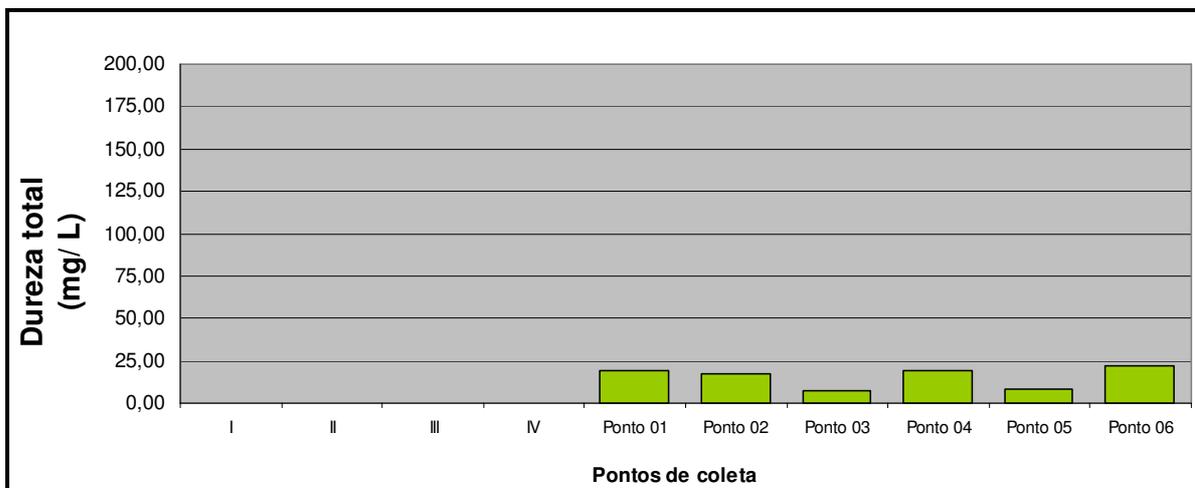


Figura 110 - Gráfico referente aos resultados da amostra para dureza total.

Óleos e graxas

Os resultados de óleos e graxas minerais, vegetais e totais, foram iguais para todos os pontos amostrados, sendo considerados virtualmente ausentes em cinco dos seis pontos amostrados. Apenas o ponto 02 apresentou óleo e graxas virtualmente presentes, proveniente de um dreno localizado na base da antiga ponte. Este resultado indica que qualidade da água não está sendo impactada pelo lançamento de efluentes industriais e esgoto sanitário na área de implantação do empreendimento.

Cor verdadeira

Os resultados apresentados para a variável cor verdadeira permanecem abaixo de 75 Hz, padrão aplicável a corpos hídricos de água doce, classes II e III, podendo ser interpretados como a ausência de corantes significativos e baixas concentrações de sólidos dissolvidos.

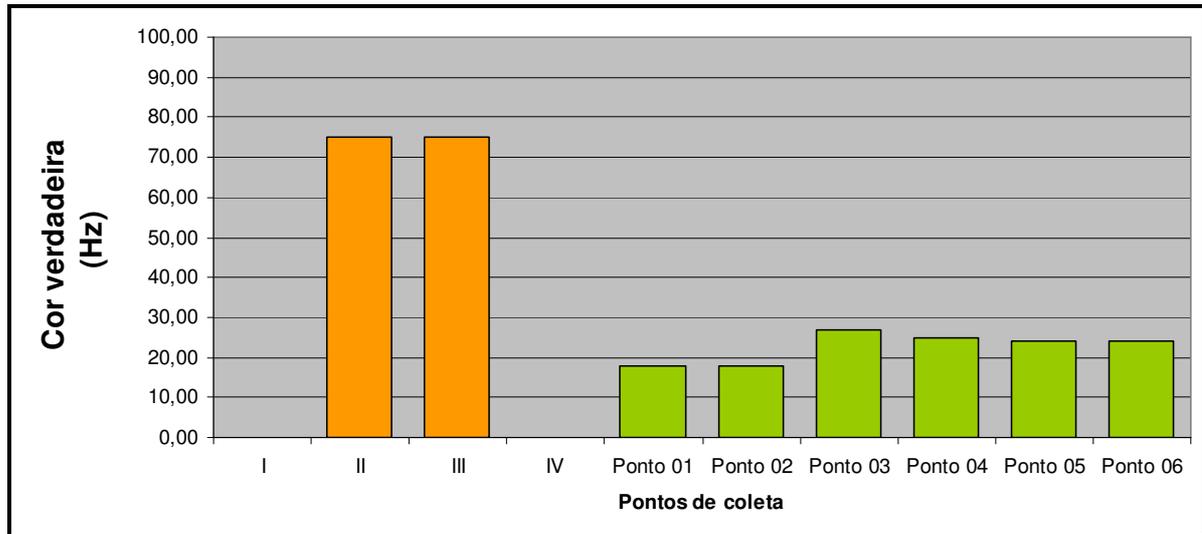


Figura 111 - Gráfico referente aos resultados da amostra para cor verdadeira.

Série de sólidos

Os resultados obtidos para a série de sólidos em todos os pontos amostrados apresentaram valores bastante inferiores ao padrão estabelecido para classe de águas doces. Além disso, os resultados indicam que a quantidade de sedimentos em suspensão existente na água dos corpos hídricos amostrados é pequena.

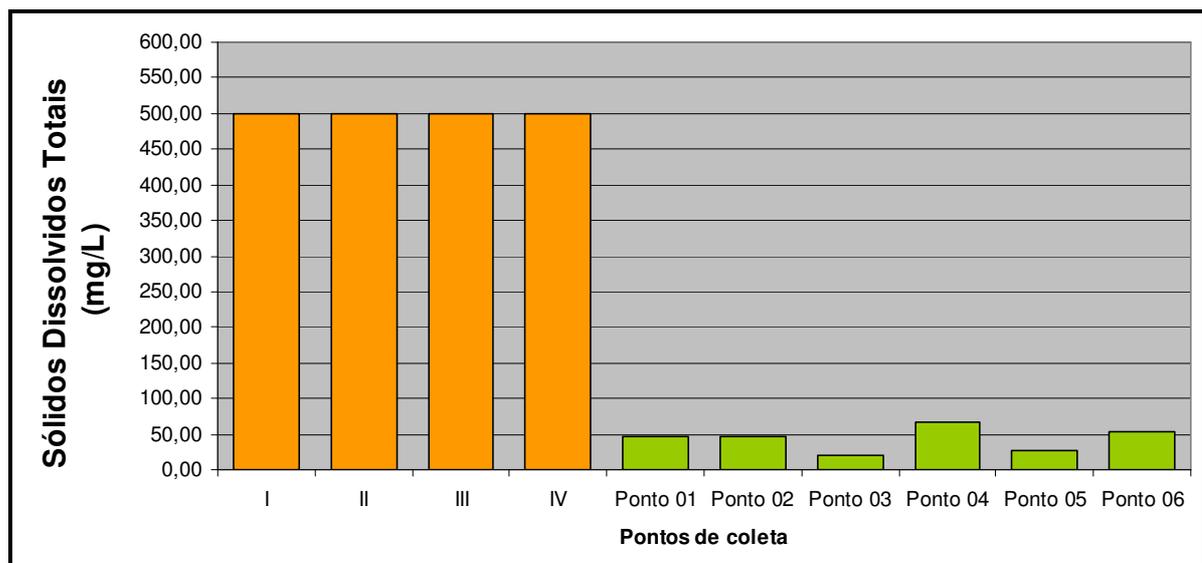


Figura 112 - Gráfico referente aos resultados da amostra para sólidos dissolvidos totais.

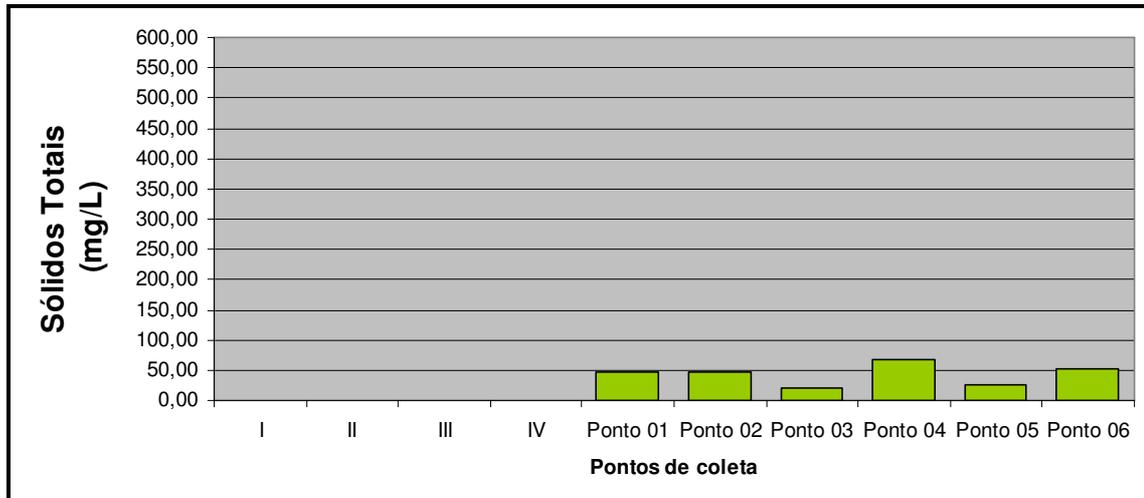


Figura 113 - Gráfico referente aos resultados da amostra para sólidos totais.

Clorofila-a

A clorofila-a é um parâmetro bastante utilizado no monitoramento da qualidade da água de reservatórios, pois está diretamente relacionada à quantidade de algas presentes na água, sendo um excelente indicador nas alterações dos ambientes aquáticos, especialmente quanto ao processo de eutrofização.

Os resultados obtidos para este parâmetro indicam, que em todos os pontos amostrados, a concentração de clorofila-a é inferior ao estabelecido pela Resolução do CONAMA n° 357/05, para corpos hídricos de classe I e II.

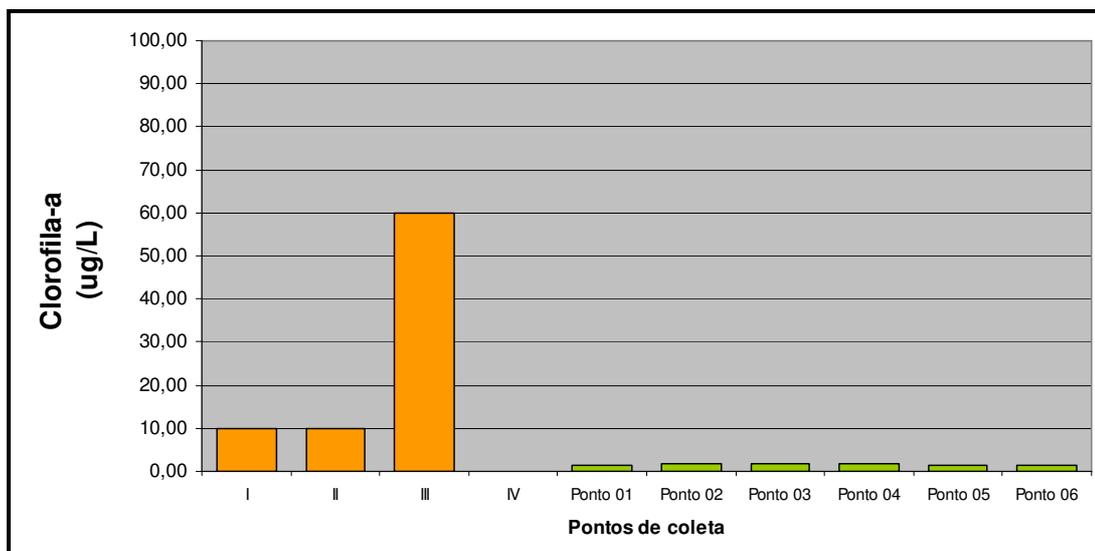


Figura 114 - Gráfico referente aos resultados da amostra para clorofila-a.

Coliformes termotolerantes

Os resultados obtidos acusaram presença de coliformes termotolerantes em todos os pontos amostrados, com valores variando de 200 a 900 UFC/100ml, dentro do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 para o enquadramento de corpo hídrico de classe I e II. Os resultados obtidos nos pontos 02, 04, 05 e 06 podem estar associados a presença de indústrias e residências, que geram efluentes sanitários, e estão localizadas a montante do empreendimento.

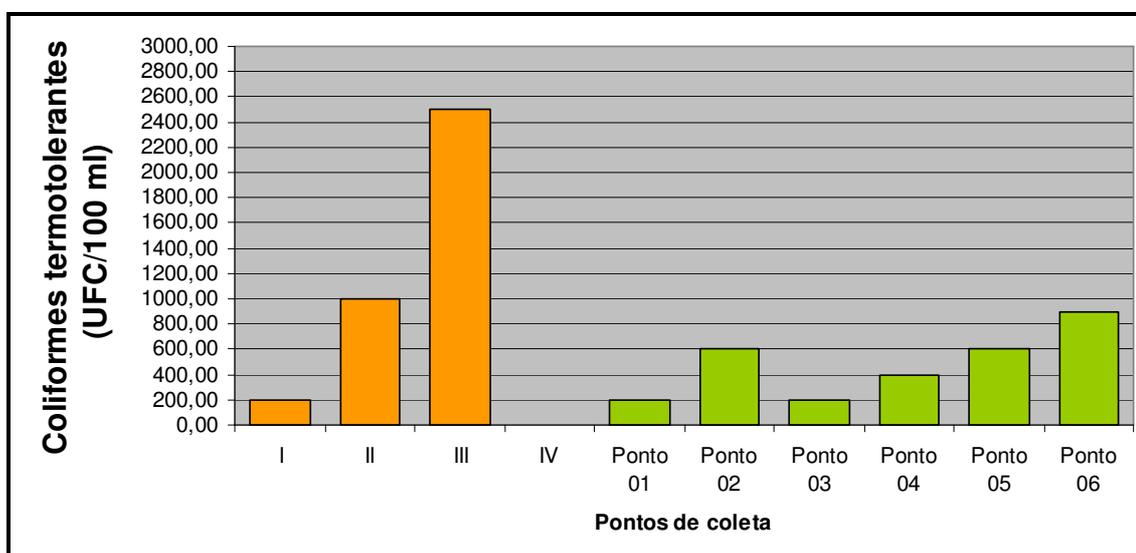


Figura 115 - Gráfico referente aos resultados da amostra para coliformes termotolerantes.

E. coli

A variável E. coli é considerada dentre os grupos de coliformes a mais eficiente para a indicação de contaminação da água por origem fecal, tanto de humanos como de animais endotérmicos.

Os resultados obtidos para este parâmetro indicam valores mais altos nos pontos 02, 05 e 06, justamente os que apresentaram maiores concentrações de coliformes termotolerantes, enquadrando os corpos hídricos, segundo a Resolução do CONAMA nº 357/05, em corpo hídrico de classe I e II.

O ponto 06 apresentou o resultado mais elevado de todos os pontos amostrados, possivelmente atribuídos ao lançamento de esgoto sanitário de uma residência localizada próximo a área da amostragem e por ser uma área utilizada por pescadores, com vegetação ciliar degradada.

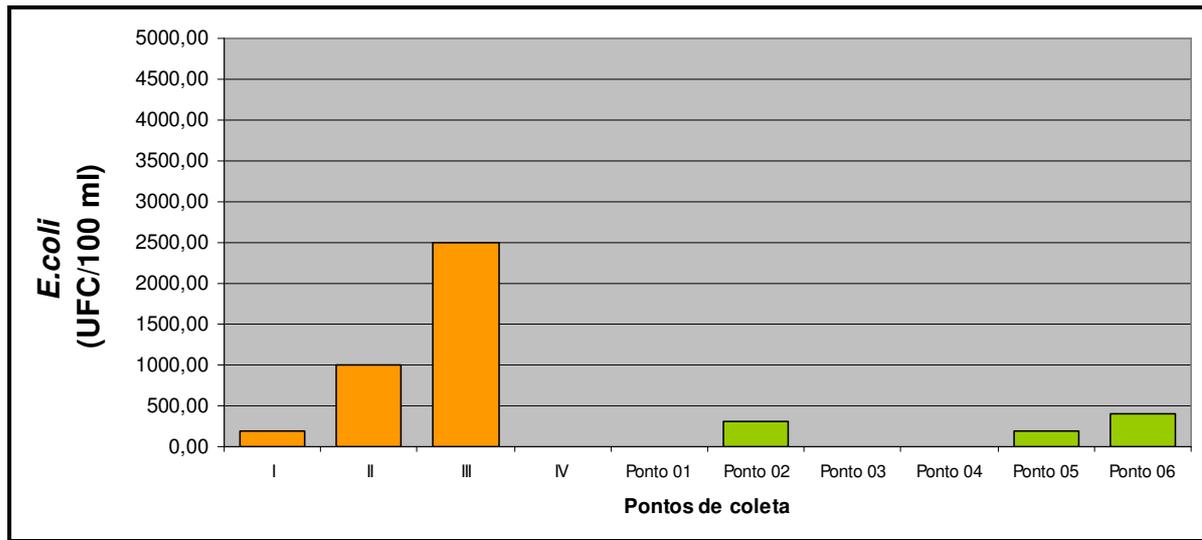


Figura 116 - Gráfico referente aos resultados da amostra para E. coli.

Coliformes totais

A variável coliformes totais inclui os demais coliformes excluídos da análise de coliformes termotolerantes, e representam um grupo mais extenso, de origem diversa, não estritamente fecal.

Os resultados obtidos para este parâmetro apresentaram níveis mais altos nos pontos 01 (3.100 mg/L) e 06 (1.900 mg/L). No entanto, no ponto 01 o valor de coliformes termotolerantes não foi o mais elevado, o que indica que a origem dos microorganismos nesta área não está diretamente relacionada ao aporte de esgoto sanitário, podendo ser atribuído ao material vegetal ou solo em processo de decomposição.

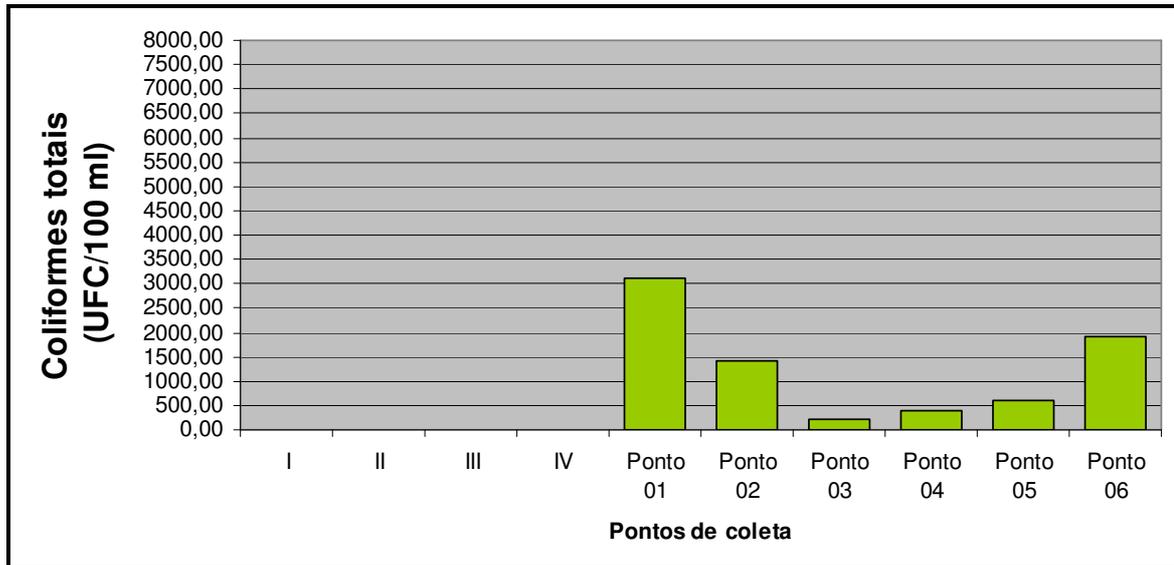


Figura 117 - Gráfico referente aos resultados da amostra para coliformes totais.

De uma forma geral, considerando as fontes poluidoras existentes à montante, e os resultados analíticos encontrados em literatura para a bacia, os valores resultantes das análises de dados primários apresentam águas com uma condição boa de qualidade, com poucos resultados acima dos padrões de qualidade esperados.

Índice de Qualidade da água (IQA)

Visando sintetizar os dados de qualidade das águas, a CETESB adotou, em 1974, e a FEMA, em 1995, o IQA - Índice de Qualidade das Águas, adaptado do índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation, em 1970, nos Estados Unidos. Este índice incorpora nove parâmetros que foram escolhidos pelos diferentes especialistas que o desenvolveram como sendo os mais relevantes para serem incluídos na avaliação das águas destinadas ao abastecimento público.

O IQA é determinado pelo produto ponderado dos resultados obtidos para os parâmetros temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, sólidos total e turbidez, através da fórmula apresentada a seguir:

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

Onde:

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

q_i = 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;

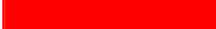
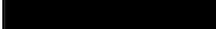
w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

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

em que, n = número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Depois de obtidos os resultados destes índices, a qualidade da água bruta pode ser classificada de acordo com uma faixa de valores (tabela 44).

Tabela 44 - Indicação das faixas de valores para índice de qualidade da água (IQA).

	Qualidade ÓTIMA – IQA 80 a 100 ;
	Qualidade BOA – IQA 52 a 79 ;
	Qualidade ACEITÁVEL - IQA 37 a 51 ;
	Qualidade RUIM – IQA 20 a 36 e
	Qualidade PÉSSIMA - IQA 0 a 19 .

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água na área do empreendimento, foi calculado o IQA para cada ponto amostrado, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 45 – Resultados dos valores para índice de qualidade da água (IQA), para os seis pontos amostrados.

Ponto	IQA	Classificação
01	79,03	Boa
02	76,38	Boa
03	79,86	Boa
04	77,90	Boa
05	75,44	Boa
06	71,67	Boa

Os resultados de IQA obtidos para todos os pontos amostrados apresentaram índices classificados em qualidade boa. O ponto 06 apresentou o índice mais baixo de IQA de todos os pontos amostrados, fato que possui relação direta com as altas concentrações de coliformes fecais encontrados nesta amostra.

Estes resultados comparados ao valor de IQA calculado pela Águas Paraná no ano de 2010, em ponto localizado no rio Goio-Erê a jusante do local onde será estabelecido o barramento, mostram-se superiores e indicam uma melhora na qualidade da água deste corpo hídrico entre o ano de 2010 e 2011.

Sendo assim, é possível concluir que todos os corpos hídricos amostrados inseridos na área do empreendimento, apesar de sofrerem uma grande influência antrópica, possuem uma boa qualidade de água.

Índice de Estado Trófico

Com o objetivo de classificar os corpos d' água em diferentes graus de trofia, a CETESB, adotou o cálculo do índice de estado trófico (IET), através de duas variáveis clorofila-a e fósforo total, uma vez que estes parâmetros representam diretamente a quantidade de nutrientes e algas presentes na água.

O IET é determinado pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila-a – IET(CL), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para rios, segundo as equações:

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

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

Onde:

PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L-1;

CL = concentração de clorofila a medida à superfície da água, em µg.L-1;

ln = logaritmo natural.

Nos meses em que estejam disponíveis dados de ambas variáveis, o resultado apresentado nas tabelas do IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a equação:

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

Desta forma, depois de obtidos os resultados do índice trófico, a água bruta pode ser classificada de acordo com os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia conforme apresentado a seguir:

Tabela 46 - Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Carlson modificado.

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	P-Total (mg.m³)	Clorofila-a (mg.m³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	P ≤ 13	CL ≤ 0,74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < P ≤ 35	0,74 < CL ≤ 1,31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < P ≤ 137	1,31 < CL ≤ 2,96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < P ≤ 296	2,96 < CL ≤ 4,70
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < P ≤ 640	4,70 < CL ≤ 7,46
Hipereutrófico	IET > 67	640 < P	7,46 < CL

O cálculo do índice de estado trófico possui grande importância na caracterização da qualidade da água de reservatórios, pois estes ambientes apresentam tendência à retenção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento do processo de eutrofização. Sendo assim, foi calculado o índice de estado trófico para cada ponto amostrado conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 47 – Resultados dos valores para índice de estado trófico (IET), para os seis pontos amostrados.

Pontos	Resultados	Classificação
01	37,90	Ultraoligotrófico
02	38,31	Ultraoligotrófico
03	38,56	Ultraoligotrófico
04	38,46	Ultraoligotrófico
05	37,74	Ultraoligotrófico
06	36,90	Ultraoligotrófico

Os resultados obtidos indicam que os corpos hídricos amostrados, apresentam grau de trofia classificados em ultraoligotrófico, com baixa produção de biomassa, macrófitas e algas verdes, ou seja, baixo enriquecimento por nutrientes, que estão diretamente relacionados ao início do processo de eutrofização.

5.1.4. Emissões Atmosféricas

Zonas úmidas são ecossistemas em que os processos biológicos e geoquímicos, e a emissão e remoção de gases de efeito estufa (GEE) são controlados pelo grau de saturação da água, bem como pelo clima e disponibilidade de nutrientes (IPCC, 2006). A criação de zonas úmidas através de um alagamento gera aumento das emissões de CH₄ e de CO₂. Dependendo do clima e das características do reservatório, tanto CO₂ quanto CH₄ podem ser emitidos pela decomposição da biomassa submersa, da matéria orgânica do solo e outras partículas dissolvidas de matéria orgânica (IPCC, 2006).

Alguns estudos em reservatórios brasileiros indicam que existe uma grande variedade em relação às emissões de GEE que podem estar relacionadas a distintos regimes de circulação das águas que proporcionam condições diferenciadas de qualidade da água e geração de matéria orgânica (Santos *et al*, 2009).

Áreas alagadas podem emitir quantidades significativas de CO₂, CH₄ e N₂O dependendo de determinadas características como a idade, uso primário do solo inundado, clima, e práticas de manejo. As emissões são bastante variáveis no espaço e no tempo (IPCC, 2006; Santos *et al*, 2009).

Emissões de CO₂ podem ser atribuídas, em parte, ao próprio ciclo natural do carbono (na interface ar-água), enquanto outra parte se refere à decomposição da matéria orgânica. O CO₂ apresenta elevada solubilidade e, portanto, emissões através de bolhas não têm grande relevância. O metano também é resultante da decomposição da matéria orgânica e pode ser liberado através da interface ar-água e/ou por formação de bolhas.

Emissões de óxido nitroso são tipicamente muito baixas em áreas inundadas, mas podem ser significantes dependendo da entrada de nitrogênio

orgânico e inorgânico na bacia hidrográfica, resultantes de atividades humanas como o tratamento de águas residuais e aplicação de fertilizantes. Pelo fato do N₂O ter uma contribuição muito baixa se tratando de reservatórios, essas emissões não serão computadas.

A seguir, apresentam-se os cálculos de emissão do reservatório da PCH Água Limpa. A metodologia aqui apresentada é utilizada para verificação das ordens de grandeza das emissões e posterior comparação com as emissões estimadas para as diferentes termelétricas e não servem para fins de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL).

No entanto, é importante salientar que, apesar da geração de gases de efeito estufa em função da decomposição de biomassa inundada, as PCHs constituem-se em fontes de energia limpa. Sua operação em si não produz poluentes do ar ou qualquer subproduto tóxico. A geração hidrelétrica substitui a geração a partir de combustíveis fósseis reduzindo as emissões atmosféricas e os impactos relacionados a esta.

5.1.4.1. Emissões de CO₂

A contabilidade das emissões de CO₂ devido à área inundada para a construção do reservatório será baseada no *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4, Appendix 2* (IPCC, 2006).

De acordo com estudos estatísticos recentes, o período de maior influência para os fluxos de emissões de gases de efeito estufa em reservatórios é nos primeiros 10 anos após a inundação, pois posteriormente os fluxos de gases se tornam relativamente estáveis. Ou seja, após esse período, as emissões são decorrentes basicamente da entrada de matéria orgânica transferida da bacia hidrográfica para a área alagada do reservatório.

As emissões devido às atividades anteriores ao alagamento (desmatamento, por exemplo) podem ser computadas por outras metodologias específicas. Para o cálculo das emissões após o alagamento, as emissões anteriores são desconsideradas, para que não haja duplicidade de cálculo.

Após a inundação de uma área, a estimativa de emissões decorrentes da terra convertida em área alagada pode ser feita através de três vias (IPCC, 2006):

- Emissões difusivas, devido à difusão molecular através da interface ar-água. Esta é a principal fonte de emissão de CO₂;
- Emissão por bolhas, ou emissões gasosas provenientes de sedimentos ao longo da coluna d'água via bolhas. Esta é a menor contribuição de emissão de CO₂, devido à alta solubilidade deste gás;
- Emissões de desgaseificação, ou emissões resultantes de uma mudança repentina de pressão hidrostática, bem como o aumento da superfície ar-água após a água passar por uma turbina ou um vertedouro.

O guia de inventário de emissões do IPCC divide em níveis os cálculos das emissões de CO₂, de acordo com a complexidade dos detalhes envolvidos no cálculo. O primeiro e segundo nível referem-se apenas às emissões difusivas, enquanto o terceiro nível levaria em consideração idade do reservatório e emissões por bolhas e desgaseificação (nas turbinas ou vertedouros), sendo ainda necessário elaborar um modelo para essas condições.

O primeiro nível considera as emissões de CO₂ por difusão entre interface ar-água, considerando que o reservatório não possui cobertura de gelo durante o ano (que obviamente não ocorre na região), dado pela seguinte equação:

$$CO_2Emissions_{LWflood} = P \cdot E(CO_2)_{diff} \cdot A_{flood,total_surface} \cdot f_A \cdot 10^{-6}$$

onde:

- $CO_2Emissions_{LWflood}$ é o total de emissões de CO₂ da terra convertida em área inundada, em gigagramas de CO₂ por ano;

- P é o número de dias sem cobertura de gelo, em dias por ano;
- $E(CO_2)_{diff}$ são as emissões difusivas de CO_2 , em quilogramas de CO_2 por hectare por dia;
- $A_{floodtotal_surface}$ é a área total do reservatório, incluindo área inundada, lagos e rios, em hectare; e
- f_a é a fração de terra que foi alagada nos últimos 10 anos, em hectare.

O segundo nível leva em consideração regiões onde há cobertura de gelo no reservatório em algum período do ano. Este nível não será relatado aqui por não ser aplicável às condições do Brasil. Por fim, o terceiro nível não tem uma metodologia estabelecida por exigir um leque de informações mais detalhadas a respeito de reservatórios.

As emissões difusivas são estabelecidas em IPCC (2006), de acordo com o clima da região onde se localiza o reservatório. Como este reservatório se encontra em uma região cujo clima característico é tropical/úmido calcula-se que as emissões difusivas são em torno de $44,9 \text{ kg } CO_2 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

O reservatório em questão terá uma área estimada em $4,58 \text{ km}^2$ (458 ha), sendo a fração de terra alagada nos próximos 10 anos, correspondente a área total do reservatório. Estima-se, com base nestes dados, que as emissões de CO_2 sejam em torno de $7,50 \text{ Gg } CO_2 \text{ ano}^{-1}$.

5.1.4.2. Emissões de CH_4

Conforme mencionado anteriormente, áreas inundadas podem emitir quantidades significativas de CH_4 dependendo das suas características como a idade e a profundidade do reservatório, o uso do solo anterior ao alagamento, clima e práticas de manejo.

Ao contrário do CO₂, o metano é bastante variável no tempo e no espaço e os estudos já realizados não são suficientes para elaborar uma metodologia sólida para estimar tais emissões. O Apêndice 3 do *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4* (IPCC, 2006) sugere que os países desenvolvam uma metodologia adequada ao seu território, mas mesmo assim sugere uma metodologia base para cálculos.

Para estimar emissões de metano será utilizada a metodologia base do IPCC, visto que ainda não há metodologia específica para a região de interesse.

Da mesma forma que o CO₂, as emissões de CH₄ podem ocorrer por três vias (IPCC Guidelines, 2006):

- Emissões difusivas devido à difusão molecular na interface ar-água;
- Emissões por bolhas, ou emissões gasosas proveniente de sedimento ao longo da coluna d'água – essa é a principal via de emissão de CH₄ principalmente em países temperados e tropicais;
- Emissões de desgaseificação, ou emissões resultantes de uma mudança repentina de pressão hidrostática, bem como o aumento da superfície ar-água após a água passar por uma turbina ou um vertedouro – essa é uma importante fonte de emissão principalmente em reservatórios novos em regiões tropicais.

O primeiro tipo de cálculo considera apenas as emissões difusivas de CH₄; o segundo tipo considera as emissões difusivas e por bolhas e, se aplicável, a consideração de períodos com e sem cobertura de gelo; e o terceiro tipo leva em consideração, além das outras formas de emissão, as emissões por desgaseificação.

A escolha do tipo de cálculo a ser seguido depende do número de informações que se tem a respeito do reservatório, sendo conveniente que nas regiões tropicais o terceiro tipo seja aplicado. No entanto, da mesma forma que para

as emissões de CO₂, a terceira forma para se estimar emissões requer a elaboração de um modelo característico para a região de interesse. No caso do Brasil, não se encontrou disponível nenhum modelo que pudesse ser aplicado.

Portanto, optou-se por utilizar o modelo do segundo tipo, baseando-se em dados disponíveis na literatura sobre alguns reservatórios brasileiros:

$$CH_4Emissions_{WWflood} = [(P_f \cdot E_f(CH_4)_{diff} \cdot A_{flood,total_surface}) + (P_f \cdot E_f(CH_4)_{bubble} \cdot A_{flood,total_surface}) + (P_i \cdot E_i(CH_4)_{diff} + P_i \cdot E_i(CH_4)_{bubble}) \cdot A_{flood,total_surface}] \cdot 10^{-6}$$

onde:

- $CH_4Emissions_{WWflood}$ é o total de emissões de CH₄ da terra convertida em área inundada, em gigagrama de CH₄ por ano;
- P_f é o número de dias sem cobertura de gelo, em dias por ano;
- P_i é o número de dias com cobertura de gelo, em dias por ano;
- $E_f(CH_4)_{diff}$ são as emissões difusivas de CH₄ em um período sem cobertura de gelo, em quilograma de CH₄ por hectare por dia;
- $E_f(CH_4)_{bubble}$ são as emissões por bolhas de CH₄ em um período sem cobertura de gelo, em quilograma de CH₄ por ha por dia;
- $E_i(CH_4)_{diff}$ são as emissões difusivas de CH₄ no período com cobertura de gelo, em quilograma de CH₄ por ha por dia;
- $E_i(CH_4)_{bubble}$ são as emissões por bolhas de CH₄ no período com cobertura de gelo, em quilograma de CH₄ por ha por dia; e
- $A_{flood,total_surface}$ é a área total do reservatório, incluindo área inundada, lagos e rios, em hectare.

As emissões difusivas de metano são estabelecidas no Apêndice 3 do *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4* do IPCC (2006) de acordo com o clima da região onde se localiza o reservatório. Para este reservatório,

localizado em uma região tropical/úmida adota-se que as emissões difusivas são em torno de $0,63 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

As emissões por bolhas foram calculadas baseadas em medições realizadas em reservatórios brasileiros (Rosa *et al.*, 2002) e estima-se a emissão de $0,013 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, considerando a média das emissões dos reservatórios localizados no Paraná (Itaipu e Segredo) que constam no estudo de Rosa *et al.* (2002).

O termo das emissões para períodos com cobertura de gelo é desconsiderado, supondo que o reservatório nunca terá esta característica.

Fazendo todas essas considerações, calcula-se que cerca de $0,11 \text{ Gg CH}_4 \text{ ano}^{-1}$ serão emitidas.

Apesar disto, sabe-se que a escala do efeito estufa é global e o reservatório do empreendimento em licenciamento possui $4,58 \text{ km}^2$ (458 ha) de área, não sendo representativo para impacto na escala global. Além disso, a geração hidrelétrica é considerada uma forma limpa e renovável de energia, trazendo benefícios com a redução da liberação de gases estufa quando comparada a outras formas de geração como a térmica.

5.1.5. Ruídos

A área de influência do empreendimento é caracterizada pelo uso do solo predominantemente rural, apresentando em seu entorno fazendas destinadas a cultivos agrícolas, com predomínio de soja e milho, e criação de gado em áreas mais restritas. Na margem esquerda há também assentamento de famílias com lotes inseridos na área diretamente afetada pelo empreendimento. As edificações mais próximas ao barramento, casa de força e canteiro de obras previsto para a sua implantação, localizam-se a aproximadamente 1.000 metros a oeste (sede agrícola), e 800 metros a leste (sede agrícola). A área urbanizada mais próxima é a do município de Paulistânia, a aproximadamente 5,8 km em direção sudoeste. A configuração do uso do solo pode ser observada nos mapas deste tema em anexo (mapa 21, Anexo III), e na carta-imagem que contempla o empreendimento sobre imagem de satélite (mapa 01, Anexo III).

As fontes que contribuem para os níveis de pressão sonora atuais e medidos são essencialmente sons naturais, causados pelas corredeiras do rio e pela cachoeira à jusante do local previsto de barramento, pela ação dos ventos nas folhas da vegetação, animais silvestres e de criação, e eventualmente o trânsito de veículos, especialmente caminhões e maquinário empregado nos tratos culturais, colheita e transporte da produção agrícola, ou ainda veículos dos moradores da área rural. As rodovias existentes na região apresentam reduzida a nula contribuição aos níveis de pressão sonora, especialmente dada à distância (17 km para a rodovia BR 486, a oeste, e 16 km para a BR 272, a leste).

Para avaliação dos níveis de pressão sonora existentes na região, os quais podem ser considerados como o ruído de fundo ao qual as emissões sonoras geradas pelo empreendimento serão comparadas, foram realizadas medições na área de influência direta do empreendimento, nos períodos diurno e noturno.

A seleção dos locais considerou as futuras fontes geradoras, utilizando como um dos critérios a proximidade aos pontos previstos de implantação do barramento e da casa de força, e também o local de instalação do canteiro de obras. Por outro lado, foi avaliada a existência de propriedades rurais e moradias neste entorno próximo, já que são estes os locais com maior suscetibilidade a impactos derivados de emissões sonoras.

Foram definidos dois pontos para monitoramento diurno (identificados como PRD), e dois pontos para monitoramento noturno (identificados como PRN), considerando também a acessibilidade e condições de segurança.

Tabela 48 - Pontos de monitoramento de ruído.

Ponto	Período	Coordenadas UTM	Local
PRD1	Diurno	263696 / 7330117	Próximo ao local de barramento e cachoeira
PRD2	Diurno	262575 / 7329924	Próximo a sede agrícola
PRN1	Noturno	263696 / 7330117	Próximo ao local de barramento e cachoeira
PRN2	Noturno	262575 / 7329924	Próximo a sede agrícola

As medições foram realizadas com medidor de pressão sonora ICEL DL-4200 (tipo 2, certificado Calibratec 6931/11, de 10/05/2011), em modo de leitura *fast*, faixa de leitura compatível com os níveis locais, curva de ponderação A. A calibração do medidor foi realizada antes e depois das medições com o calibrador ICEL CD-6000 (tipo 2, certificado Calibratec 6930/11, de 10/05/2011).

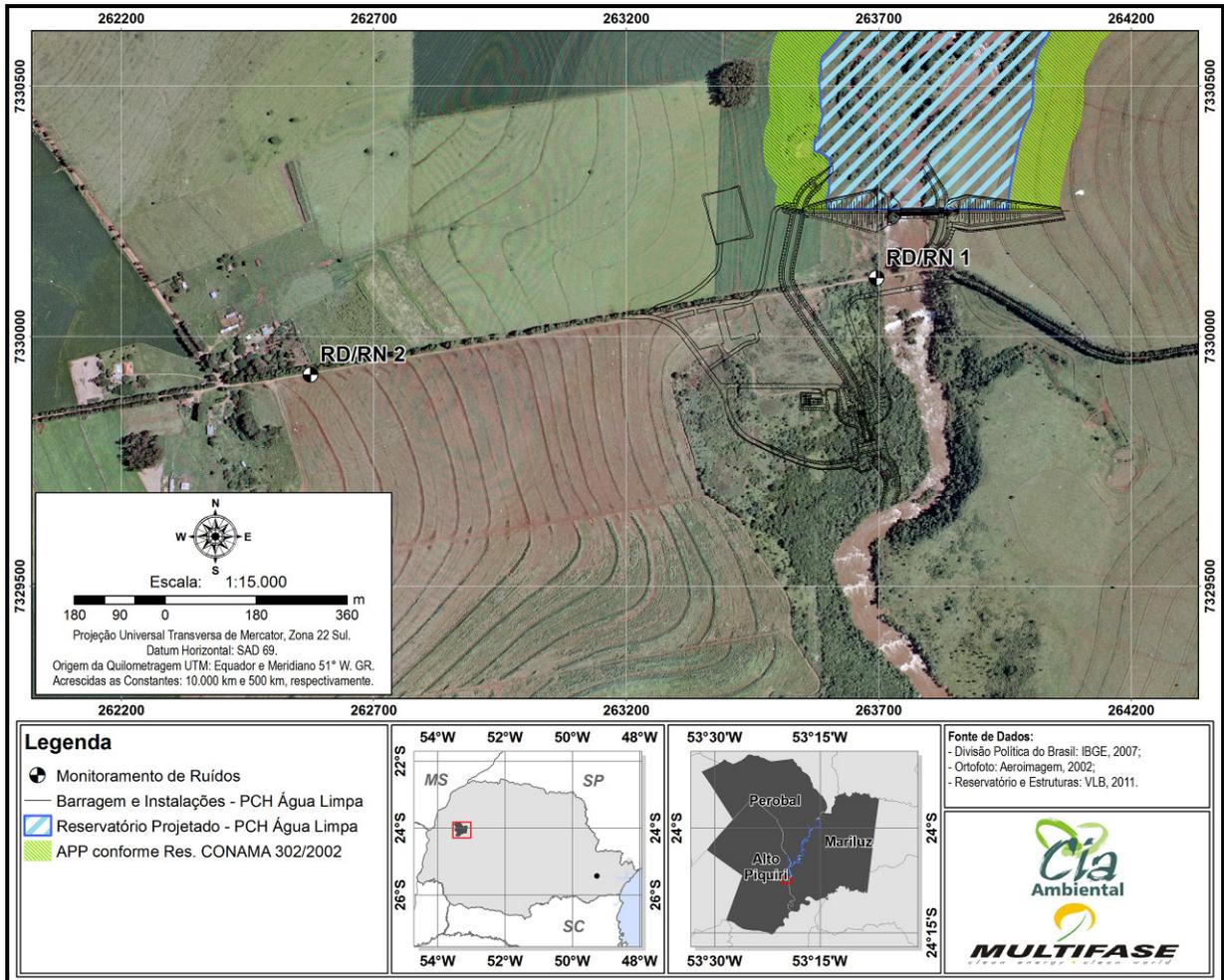


Figura 118 - Indicação dos pontos de medição de ruído sobre ortofoto.

Os resultados registrados no *data-logger* do equipamento são apresentados nos gráficos a seguir. Dada a pequena variabilidade identificada na leitura, as medições foram realizadas por aproximadamente 2 minutos.

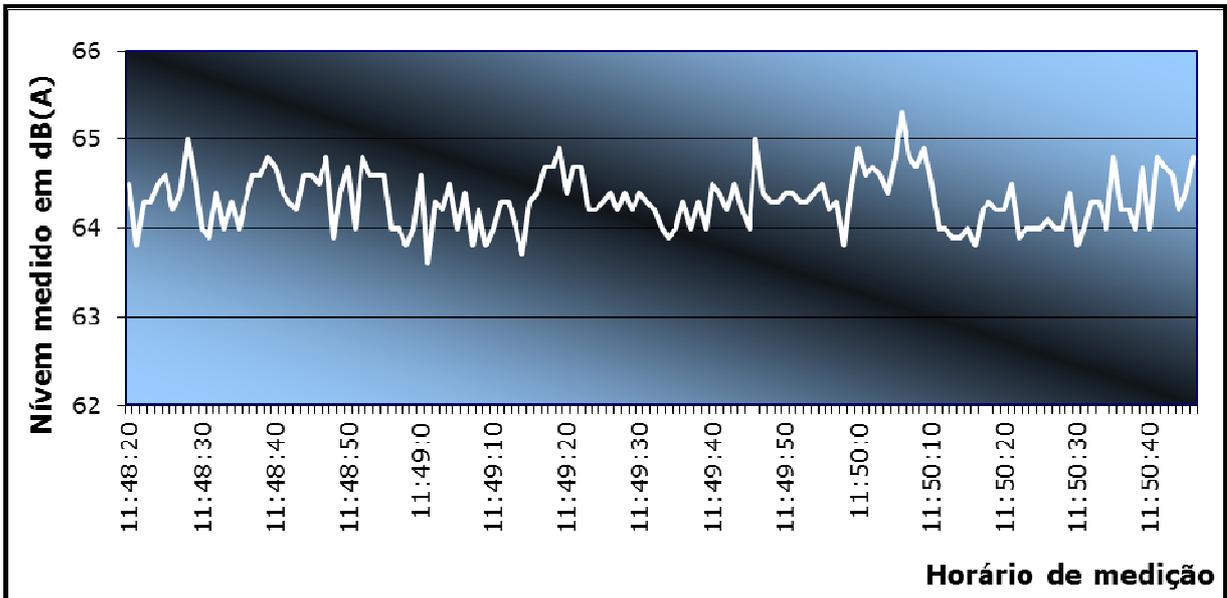


Figura 119 – Registros de nível de pressão sonora no ponto PRD1, em intervalos de 01 segundo.

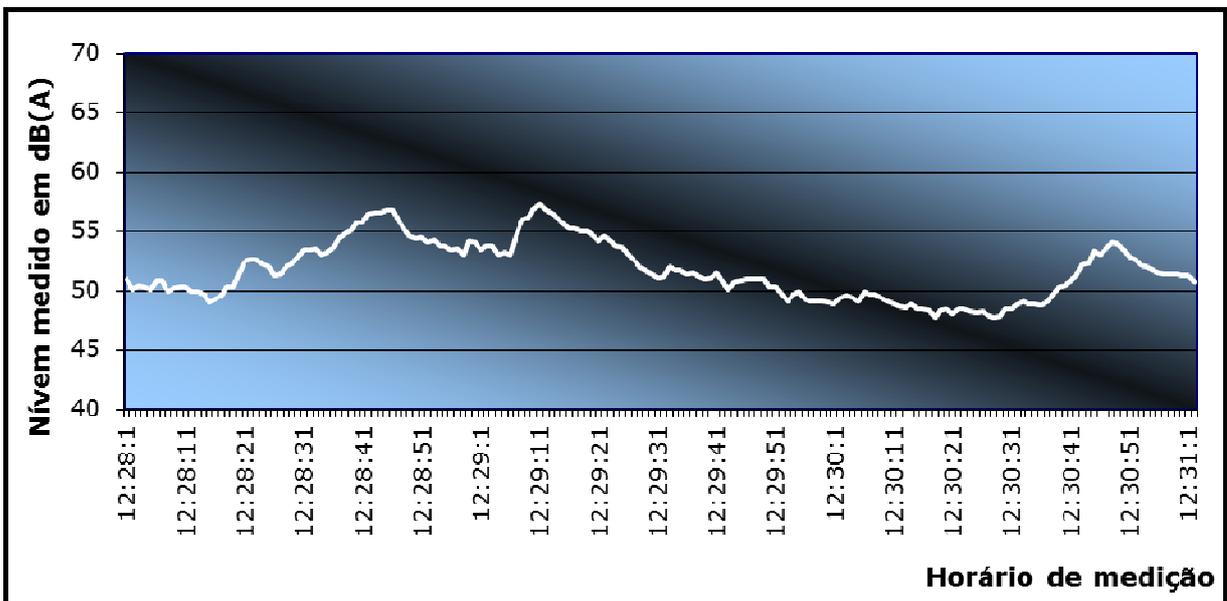


Figura 120 – Registros de nível de pressão sonora no ponto PRD2, em intervalos de 01 segundo.

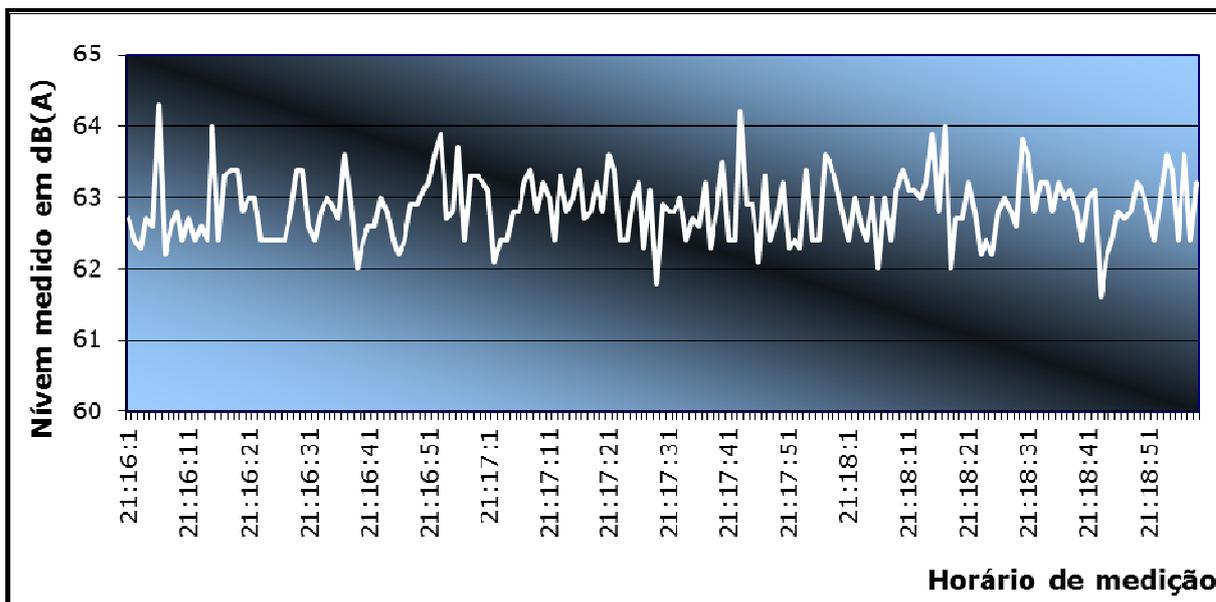


Figura 121 – Registros de nível de pressão sonora no ponto PRN1, em intervalos de 01 segundo.

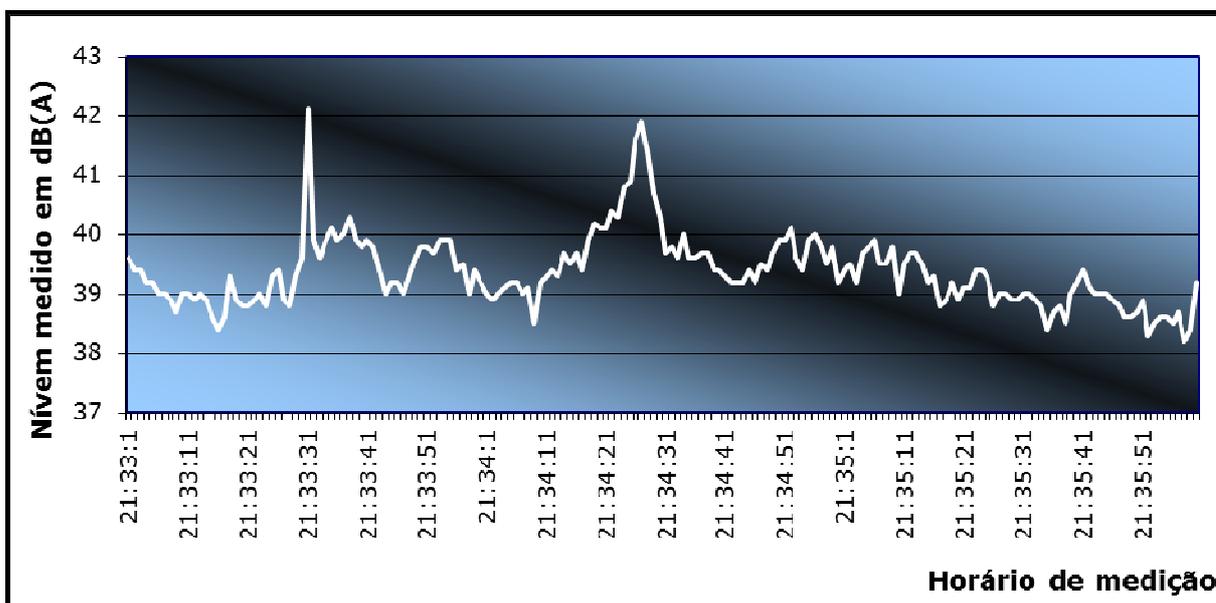


Figura 122 – Registros de nível de pressão sonora no ponto PRN2, em intervalos de 01 segundo.

Os níveis de pressão sonora equivalentes, calculados conforme equação apresentada no anexo A da norma ABNT NBR 10.151:2000 (Acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade), são apresentados na sequência.

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Sendo:

L_{Aeq} : Nível de pressão sonora equivalente

L_i : Nível de pressão sonora medido na leitura "i"

n : Número de leituras

Tabela 49 - Níveis de pressão sonora equivalentes obtidos nas medições.

Ponto	LAeq (dBA)
RD1	64,33
RD2	52,96
RN1	62,85
RN2	39,59

Os resultados obtidos nos pontos RD1 e RN1 tem contribuição principalmente das corredeiras e da cachoeira do rio. Nos dois demais pontos (RD2 e RN2), a influência do rio passa a ser reduzida, sendo a principal contribuição a da ação dos ventos sobre folhas e outros sons naturais.

A resolução CONAMA n° 01/90 remete às normas NBR 10.151 e NBR 10.152, sendo que a primeira estabelece níveis máximos de pressão sonora de acordo com o horário e as características de uso e ocupação do solo. Estes níveis máximos são denominados como níveis de critério de avaliação (NCA), conforme a seguir:

Tabela 50 – NCA's em dB(A), constantes na NBR 10.151.

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151:2000.

Se o entorno já implicar em níveis de ruído ambiente (L_{ra}) acima dos apresentados nesta tabela, o valor de fundo passa a ser o nível de critério de avaliação.

Os resultados obtidos em todas as ocasiões superaram os NCA's estabelecidos na norma para área de sítios e fazendas. No período noturno o nível equivalente no entorno da sede agrícola foi inferior ao NCA referente a áreas residenciais urbanas, demonstrando que, mesmo superando o NCA aplicável, mantém um bom nível quanto ao conforto acústico da comunidade.

O ponto 1, no entorno da cachoeira, manteve-se com resultado na faixa de 62 a 65 dB(A), em ambos os períodos, demonstrando a relevância desta fonte para seu entorno imediato.

Apesar dos resultados não atenderem integralmente ao estabelecido na norma de referência, o nível de conforto acústico na área pode ser considerado bom, pois nas áreas próximas a habitações são todos valores reduzidos e com origens naturais, compatíveis em todas as oportunidades com o conforto acústico apropriado a áreas residenciais.

5.1.6. Prognóstico Ambiental Temático do Meio Físico

As usinas hidrelétricas utilizam a energia dos cursos hídricos para produzir eletricidade de forma renovável visto que aproveitam o recurso natural sem reduzir sua quantidade. A água corrente, cuja energia é convertida em eletricidade, volta inteiramente para o rio.

A bacia hidrográfica do rio Goio-Erê apresenta características propícias à geração hidrelétrica. Todos os estudos hidrológicos foram feitos e os projetos foram adequados ao regime hídrico local, considerando as vazões máximas para o dimensionamento das estruturas como barragem e também considerando a vazão ecológica remanescente no trecho ensecado do rio, no qual será mantida a vazão de 7,48 m³/s, já outorgada pela SUDERHSA (atual Instituto das Águas do Paraná).

Em se tratando do sistema hidrológico da região do reservatório, com a implantação da PCH, o padrão de escoamento é influenciado à montante e à jusante do reservatório. Os ambientes que antes eram lóticos podem tornam-se lênticos ou terem sua velocidade diminuída sensivelmente. Basicamente os fatores que mais influenciam na hidrodinâmica de um corpo hídricos são a morfologia (que pode ser representada pela batimetria), fatores meteorológicos como vento e radiação solar e o próprio volume de água do rio. No caso da formação de um reservatório, basicamente o que se alterará será apenas morfologia, pois o trecho se tornará mais largo e mais profundo. Esta mudança de cenário pode afetar algumas características do ambiente aquático, principalmente em termos de qualidade da água.

Com relação à geologia, a PCH Água Limpa está inserida no limite da Bacia do Paraná com a bacia Bauru. A unidade aflorante na porção sul da AID é a formação Serra Geral, enquanto que a norte é a formação Caiuá, pertencentes a bacia do Paraná e Bauru, respectivamente. Ocorrem, também, depósitos recentes, com maior expressão sobre os derrames basálticos, em que consistem em solo

coluvionar, argilosos, avermelhado, poroso e relativamente homogêneo. A sua gênese está relacionada à erosão de solos residuais das rochas ígneas.

A formação Serra Geral é composta essencialmente por basaltos toleíticos, andesi-basaltos e andesitos. A alteração destas rochas define solos do tipo latossolos e argissolos. Estes materiais possuem boa qualidade mecânica e resistência, assim, poderão ser utilizados como materiais de construção na fase de implantação da PCH. Do ponto de vista hidrogeológico esta unidade configura um aquífero fraturado livre e por vezes confinado. Já a formação Caiuá representa uma unidade arenosa recente. São arenitos finos a médios. Os solos desta unidade são arenosos e areno-argilosos. A unidade compõe um aquífero granular de comportamento livre.

O relevo da região é caracterizado por planaltos e chapadas, com vales pouco profundos separados por suaves ondulações em formas de tabuleiros relativos ao planalto de Campo Mourão e Umuarama, cuja modelagem é resultado das ações erosivas. A encosta no local em que será implantado o eixo da barragem possui perfil convexo. Ao longo da fase de operação da PCH prevê-se a possibilidade de aceleração de processos erosivos, principalmente, erosão hídrica, o que por sua vez, poderá definir instabilizações e assoreamento.

Na região prevista para implantação do empreendimento a espessura média de solo fica na ordem de 1,50 metros. O nível d'água tende a ser raso. Com a formação do reservatório este nível tenderá a aumentar, passando a ser aflorante.

O reservatório da usina da PCH Água Limpa não possuirá função de acumulação, operando a fio d'água. Ou seja, o projeto da usina já prevê conceitos que minimizam os impactos ambientais ao meio físico decorrentes da instalação e operação desse tipo de empreendimento.

5.2. Meio biótico

5.2.1. Ecossistemas Terrestres

5.2.1.1. Flora

Na década de 70 o programa RADAMBRASIL criou uma escola fitogeográfica adaptada a um sistema universal, baseada na proposta de ELLEMBERG & MUELLER-DOMBOIS, a qual se utilizava das características fisionômico-ecológicas da vegetação para classificar as diferentes fitofisionomias. Essa classificação da vegetação do RADAM sofreu algumas alterações por VELOSO e GÓES-FILHO (1982) e culminou com o trabalho intitulado “Classificação fisionômico-ecológica das formações neotropicais”. Tal proposta foi adotada pelo IBGE em 1991, instituindo o Sistema Fitogeográfico Brasileiro (VELOSO *et al.*, 1991).

Os biomas e formações originalmente presentes em determinada região e que não sofreram nenhuma alteração antrópica compõem o Sistema Primário de Vegetação.

A partir do abandono de áreas de uso agropecuário, de mineração, corte raso de florestas nativas ou plantadas, ocorre a ocupação gradual do solo pela vegetação. No caso da pecuária, o processo de sucessão inicia-se em estágio mais avançado que aquele com solo nu. Assim como o processo sucessional secundário, os cultivos agrícolas, pastagens e reflorestamentos resultam de ação antrópica e também constituem o Sistema Secundário de Vegetação.

Com base nesses preceitos e na Resolução do CONAMA nº 002/94, segue a descrição da vegetação original e atual da área do empreendimento.

5.2.1.1.1. Vegetação Original

A ADA e a AID do empreendimento, estão às margens do rio Goio-Erê, recobrando parte dos municípios de Mariluz, Alto Piquiri e Perobal, no Estado do Paraná. Nessas áreas, originalmente eram observadas as seguintes tipologias vegetacionais:

- Floresta Estacional Semidecidual;
- Formação Pioneira com Influência Flúvio-Lacustre.

Em seguida são descritas as principais características dessas tipologias.

✓ **Floresta Estacional Semidecidual**

Também conhecida como Floresta Tropical Subcaducifólia, é uma região florística florestal caracterizada pela perda de 20 a 50% de folhas no conjunto florestal, daí resultando na terminologia “semidecidual” ou “subcaducifólia”. Essa decidualidade parcial é originária da ocorrência de duas estações climáticas bem definidas, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, porém com seca fisiológica provocada pelo rigoroso frio do inverno (VELOSO *et al.*, 1991).

Neste domínio florístico ocorrem variações de espécies conforme a formação em questão. As espécies arbóreas características deste domínio florístico são *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo), *Galesia integrifolia* (pau-d’alho), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim), *Peltophorum dubium* (canafístula) e *Cordia trichotoma* (louro-pardo) (LEITE & KLEIN, 1990).

Floresta Estacional Semidecidual Aluvial

Esta formação se estabelece ao longo dos cursos de água ocupando terrenos aluvionares e depressões inundáveis. Geralmente ocorrendo nas margens

desses rios e nas áreas sujeitas a inundação nos períodos de cheias, onde estão os solos aluviais (VELOSO *et al.*, 1991).

As principais espécies arbóreas observadas são *Tapirira guianensis*, *Croton urucurana* (sangra-d'água), *Inga vera* (ingá), *Salix humboldtiana* (salgueiro), *Protium heptaphyllum* (almecega), *Trichilia* sp., *Tabebuia heptaphylla* (piúva), *Copernicia alba* (carandá) e eventualmente *Calophyllum brasiliense* (OLIVEIRA-FILHO e FLUMINHAN-FILHO, 1999; VILELA *et al.*, 2000).

Em levantamento florístico realizado em áreas de inundação periódica às margens do rio Paranapanema por BAITELLO *et al.* (1988) na Floresta Estadual do Morro do Diabo, estado de São Paulo, observou-se que a família botânica de maior representatividade é Fabaceae, seguida por Rutaceae, Meliaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, e Myrtaceae. Tais famílias, em conjunto, representavam cerca de 56% das espécies. Dentre essas espécies, pode-se citar *Holocalyx balansae* (alecrim-de-campinas), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Lonchocarpus muehlbergianus* (feijão-cru), *Machaerium stipitatum* (sapuvinha), *Myrocarpus frondosus* (cabreúva), *Pterogine nitens* (amendoim-bravo), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim), *Cedrella fissilis* (cedro), *Guarea guidonia* (marinheiro), *Trichilia catigua* (catiguá), *Trichilia pallida* (baga-de-morcego), *Endlicheria paniculata* (canela-frade), *Nectandra megapotamica* (canelinha), *Ocotea corymbosa* (canela), *Alchornea triplinervea* (tapiá), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Campomanesia guaviroba* (guavirova), *Eugenia brasiliensis* (grumixama), entre outras.

Floresta Estacional Semidecidual Submontana

Esta formação da floresta subcaducifólia ocorre nas encostas e porções baixas dos planaltos interioranos, em altitudes compreendidas entre 50 e 500 m s.n.m., onde o solo e o regime hídrico não são fatores limitantes para o desenvolvimento de tal tipologia vegetal (VELOSO *et al.*, 1991).

As principais espécies arbóreas associadas a essa formação são pertencentes aos gêneros *Hymenea* (jatobá), *Copaifera* (copaíba), *Peltophorum* (canafístula), *Astronium*, *Tabebuia*, entre outros (VELOSO *et al.*, 1991).

Em um levantamento fitossociológico realizado na Estação Ecológica do Caiuá, no município de Diamante do Norte, estado do Paraná, encontrou-se que as principais espécies de ocorrência da área em termos de Índice de Valor de Importância (IVI) são *Sloanea monosperma* (sapopema), *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho), *Guarea guidonea* (marinheiro), *Trichilia casaretti* (amarelinho), *Chrysophyllum gonocarpum* (guatambú-de-sapo), *Guarea kunthiana*, *Nectandra cuspidata* (canela), *Campomanesia xanthocarpa* (guaviroba) e *Endlicheria paniculata* (canela-frade). Tais espécies juntas foram responsáveis por cerca de 60% do IVI naquele local de estudo (JANDOTI, 2009).

✓ **Formação Pioneira com Influência Flúvio-Lacustre**

As várzeas aluviais ocorrem em terraços aluvionares ou ainda em planícies sujeitas a inundação pelas cheias dos rios, por retenção de águas fluviais ou pluviais (VELOSO *et al.*, 1991).

Em um primeiro estágio, a vegetação de várzea geralmente é formada por uma espécie dominante. O aumento da biodiversidade e complexidade destes ambientes se dá à medida que evoluem, chegando a possuir estrato arbóreo. A espécie cosmopolita *Typha domingensis* (taboa) é a mais representativas na ocupação inicial destes ambientes em conjunto com espécies dos gêneros *Cyperus* e *Juncus* (VELOSO *et al.*, 1991).

5.2.1.1.2. Vegetação Atual

Após décadas de colonização no norte paranaense, as florestas que se prestaram à indústria madeireira da época foram substituídas por cafezais e estes, posteriormente, por soja e cana-de-açúcar. Atualmente observa-se um mosaico com características essencialmente agrícolas.

Nas áreas de influência do empreendimento, restam alguns remanescente contínuos de Floresta Estacional Semidecidual, os quais foram mantidos em função de exigências legais, como as áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais. Embora em alguns casos apresentem estrutura avantajada, estão em sua maioria empobrecidos florística e estruturalmente e invariavelmente se enquadram em fases de sucessão ecológica secundária, principalmente devido à exploração madeireira seletiva.

✓ **Metodologia**

Após definição das áreas de influência do empreendimento, procedeu-se com a análise de imagens dos sensores orbitais SPOT de 2005, CBERS de 2009 e imagens disponíveis no software Google Earth de 2010 com a finalidade de se obter um mapa de uso e cobertura do solo preliminar.

De posse do mapa e de imagens de satélite impressos, realizou-se o levantamento de campo entre os dias 26 de julho e 7 de agosto e entre os dias 25 e 30 de agosto de 2011, buscando-se corrigir eventuais falhas de interpretação das imagens, além de realizar o levantamento fitossociológico.

O levantamento fitossociológico foi concentrado nas áreas de vegetação nativa que sofrerão corte em função do enchimento do lago artificial. A caracterização florística da ADA e da AID resultou em um mapa de uso e cobertura do solo com ênfase no estado atual da vegetação nativa, o qual pode ser visto em

anexo (Anexo III – mapa 21). As coordenadas geográficas das unidades amostrais são apresentadas na tabela 51 e podem ser visualizadas no mapa de pontos de campo (Anexo III – mapa 25).

O processo amostral utilizado foi a Amostragem Sistemática com Múltiplos Inícios Aleatórios com estratificação por estágio sucessional, onde duas unidades amostrais são contíguas, sendo este conjunto alocado aleatoriamente múltiplas vezes dentro de cada estrato adotado.

Para a execução do levantamento fitossociológico, percorreu-se as duas margens do rio Goio-Erê na ADA em fragmentos representativos, efetuando-se a amostragem com parcelas temporárias de 100 m² (10 x 10 m) geminadas. Devido ao caráter temporário da amostragem, não se utilizou de marcações de parcelas ou dos indivíduos amostrados. Utilizou-se uma trena graduada esticada no centro da parcela por uma extensão de 20 m, estabelecendo a primeira parcela até os 10 m da trena e a segunda, entre 10 e 20 m. Desta forma se considerou cinco metros para cada lado da trena como área da parcela (figura 123).



Figura 123 – Aspecto da trena no centro da unidade amostral.

Foram alocadas 48 unidades amostrais (parcelas) acompanhando a curva de nível real do terreno, perfazendo um total de 0,48 ha amostrados. Deste montante, 8 parcelas (0,08 ha) foram alocadas em Estágio Inicial Arbóreo, 24 (0,24 ha) em Estágio Médio e 16 (0,16 ha) em Estágio Avançado. Todas as unidades amostrais tiveram as coordenadas geográficas obtidas com auxílio de receptor GPS, as quais podem ser vistas na tabela 51.

Tabela 51 – Coordenadas geográficas das unidades amostrais medidas durante o levantamento fitossociológico com os respectivos estágios sucessionais, em UTM, Datum SAD69, fuso 22S

Unidade Amostral	Tipologia	Latitude	Longitude	Altitude	Azimute	Estágio Sucessional
F1P01	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264704,81	7331296,99	328	260	Médio
F1P02	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264694,96	7331295,25	328	260	Médio
F1P03	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264596,16	7331321,40	322	337	Avançado
F1P04	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264592,25	7331330,61	322	337	Avançado
F1P05	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264488,79	7331419,74	316	344	Médio
F1P06	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264481,85	7331426,93	316	344	Médio
F1P07	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264392,10	7331602,19	327	20	Avançado
F1P08	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264395,52	7331611,59	327	20	Avançado
F1P09	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264300,20	7331833,59	316	337	Avançado
F1P10	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264296,29	7331842,79	316	337	Avançado
F1P11	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266326,40	7334889,06	344	290	Avançado
F1P12	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266317,00	7334892,48	344	290	Avançado
F1P13	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266066,38	7334832,83	332	234	Médio
F1P14	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266058,29	7334826,95	332	234	Médio
F1P15	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265734,96	7334695,75	330	85	Médio
F1P16	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265744,92	7334696,63	330	85	Médio

Unidade Amostral	Tipologia	Latitude	Longitude	Altitude	Azimute	Estágio Sucessional
F1P17	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265432,62	7334770,45	317	348	Médio
F1P18	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265430,54	7334780,24	317	348	Médio
F1P19	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265082,67	7335004,92	330	110	Médio
F1P20	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	265092,07	7335001,50	330	110	Médio
F1P21	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264927,15	7334361,35	315	71	Avançado
F1P22	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264936,61	7334364,60	315	71	Avançado
F1P23	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264773,75	7334046,35	313	32	Médio
F1P24	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264779,05	7334054,83	313	32	Médio
F1P25	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264412,16	7333834,61	330	124	Avançado
F1P26	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	264420,45	7333829,02	330	124	Avançado
F1P27	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	263898,18	7333574,80	325	106	Avançado
F1P28	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	263907,79	7333572,04	325	106	Avançado
F2P01	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266347,63	7336741,57	323	80	Inicial
F2P02	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266357,48	7336743,31	323	80	Inicial
F2P03	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266577,26	7336713,17	306	113	Médio
F2P04	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266586,47	7336709,26	306	113	Médio
F2P05	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266852,21	7336714,96	323	90	Médio
F2P06	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266862,21	7336714,96	323	90	Médio
F2P07	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267195,93	7336737,97	312	329	Inicial Arbóreo
F2P08	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267190,78	7336746,54	312	329	Inicial Arbóreo
F2P09	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267186,14	7337051,27	327	202	Médio
F2P10	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267182,39	7337042,00	327	202	Médio
F2P11	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267028,52	7337420,12	327	150	Médio

Unidade Amostral	Tipologia	Latitude	Longitude	Altitude	Azimute	Estágio Sucessional
F2P12	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	267033,52	7337411,46	327	150	Médio
F2P13	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266813,13	7339620,27	323	180	Inicial Arbóreo
F2P14	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	266813,13	7339610,27	323	180	Inicial Arbóreo
F3P01	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268594,62	7341963,22	331	337	Média
F3P02	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268604,19	7341966,14	331	337	Média
F3P03	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268766,69	7342274,47	329	359	Inicial
F3P04	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268766,51	7342284,47	329	359	Inicial
F3P05	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268720,43	7342082,37	333	243	Avançado
F3P06	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	268711,52	7342077,83	333	243	Avançado

Na coleta de dados foram tomados os valores de PAP (Perímetro a Altura do Peito – 1,30 m, em centímetros), altura total (H, em metros) e ponto de inversão morfológica (PIM, em metros) de todos os indivíduos arbóreos com PAP igual ou superior a 15 cm. Além desses dados, foi anotada a espécie a que pertencia cada indivíduo amostrado. Na impossibilidade de realizar a identificação das espécies *in loco*, procedeu-se com a coleta e herborização de material botânico para posterior avaliação por especialista botânico ou por comparação com literatura especializada. Todos os dados de campo foram anotados em ficha padronizada (figura 124). As fichas de campo, compiladas em planilhas eletrônicas, estão disponíveis no Anexo VII.



Figura 124 – Coleta de dados de campo em ficha padronizada.

Vale ressaltar que diante da estacionalidade da Floresta Estacional Semidecidual e do período em que se realizou o levantamento fitossociológico, muitas espécies puderam ser identificadas somente ao nível de gênero ou família, uma vez que não possuíam folhas ou mesmo material fértil naquele momento para coleta. Outras poucas nem mesmo ao nível de família, ficando assim caracterizadas como morfoespécie nos resultados.

De posse dos dados e identificações botânicas, criou-se um banco de dados com auxílio do *software* Microsoft Access 2010, com tabelas específicas para Famílias, Espécies, Amostras, Parcelas e Estágio Sucessional. Em seguida procedeu-se com o processamento dos dados com o uso do *software* Mata Nativa 2.0, do qual se obteve os seguintes valores de estrutura horizontal para cada espécie: área basal, densidades absoluta e relativa, frequências absoluta e relativa, dominâncias absoluta e relativa, valor de cobertura e valor de importância. Além desses valores, foram obtidos ainda os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e de Equabilidade de Pielou (J') para as comunidades amostradas, considerando-se como comunidade cada um dos estágios sucessionais.

A seguir são descritos esses parâmetros utilizados para a análise fitossociológica, conforme MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG (1974) e MAGURRAN (1988).

Parâmetros Fitossociológicos:

Frequência:

Este parâmetro diz respeito à probabilidade de se observar determinada espécie em uma unidade amostral. Espécies com grande frequência ocorrem, senão em todas, na maioria das unidades amostrais de determinada comunidade. As formulas adotadas para estimar Frequência Absoluta e Relativa estão a seguir.

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_T} \right) \cdot 100$$

$$FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^P FA_i} \right) \cdot 100$$

Onde:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie;

FR_i = frequência absoluta da i-ésima espécie;

u_i = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

u_T = número total de unidades amostrais; e

P = número de espécies amostradas.

Densidade:

Este parâmetro trata da quantidade de indivíduos de determinada espécie observados em uma dada área. Espécies com alta densidade possuem muitos indivíduos em uma unidade amostral, por sua vez, espécies com baixa densidade possuem um ou poucos indivíduos por parcela. As fórmulas para calcular as Densidades Absoluta e Relativa são mostradas a seguir.

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

$$DR_i = \frac{DA_i}{DT} \cdot 100$$

$$DT = \frac{N}{A}$$

Onde:

DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie; em número de indivíduos por hectare

n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;

N = número total de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada, em hectares;

DR_i = densidade relativa (%) da i-ésima espécie; e

DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare.

Dominância:

A dominância de determinada espécie é relacionada ao tamanho da projeção de copa de seus indivíduos. Como o diâmetro de copa é uma variável de difícil obtenção em campo e a Área Basal (AB) é um parâmetro proporcional, adota-se tal valor por unidade de área como Dominância. As fórmulas de cálculo das Dominâncias Absoluta e Relativa são dadas a seguir.

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A}$$

$$DoR = \frac{DoA}{DoT} \cdot 100$$

$$DoT = \frac{ABT}{A}$$

$$ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

Onde:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

AB_i = área basal da i-ésima espécie, em m²;

A = área amostrada, em hectares;

DoR_i dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

DoT = dominância total, em m²/ha; e

ABT = área basal total, em m².

Valor de Importância:

O Valor de Importância é um parâmetro sintético resultante do somatório de Densidade Relativa, Frequência Relativa e Dominância relativa de determinada espécie. Diz respeito à importância que determinada espécie possui na comunidade. Seu valor máximo é de 300 e pode ser expresso em termos percentuais com o VI%. As fórmulas para o cálculo do parâmetro são verificadas abaixo.

$$VI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$$

$$VI_i(\%) = \frac{VI_i}{3}$$

Valor de Cobertura:

Assim como o Valor de Importância, também é um parâmetro sintético e resulta do somatório de Densidade Relativa e Dominância Relativa de determinada espécie. Trata da cobertura de copa que uma dada espécie possui na comunidade avaliada.

$$VC_i = DR_i + DoR_i$$

$$VC_i(\%) = \frac{VC_i}{2}$$

Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')

Este índice diz respeito à riqueza e uniformidade de espécies de determinada comunidade, considerando igual peso entre espécies raras e abundantes. A fórmula de cálculo deste índice pode ser observada abaixo.

$$H' = \frac{[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)]}{N}$$

Onde:

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

S = número de espécies amostradas; e

\ln = logaritmo de base neperiana (e).

Índice de Equabilidade de Pielou (J'):

Assim como o índice de Diversidade de Shannon-Weaver, também trata da riqueza e uniformidade de espécies de uma dada comunidade. Entretanto, possui valores que vão de 0 a 1, onde 1 representa a máxima diversidade.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Onde:

J' = índice de Equabilidade de Pielou;

$H'_{max} = \ln(S)$ = diversidade máxima; e

S = número de espécies amostradas = riqueza.

Sistema de Sucessão Natural:

Estágios de Sucessão Secundária

O IBGE (1992) utiliza cinco fases de sucessão secundária, considerando a primeira como não lenhosa. Para este estudo utilizou-se da segunda à quinta fase, uma vez que a primeira não ocorre na área em questão. A segunda fase é considerada aqui como Estágio Inicial Herbáceo-Arbustivo, a terceira como Estágio Inicial Arbóreo, a quarta como Estágio Médio e a quinta como Estágio Avançado.

a) Estágio Inicial Herbáceo-Arbustivo:

Esta fase da sucessão vegetal é popularmente conhecida como capoeirinha. É composta de vegetação herbácea e arbustiva, sendo esta última em baixa ou alta densidade, dependendo do tempo de colonização vegetal da área.

Em geral este estágio é composto principalmente por herbáceas gramíneas do gênero *Paspalum*, solanáceas do gênero *Solanum*, compostas dos gêneros *Mikania* e *Vernonia*, entre outras. Entre as arbustivas observam-se compostas do gênero *Baccharis* e melastomatáceas dos gêneros *Leandra*, *Miconia* e *Tibouchina* (VELOSO *et al.*, 1991).

b) Estágio Inicial Arbóreo:

Conhecida também como capoeira rala, este estágio é composto em sua maioria por espécies arbóreas, geralmente ocorrendo o domínio de mais de 60% da vegetação por uma única espécie arbórea.

Nesta fase geralmente o gênero *Baccharis* ainda está presente, além de reduzida quantidade de herbáceas. O gênero *Vernonia* aparece aqui com maior expressão e com indivíduos de maior porte.

c) Estágio Médio:

Chamada popularmente de capoeira, apresenta maior complexidade estrutural e florística quando comparada com a fase anterior. Neste estágio é perceptível a presença ao menos de dois estratos arbóreos verticais bem definidos e de maior número de espécies vegetais.

As espécies que comumente compõem esta fase de sucessão são *Peltophorum dubium*, *Hyeronima alchorneoides*, *Syagrus romanzoffiana*, *Anadenanthera colubrina*, entre outras.

d) Estágio Avançado:

Fase sucessional conhecida como capoeirão, já considerada como floresta propriamente dita. Apresenta três ou mais estratos arbóreos e tem porte superior a 15 metros de altura, composto principalmente por espécies secundárias tardias e clímax. As epífitas e lianas lenhosas tornam-se frequentes.

São comuns nesses ambientes principalmente as espécies *Aspidosperma polyneuron* (peroba), *Astronium urundeuva* (guaritá), *Machaerium stipitatum* (sapuvinha), *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Peltophorum dubium* (canafístula).

Agropecuária

Resulta do uso direto do solo pelo homem, seja ele para plantio ou pastoreio do gado. Muitas vezes o uso extensivo do solo para Pastagem resulta da remoção da floresta e plantio de forrageiras para a alimentação de equinos, bovinos, ovinos e caprinos.

Outra situação deste uso trata dos Cultivos Agrícolas, os quais são feitos com culturas cíclicas, como milho, soja, fumo e cana-de-açúcar ou com culturas permanentes, caso da fruticultura de uma forma geral.

Reflorestamento

Corresponde aos plantios monoculturais equiâneos de espécies florestais como as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, além de outras que eventualmente são cultivadas com fins comerciais ou paisagísticos, enquadram-se no uso antrópico do solo como reflorestamentos.

✓ **Resultados**

De uma forma geral o que se observa em termos vegetacionais na AID é um mosaico de culturas agropecuárias em conjunto com diferentes estágios sucessionais (figura 125). A maior parte da AID é coberta por monoculturas

agrícolas e pastagens, concentrado a vegetação nativa nas margens dos rios e córregos e em áreas de Reserva Legal.

Em termos sucessionais, pôde-se observar uma vegetação nativa composta principalmente por estágio médio de sucessão secundária. As áreas com estágio médio e avançado possuem boa representatividade por haver grandes extensões de áreas florestadas em Reserva Legal, porém com estrutura bastante alterada por cortes seletivos pretéritos.



Figura 125 – Aspecto geral do mosaico florístico da área do empreendimento.

Floresta Estacional Semidecidual Aluvial – Formações Secundárias

As composições secundárias da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial estão associadas principalmente à caixa de inundação do rio Goio-Erê e a meandros abandonados, nos quais a pedogênese remete à deposição aluvionar. Está presente ainda nas margens dos córregos e pequenos rios tributários do rio Goio-Erê.

Os resultados da avaliação fitossociológica das comunidades arbóreas são sintetizados na tabela 52, os quais são detalhados em itens específicos.

Tabela 52 - Informações básicas sobre a amostragem, estrutura horizontal e diversidade das comunidades vegetais estudadas.

Parâmetros	Estágios Sucessionais		
	Estágio Inicial Arbóreo	Estágio Médio	Estágio Avançado
Número de parcelas	8	24	16
Área total de amostragem (ha)	0,08	0,24	0,16
Nº de indivíduos amostrados	175	329	198
Densidade indivíduos (ind/ha)	2187,50	1370,83	1237,50
Área basal (m ² /ha)	35,9625	26,8508	27,6000
Diâmetro médio (cm)	9,99	12,34	12,28
Altura média (m)	10,2	10,0	9,8
Número de espécies	42	73	55
Número de famílias	20	31	25
Índice de Shannon-Weaver	2,93	3,76	3,44
Índice de Pielou	0,78	0,88	0,86

a) Estágio Inicial Herbáceo-Arbustivo:

Esta fase de sucessão secundária é composta essencialmente por gramíneas provenientes de pastagens adjacentes ou que por ventura tenham ocupado as áreas atualmente recobertas por cultivos agrícolas.

É observado em locais onde houve abandono de pastagem ou cultura agrícola para recente composição de Área de Preservação Permanente (APP) (figura 126). Em termos de composição florística, destacam-se espécies do gênero *Brachiaria*, além de *Panicum maximum* (capim-colonião) e outras da família

Asteraceae. São comuns espécies arbóreas dos estágios posteriores dispostas de forma esparsas ou ainda em fase emergente.



Figura 126 – Aspecto de Estágio Inicial Herbáceo-Arbustivo da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual.

b) Estágio Inicial Arbóreo:

Este estágio ocorre após o estabelecimento de espécies arbóreas pioneiras ou secundárias iniciais, o qual pode ser composto por até 60% de uma única espécie arbórea.

Para este estágio foram utilizadas 8 parcelas, amostrando 175 indivíduos de 42 espécies diferentes distribuídos entre 20 famílias botânicas (tabela 53).

Tabela 53 - Lista de espécies de flora do Estágio Inicial Arbóreo da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual na ADA.

Família	Nome Científico	Nome Comum
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pomba
ANNONACEAE	<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum-cagão
APOCYNACEAE	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> (A. DC.) Miers	leiteiro
COMBRETACEAE	<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	amarelinho
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	tapiá

Família	Nome Científico	Nome Comum
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilho
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	embira-de-sapo
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart. ex Benth	feijão-crú
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuvinha
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico-branco
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timburi, timbaúva
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico
INDETERMINADA	Indeterminada 2	
LAURACEAE	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha
LAURACEAE	<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer	canelão-amarelo
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo
MORACEAE	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira-mata-pau
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	guamirim-facho
MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabirova
MYRTACEAE	<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.	guamirim-burro
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp1	cambuí
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp2	
MYRTACEAE	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	cambuí
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-chorão
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	araçá-do-mato
MYRTACEAE	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	piúna
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	louro-branco
POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	pessegueiro-bravo
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim
RUTACEAE	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	amarelinho
RUTACEAE	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	jaborandi
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga
SALICACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	espeteiro
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-bravo
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. eEx Niederl	vacum
SAPINDACEAE	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	cuvatã
SAPINDACEAE	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguai

O maior DAP (Diâmetro a Altura do Peito) observado foi de *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva) com 39 cm. O menor DAP foi de *Sebastiania*

commersoniana (branquilha), com 4,77 cm. Em relação às alturas totais, observou-se a máxima com *Helietta apiculata* (amarelinho) com 31 m e a mínima de 3 m com *Eugenia hiemalis* (guamirim-burro). A altura de *Helietta apiculata* em uma área de estágio inicial é explicada pelo fato de haver árvores remanescentes da floresta primária ou mesmo de uma floresta secundária em estágio avançado de sucessão.

Dentre as 20 famílias botânicas com espécies presentes, destaca-se principalmente Euphorbiaceae, a qual sozinha responde por pouco mais de 30% dos indivíduos da comunidade (figura 127).

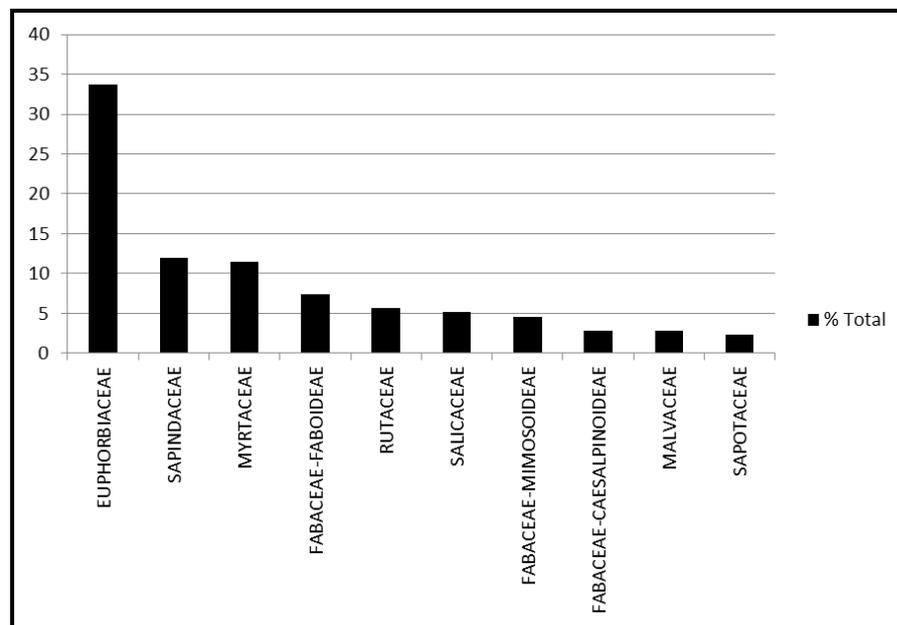


Figura 127 – Percentual de indivíduos arbóreos das 10 principais famílias botânicas presentes no Estágio Inicial Arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

No presente caso, observou-se este estágio composto principalmente por *Sebastiania commersoniana*, uma vez que o Valor de Importância (VI%) desta espécie foi de 22,22 (figura 128). Já a segunda espécie de maior VI% é *Matayba elaeagnoides* (miguel-pintado), com valor de 9,43 (figura 129 e tabela 54). A diferença em termos de VI% entre a primeira e a segunda espécie demonstra uma alta dominância por *Sebastiania commersoniana*, pronunciada principalmente pela alta densidade, fato típico para esta espécie em estágio inicial de ambientes aluviais.

Matayba elaeagnoides possui também VI% pouco maior que o dobro em relação à terceira espécie, *Peltophorum dubium* (canafístula), evidenciando a codominância do miguel-pintado nos ambientes onde ocorre.



Figura 128 – Aspecto de Estágio Inicial Arbóreo da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual com *Sebastiania commersoniana*.

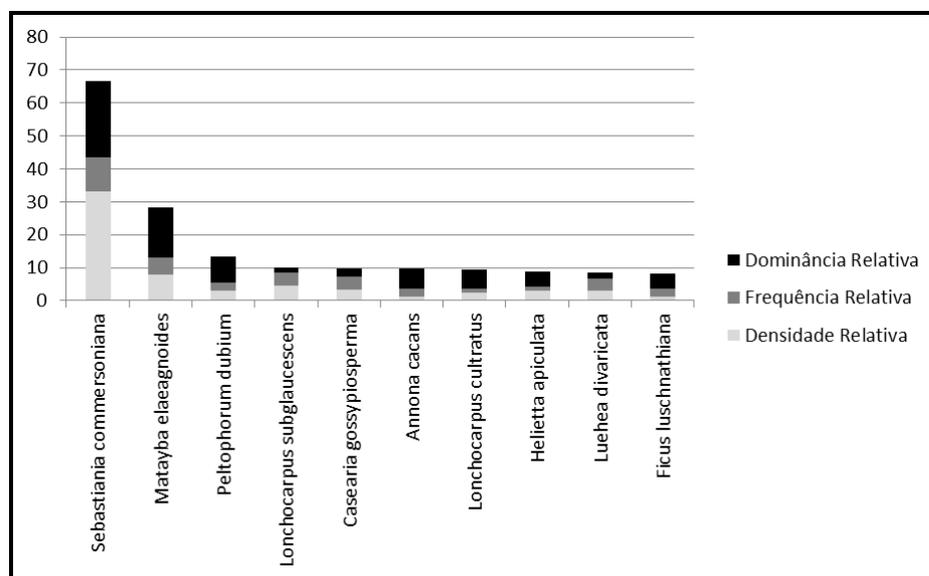


Figura 129 – Valor de Importância (VI) das 10 principais espécies arbóreas presentes no Estágio Inicial Arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Tabela 54 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas do Estágio Inicial Arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,6657	33,14	10,39	23,14	28,14	22,22
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,4342	8	5,19	15,09	11,55	9,43
<i>Peltophorum dubium</i>	0,2267	2,86	2,6	7,88	5,37	4,45
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	0,0422	4,57	3,9	1,47	3,02	3,31
<i>Casearia gossypiosperma</i>	0,0709	3,43	3,9	2,46	2,95	3,26
<i>Annona cacans</i>	0,1708	1,14	2,6	5,94	3,54	3,23
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	0,1673	2,29	1,3	5,82	4,05	3,13
<i>Helietta apiculata</i>	0,1297	2,86	1,3	4,51	3,68	2,89
<i>Luehea divaricata</i>	0,0459	2,86	3,9	1,6	2,23	2,78
<i>Ficus luschnathiana</i>	0,1300	1,14	2,6	4,52	2,83	2,75
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,0522	2,29	3,9	1,81	2,05	2,67
<i>Eugenia sp2</i>	0,0564	2,86	2,6	1,96	2,41	2,47
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,0341	2,29	3,9	1,19	1,74	2,46
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,0129	2,29	3,9	0,45	1,37	2,21
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,0307	2,86	2,6	1,07	1,96	2,17
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,0453	2,29	2,6	1,58	1,93	2,15
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,0692	1,14	2,6	2,41	1,77	2,05
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,1194	0,57	1,3	4,15	2,36	2,01
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,0495	1,14	2,6	1,72	1,43	1,82
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0,0148	2,29	2,6	0,52	1,4	1,8
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	0,0206	1,71	2,6	0,71	1,21	1,68
<i>Cupania vernalis</i>	0,0353	1,14	2,6	1,23	1,19	1,66
<i>Terminalia triflora</i>	0,0272	1,14	2,6	0,94	1,04	1,56
<i>Guapira opposita</i>	0,0097	1,14	2,6	0,34	0,74	1,36
<i>Plinia rivularis</i>	0,0354	1,14	1,3	1,23	1,19	1,22
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,0422	0,57	1,3	1,47	1,02	1,11
<i>Calyptanthes concinna</i>	0,0154	1,14	1,3	0,54	0,84	0,99
<i>Ocotea velutina</i>	0,0245	0,57	1,3	0,85	0,71	0,91
<i>Casearia sylvestris</i>	0,0071	1,14	1,3	0,25	0,69	0,9
<i>Tapirira guianensis</i>	0,0236	0,57	1,3	0,82	0,7	0,9
<i>Myrcianthes gigantea</i>	0,0057	1,14	1,3	0,2	0,67	0,88
<i>Acacia polyphylla</i>	0,0126	0,57	1,3	0,44	0,5	0,77
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	0,0095	0,57	1,3	0,33	0,45	0,73
Indeterminada 2	0,0092	0,57	1,3	0,32	0,45	0,73
<i>Casearia decandra</i>	0,0080	0,57	1,3	0,28	0,42	0,72
<i>Allophylus edulis</i>	0,0063	0,57	1,3	0,22	0,39	0,7
<i>Myrcia splendens</i>	0,0043	0,57	1,3	0,15	0,36	0,67

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Machaerium stipitatum</i>	0,0036	0,57	1,3	0,12	0,35	0,66
<i>Eugenia hiemalis</i>	0,0024	0,57	1,3	0,09	0,33	0,65
<i>Myrcia multiflora</i>	0,0019	0,57	1,3	0,07	0,32	0,65
<i>Eugenia sp1</i>	0,0023	0,57	1,3	0,08	0,33	0,65
<i>Prunus sellowii</i>	0,0019	0,57	1,3	0,06	0,32	0,64
Total	2,8770	100	100	100	100	100

Onde: AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa; VC (%) = Valor de Cobertura; e VI (%) = Valor de Importância.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para o Estágio Inicial Arbóreo foi de 2,93. Já o índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,78. Esses valores resultam de uma baixa diversidade de espécies aliado a uma alta dominância por poucas espécies, fato demonstrado pelos parâmetros fitossociológicos. Tal fato é típico em comunidades secundárias iniciais, onde, em alguns casos, a primeira espécie em termos de VI% chega a alcançar cerca de 60%. Essas grandes diferenças entre VI% nas primeiras espécies, aliada à baixa riqueza de espécie, resulta em baixa uniformidade, fato que é traduzido em baixos valores nos índices de diversidade.

c) Estágio Médio

Já com maior diversidade de espécies e maior porte que o estágio anterior, o Estágio Médio apresentou estrutura e composição que o credenciam a receber o termo floresta. Diferentemente do estágio anterior, passa a apresentar epífitas em sua composição, além de possuir ao menos dois estratos arbóreos bem definidos e dossel com copas salientes, atingindo até 26 m de altura (figura 130).



Figura 130 – Aspecto de Estágio Médio da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual na margem do Rio Goio-Erê.

Para amostrar este estágio sucessional, utilizou-se 24 parcelas, resultando em uma amostragem de 329 indivíduos de 73 espécies diferentes distribuídas entre 31 famílias botânicas (tabela 55).

Tabela 55 - Lista de espécies de flora do Estágio Médio da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual na ADA.

Família	Nome Científico	Nome Comum
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pomba
ANNONACEAE	<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum-cagão
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	guatambu
APOCYNACEAE	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> (A. DC.) Miers	leiteiro
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	caúna
ASTERACEAE	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	vassourão-graúdo
BIGNONEACEAE	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-branco
BORAGINACEAE	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	café-de-bugre
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	crindiúva, polveiro
COMBRETACEAE	<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	amarelinho
EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	barreiro
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	tapiá
EUPHORBIACEAE	<i>Micrandra elata</i> (Didr.) Müll.Arg.	mamoninha
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiteiro

Família	Nome Científico	Nome Comum
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula
FABACEAE-CERCIDEAE	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	embira-de-sapo
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart. ex Benth	feijão-crú
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuvinha
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	óleo-pardo
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá-macaco
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Inga vera</i> Willd.	ingá
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenam	angico
INDETERMINADA	Indeterminada 1	
LAURACEAE	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	canela-frade
LAURACEAE	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha
LAURACEAE	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	canela-fedida
LAURACEAE	<i>Ocotea elegans</i> Mez	sassafrás-do-campo
LAURACEAE	<i>Ocotea</i> sp1	canela
LAURACEAE	<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer	canelão-amarelo
MALVACEAE	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	araticum-bravo
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana
MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-branco
MELIACEAE	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	pau-d'arco
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	baga-de-morcego
MORACEAE	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	sorocea
MYRSINACEAE	<i>Myrsine gardneriana</i> Mez	capororoca-branca
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	guamirim-facho
MYRTACEAE	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	sete-capotes
MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabirova
MYRTACEAE	<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D.Legrand	cambuí
MYRTACEAE	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	batinga-branca
MYRTACEAE	<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.	guamirim-burro
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp2	
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp3	
MYRTACEAE	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	cambuí
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp1	guamirim
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp2	

Família	Nome Científico	Nome Comum
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-chorão
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	araçá-do-mato
MYRTACEAE	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	piúna
POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	carvalho-brasileiro, carne- de-vaca
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	pessegueiro-bravo
RUBIACEAE	<i>Psychotria</i> sp.	
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim
RUTACEAE	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	amarelinho
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	mamica-de-porca
SALICACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	espeteiro
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-bravo
SALICACEAE	<i>Xylosma venosa</i> N.E.Br.	açucará
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i>) Hieron. eEx Niederl	vacum
SAPINDACEAE	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí
SOLANACEAE	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	folha-de-prata
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba

O maior DAP observado foi de *Alchornea triplinervea* (tapiá) com 46,85 cm. O menor DAP foi de *Eugenia ramboii* (batinga-branca), com 4,77 cm. Em relação às alturas totais, observou-se a máxima com *Anonna cacans* (ariticum-cagão) com 26 m e a mínima de 3 m com *Ocotea velutina* (canelão-amarelo).

Dentre as 31 famílias botânicas com espécies presentes na amostragem, destacam-se principalmente Myrtaceae e Euphorbiaceae, que em conjunto somam pouco mais de 45% dos indivíduos da comunidade (figura 131).

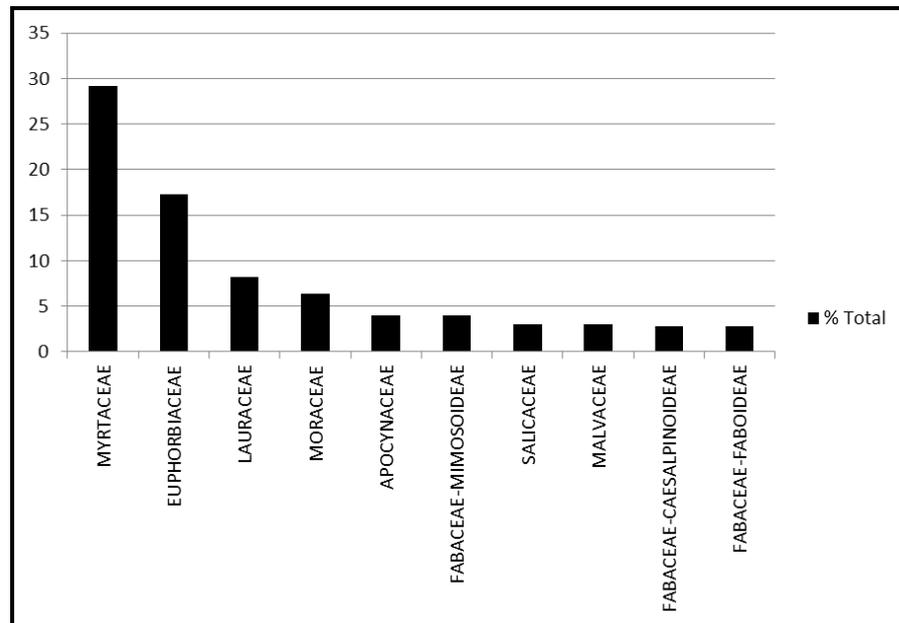


Figura 131 – Percentual de indivíduos arbóreos das 10 principais famílias botânicas presentes no Estágio Médio da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

No Estágio Médio pode-se observar uma redução no VI% das primeiras três espécies quando comparado com os resultados da análise fitossociológica do Estágio Inicial Arbóreo. Na situação anterior, a primeira espécie possuía sozinha 22,22 de VI%, já para o presente caso se observa que a primeira espécie possui um valor de 10,16. Tal fato é explicado pela evolução sucessional da floresta, pois quanto mais se avança em termos sucessionais, menor a dominância de uma única espécie. Porém, avaliando-se a Dominância Relativa de *Alchornea triplinervea*, observa-se que a mesma possui um elevado valor (21,83), parâmetro que mais contribui para o VI% desta espécie (figura 132 e tabela 56).

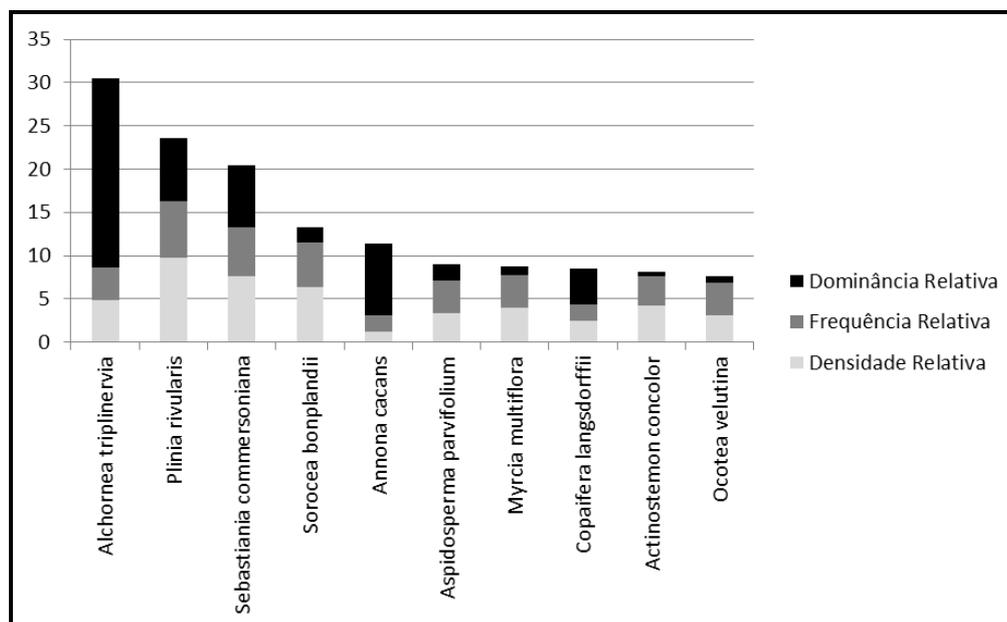


Figura 132 – Valor de Importância (VI) das 10 principais espécies arbóreas presentes no Estágio Médio da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Outra espécie que chama a atenção é *Plinia rivularis* (piúna), principalmente pela elevada Densidade Relativa (9,73), que aliada à Frequência Relativa e à Dominância Relativa resultam num VI% elevado. Já *Sebastiania commersoniana* perde espaço nesse ambiente, sendo sucedida principalmente por *Plinia rivularis*. A quarta espécie da lista, por sua vez, é bastante dispersa muita densidade e frequência, embora tenha baixa dominância, resultando em um VI% de 4,41 (figura 132 e tabela 56).

Tabela 56 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas do Estágio Médio da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Alchornea triplinervia</i>	1,4067	4,86	3,77	21,83	13,35	10,16
<i>Plinia rivularis</i>	0,4707	9,73	6,6	7,3	8,52	7,88
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,4616	7,6	5,66	7,16	7,38	6,81
<i>Sorocea bonplandii</i>	0,1060	6,38	5,19	1,65	4,01	4,41
<i>Annona cacans</i>	0,5314	1,22	1,89	8,25	4,73	3,78
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,1258	3,34	3,77	1,95	2,65	3,02
<i>Myrcia multiflora</i>	0,0624	3,95	3,77	0,97	2,46	2,9
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,2718	2,43	1,89	4,22	3,32	2,85
<i>Actinostemon concolor</i>	0,0374	4,26	3,3	0,58	2,42	2,71

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Ocotea velutina</i>	0,0514	3,04	3,77	0,8	1,92	2,54
<i>Ocotea corymbosa</i>	0,2010	2,43	1,42	3,12	2,78	2,32
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,2076	1,82	1,89	3,22	2,52	2,31
<i>Myrcia</i> sp1	0,0515	2,74	3,3	0,8	1,77	2,28
<i>Luehea divaricata</i>	0,1445	2,43	1,89	2,24	2,34	2,19
<i>Eugenia blastantha</i>	0,1260	3,04	0,94	1,96	2,5	1,98
<i>Acacia polyphylla</i>	0,0724	2,13	1,89	1,12	1,63	1,71
<i>Prunus sellowii</i>	0,0708	2,13	1,89	1,1	1,61	1,7
<i>Myrcia splendens</i>	0,0758	1,52	2,36	1,18	1,35	1,68
<i>Machaerium stipitatum</i>	0,1021	1,52	1,89	1,58	1,55	1,66
<i>Casearia sylvestris</i>	0,1090	1,22	1,89	1,69	1,45	1,6
<i>Casearia gossypiosperma</i>	0,0412	1,52	2,36	0,64	1,08	1,51
<i>Eugenia hiemalis</i>	0,0314	2,13	1,89	0,49	1,31	1,5
<i>Astronium graveolens</i>	0,1956	0,61	0,47	3,04	1,82	1,37
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i>	0,1064	0,91	1,42	1,65	1,28	1,33
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,0436	1,22	1,89	0,68	0,95	1,26
<i>Cordia ecalyculata</i>	0,0357	1,22	1,42	0,55	0,89	1,06
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,0949	0,61	0,94	1,47	1,04	1,01
<i>Ocotea</i> sp1	0,0359	0,91	1,42	0,56	0,73	0,96
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,0112	1,22	1,42	0,17	0,69	0,93
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,0762	0,61	0,94	1,18	0,9	0,91
<i>Terminalia triflora</i>	0,0549	0,91	0,94	0,85	0,88	0,9
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0,0298	1,22	0,94	0,46	0,84	0,87
<i>Guarea macrophylla</i>	0,0168	0,91	1,42	0,26	0,59	0,86
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,0161	0,91	1,42	0,25	0,58	0,86
<i>Cabralea canjerana</i>	0,1053	0,3	0,47	1,63	0,97	0,8
<i>Endlicheria paniculata</i>	0,0265	0,91	0,94	0,41	0,66	0,76
<i>Helietta apiculata</i>	0,0467	0,61	0,94	0,72	0,67	0,76
<i>Eugenia</i> sp2	0,0237	0,91	0,94	0,37	0,64	0,74
<i>Inga sessilis</i>	0,0712	0,61	0,47	1,11	0,86	0,73
<i>Tabebuia roseoalba</i>	0,0879	0,3	0,47	1,36	0,83	0,71
<i>Cedrela fissilis</i>	0,0869	0,3	0,47	1,35	0,83	0,71
<i>Eugenia ramboi</i>	0,0139	0,91	0,94	0,22	0,56	0,69
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	0,0234	1,22	0,47	0,36	0,79	0,68
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	0,0289	0,61	0,94	0,45	0,53	0,67
<i>Myrcianthes gigantea</i>	0,0262	0,61	0,94	0,41	0,51	0,65
<i>Psychotria</i> sp.	0,0209	0,61	0,94	0,32	0,47	0,63
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,0181	0,61	0,94	0,28	0,44	0,61
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,0579	0,3	0,47	0,9	0,6	0,56
<i>Indeterminada 1</i>	0,0325	0,61	0,47	0,5	0,56	0,53
<i>Ilex brevicuspis</i>	0,0472	0,3	0,47	0,73	0,52	0,5

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Myrcia</i> sp2	0,0189	0,61	0,47	0,29	0,45	0,46
<i>Inga vera</i>	0,0329	0,3	0,47	0,51	0,41	0,43
<i>Peltophorum dubium</i>	0,0336	0,3	0,47	0,52	0,41	0,43
<i>Tapirira guianensis</i>	0,0099	0,61	0,47	0,15	0,38	0,41
<i>Solanum argenteum</i>	0,0203	0,3	0,47	0,31	0,31	0,36
<i>Bauhinia longifolia</i>	0,0187	0,3	0,47	0,29	0,3	0,36
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	0,0160	0,3	0,47	0,25	0,28	0,34
<i>Myrsine gardneriana</i>	0,0143	0,3	0,47	0,22	0,26	0,33
<i>Piptocarpha axillaris</i>	0,0133	0,3	0,47	0,21	0,26	0,33
<i>Ceiba speciosa</i>	0,0110	0,3	0,47	0,17	0,24	0,32
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	0,0093	0,3	0,47	0,14	0,22	0,31
<i>Allophylus edulis</i>	0,0072	0,3	0,47	0,11	0,21	0,3
<i>Calyptanthus concinna</i>	0,0067	0,3	0,47	0,1	0,2	0,29
<i>Xylosma venosa</i>	0,0057	0,3	0,47	0,09	0,2	0,29
<i>Micrandra elata</i>	0,0062	0,3	0,47	0,1	0,2	0,29
<i>Trichilia pallida</i>	0,0041	0,3	0,47	0,06	0,18	0,28
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	0,0049	0,3	0,47	0,08	0,19	0,28
<i>Ocotea elegans</i>	0,0039	0,3	0,47	0,06	0,18	0,28
<i>Trema micrantha</i>	0,0046	0,3	0,47	0,07	0,19	0,28
<i>Eugenia</i> sp3	0,0026	0,3	0,47	0,04	0,17	0,27
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,0030	0,3	0,47	0,05	0,18	0,27
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,0020	0,3	0,47	0,03	0,17	0,27
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,0023	0,3	0,47	0,04	0,17	0,27
Total	6,4442	100	100	100	100	100

Onde: AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa; VC (%) = Valor de Cobertura; e VI (%) = Valor de Importância.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para o Estágio Médio foi de 3,76. Já o índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,88. Em comparação ao Estágio Inicial Arbóreo, é natural que a presença de uma quantidade muito maior de espécies justifique a diferença elevada entre ambos, além da dominância maior por poucas espécies no caso do Estágio Inicial Arbóreo. Porém, quando se compara ao Estágio Avançado, observa-se que o Estágio Médio possui maiores índices. Isso se deve principalmente ao fato de haver maior quantidade de espécies no Estágio Médio do que no Estágio Avançado. Isso se explica pela mistura de grupos ecológicos de espécies vegetais, tanto de espécies pioneiras, quanto secundárias iniciais e tardias e clímax. Tal fato garante a presença de espécies ainda do Estágio

Inicial, quanto do Estágio Avançado, gerando índices de diversidade e de equabilidade maiores no Estágio Médio.

Além das espécies arbóreas amostradas por ocasião do levantamento fitossociológico, observaram-se epífitas das famílias Orquidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae e Araceae. Das orquídeas, observou-se *Campylocentrum aromaticum* (figura 133), *Coppensia flexuosa* (figura 134) e *Pleurothallis* sp. (figura 135). Dentre as bromélias, *Tillandsia geminiflora* (figura 136) e *Aechmea* sp. (figura 137). Das Cactaceae, observou-se *Lepismium warmingianum* (figura 138) e *Rhipsalis bacifera* (figura 139). A única espécie da família Araceae observada foi *Philodendron bipinnatifidum* (guaimbê).



Figura 133 – Aspecto de exemplares de *Campylocentrum aromaticum* observado na ADA.

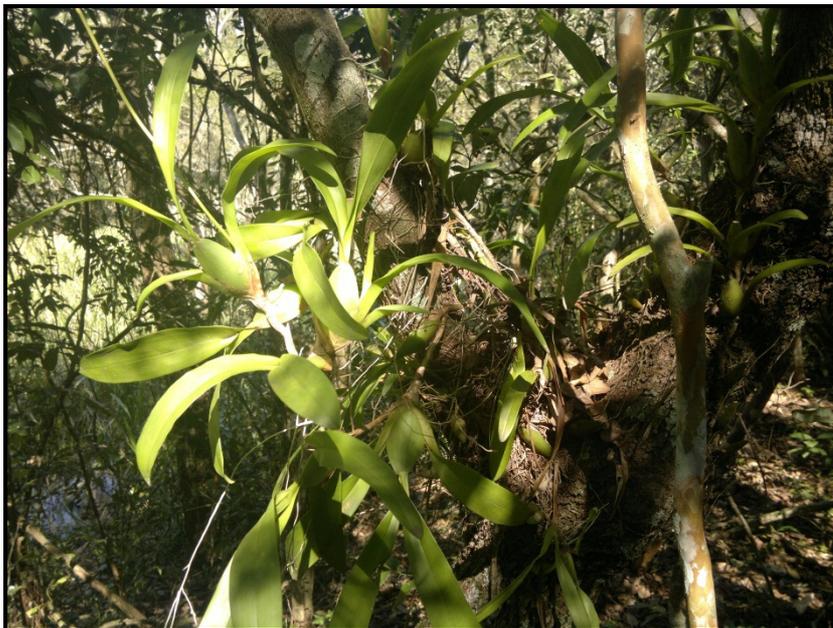


Figura 134 – Aspecto de exemplares de *Coppensia flexuosa* observado na ADA.



Figura 135 – Aspecto de exemplar de *Pleurothallis* sp. observado na ADA.



Figura 136 – Aspecto de exemplar de *Tillandsia geminiflora* observado na ADA.

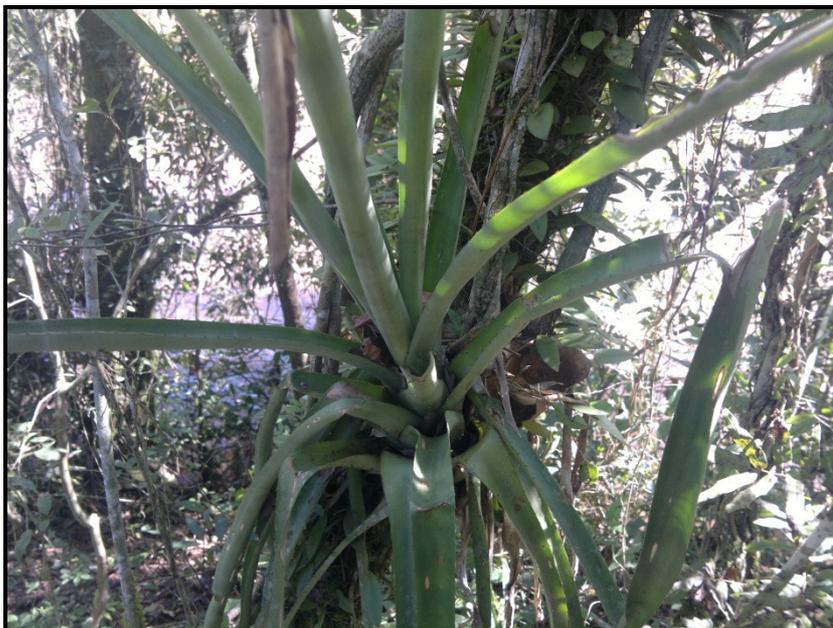


Figura 137 – Aspecto de exemplar de *Aechmea* sp. observado na ADA.

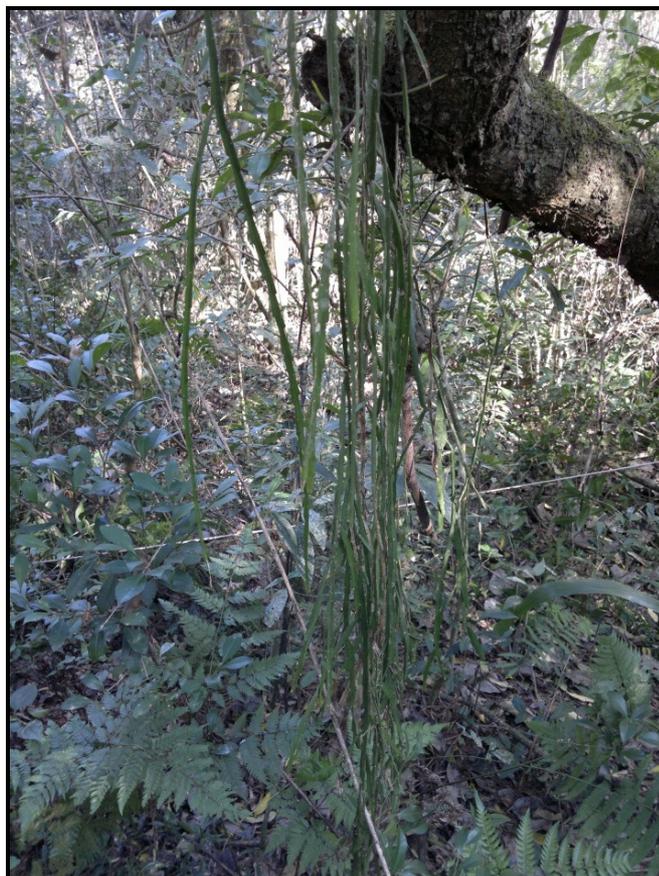


Figura 138 – Aspecto de exemplar de *Lepismium warmingianum* observado na ADA.



Figura 139 – Aspecto de exemplar de *Rhipsalis bacifera* observado na ADA.

d) Estágio Avançado:

Este estágio é caracterizado estruturalmente por apresentar três ou mais estratos verticais, com altura do dossel atingindo até 30 m e DAPs comumente superando 30 cm e alguns indivíduos ultrapassando os 50 cm (figura 140). Apresenta elevada quantidade de lianas lenhosas.

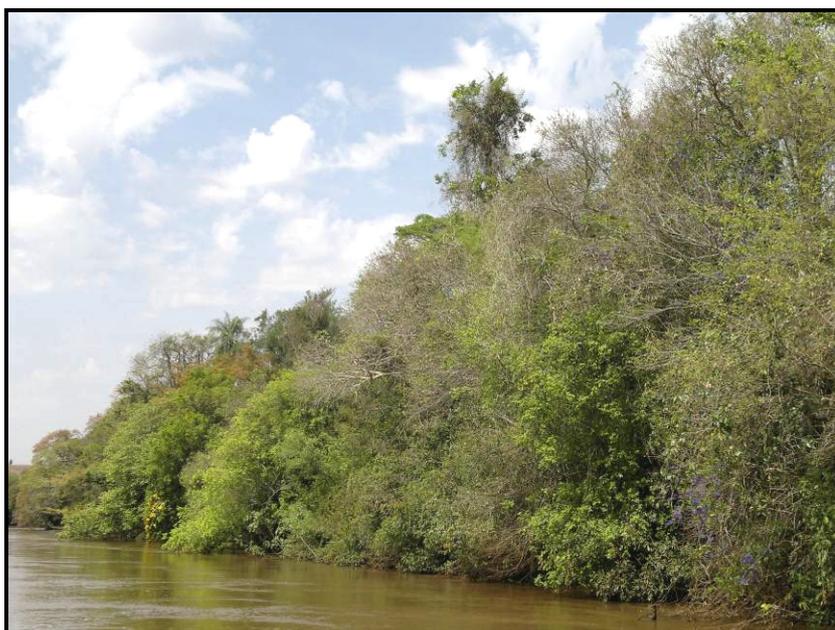


Figura 140 – Aspecto de Estágio Avançado da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual na margem do rio Goio-Erê.

Neste estágio sucessional utilizou-se 16 parcelas, resultando em uma amostragem de 198 indivíduos de 55 espécies diferentes distribuídas entre 25 famílias botânicas (tabela 57).

Tabela 57 - Lista de espécies de flora do Estágio Avançado da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual na ADA.

Família	Nome Científico	Nome Comum
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	peito-de-pomba
ANNONACEAE	<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum-cagão
ANNONACEAE	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	pindaíba-preta
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	guatambu
ARECACEAE	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá
ASTERACEAE	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	vassourão-graúdo

Família	Nome Científico	Nome Comum
BORAGINACEAE	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	café-de-bugre
COMBRETACEAE	<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	amarelinho
EUPHORBIACEAE	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	barreiro
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	tapiá
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula
FABACEAE-CERCIDEAE	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	embira-de-sapo
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart. ex Benth	feijão-crú
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	monjoleiro
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Inga vera</i> Willd.	ingá
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenam	angico
LAURACEAE	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha
LAURACEAE	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	canela-fedida
LAURACEAE	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	canela-preta
LAURACEAE	<i>Ocotea</i> sp1	canela
LAURACEAE	<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer	canelão-amarelo
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	araticum-bravo
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjarana
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	baga-de-morcego
MORACEAE	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira-mata-pau
MORACEAE	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	sorocea
MYRSINACEAE	<i>Myrsine gardneriana</i> Mez	capororoca-branca
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	guamirim-facho
MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	guabirova
MYRTACEAE	<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D.Legrand	cambuí
MYRTACEAE	<i>Eugenia florida</i> DC.	falsa-pitanga
MYRTACEAE	<i>Eugenia hiemalis</i> Camb.	guamirim-burro
MYRTACEAE	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	cambuí
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp1	guamirim
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp2	
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-chorão
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	araçá-do-mato
MYRTACEAE	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	piúna
POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro

Família	Nome Científico	Nome Comum
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	carvalho-brasileiro, carne-de-vaca
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	pessegueiro-bravo
RUTACEAE	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim
RUTACEAE	<i>Citrus X aurantium</i> L.	laranja-do-mato
RUTACEAE	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	amarelinho
SALICACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	espeteiro
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-bravo
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. Ex Niederl	vacum
SAPINDACEAE	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba

O maior DAP observado foi de *Ocotea corymbosa* (canela-fedida) com 53,73 cm. O menor DAP foi de *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim), com 4,77 cm. Em relação às alturas totais, observou-se a máxima com *Syagrus romanzfiana* (jerivá) com 35 m e a mínima de 3 m com *Sebastiania commersoniana*.

Dentre as 25 famílias botânicas com espécies presentes na amostragem, destacam-se principalmente Myrtaceae e Euphorbiaceae, que em conjunto somam quase 60% dos indivíduos da comunidade (figura 141).

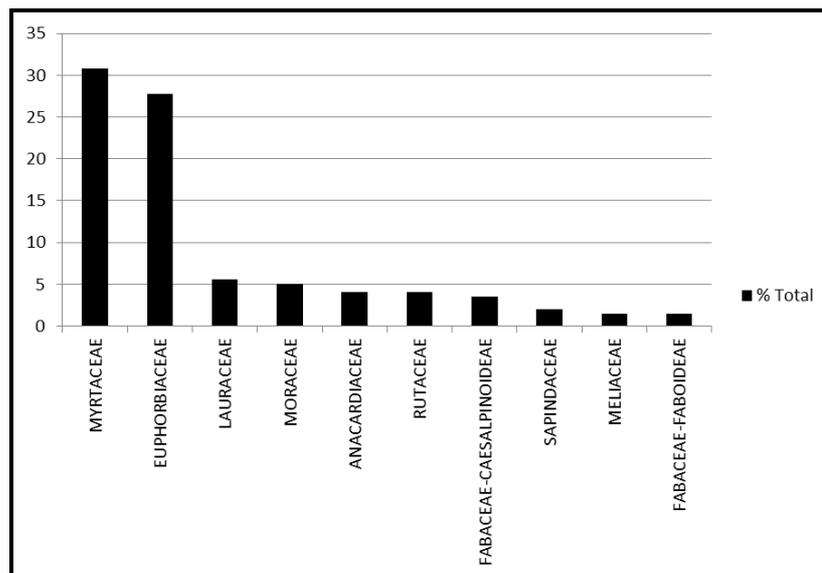


Figura 141 – Percentual de indivíduos arbóreos das 10 principais famílias botânicas presentes no Estágio Avançado da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Com a análise dos dados fitossociológicos do Estágio Avançado é possível observar uma melhor distribuição do VI% das primeiras espécies em relação aos parâmetros do Estágio Médio. A espécie *Alchornea triplinearvea* se mantém em primeira em termos de VI% (9,14), entretanto a Dominância Relativa é menor do que no estágio anterior. Em seguida observa-se *Plinia rivularis* com VI% muito próximo à primeira espécie (9,07), devido principalmente à densidade e a frequência. Esta espécie é tardia no processo sucessional de ambientes aluviais e caracteriza bem o estágio avançado. Em seguida é observada a arvoreta *Actinostemom concolor*, espécie comum no subosque das matas de galeria. Embora possua dominância bastante baixa, são a densidade e a frequência que dão tal VI% a ela (7,32) (figura 142 e tabela 58).

Chama a atenção ainda a espécie *Sebastiania commersoniana*, que mesmo neste estágio sucessional possui elevada densidade e dominância. Em seguida, outra espécie da família Myrtaceae, *Eugenia blastantha* (cambuí), a qual possui elevada densidade. São destaque ainda *Copaifera langsdorfii* (copaíba) e *Ocotea corymbosa*, as quais são típicas de estágios avançados da Floresta Estacional Semidecidual e geralmente apresentam-se com grande porte, fato evidenciado pelos valores obtidos de dominância (figura 142 e tabela 58).

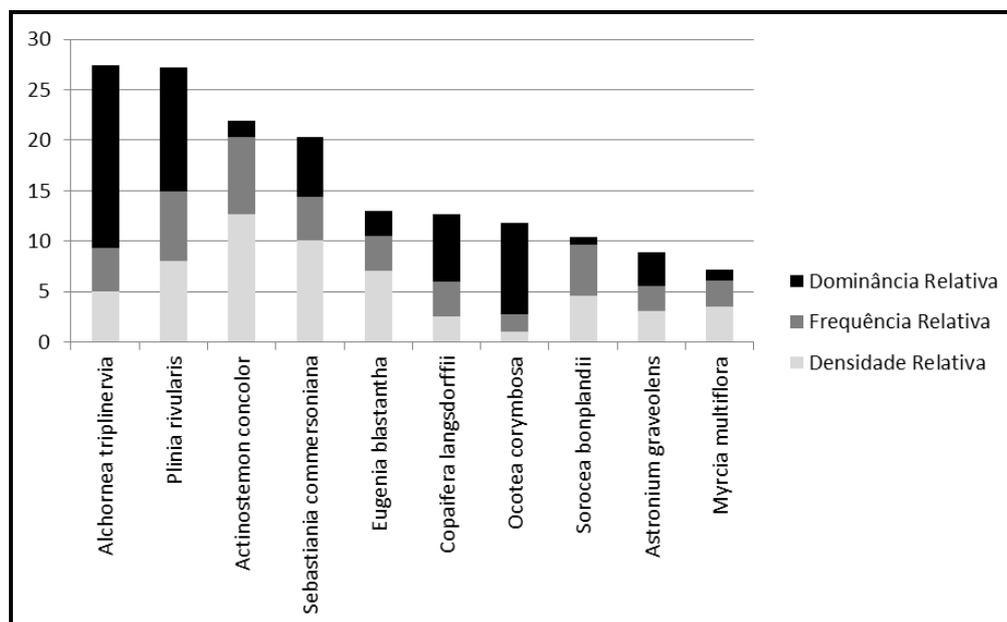


Figura 142 – Valor de Importância (VI) das 10 principais espécies arbóreas presentes no Estágio Avançado da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Tabela 58 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas do Estágio Avançado da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,7993	5,05	4,27	18,1	11,58	9,14
<i>Plinia rivularis</i>	0,5430	8,08	6,84	12,3	10,19	9,07
<i>Actinostemon concolor</i>	0,0729	12,63	7,69	1,65	7,14	7,32
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,2637	10,1	4,27	5,97	8,04	6,78
<i>Eugenia blastantha</i>	0,1121	7,07	3,42	2,54	4,8	4,34
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,2968	2,53	3,42	6,72	4,62	4,22
<i>Ocotea corymbosa</i>	0,3999	1,01	1,71	9,05	5,03	3,92
<i>Sorocea bonplandii</i>	0,0300	4,55	5,13	0,68	2,61	3,45
<i>Astronium graveolens</i>	0,1485	3,03	2,56	3,36	3,2	2,99
<i>Myrcia multiflora</i>	0,0467	3,54	2,56	1,06	2,3	2,39
<i>Myrcia sp1</i>	0,0202	3,54	2,56	0,46	2	2,19
<i>Helietta apiculata</i>	0,1644	1,01	1,71	3,72	2,37	2,15
<i>Cabralea canjerana</i>	0,1636	1,01	1,71	3,7	2,36	2,14
<i>Casearia gossypiosperma</i>	0,1986	0,51	0,85	4,5	2,5	1,95
<i>Eugenia hiemalis</i>	0,0199	2,53	2,56	0,45	1,49	1,85
<i>Tapirira guianensis</i>	0,1142	1,01	1,71	2,59	1,8	1,77
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,1397	1,01	0,85	3,16	2,09	1,68
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,0106	2,02	2,56	0,24	1,13	1,61
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,0476	2,02	1,71	1,08	1,55	1,6

Nome Científico	AB	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Ocotea velutina</i>	0,0141	1,52	2,56	0,32	0,92	1,47
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,0688	1,01	1,71	1,56	1,28	1,43
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,0382	1,52	1,71	0,87	1,19	1,36
<i>Ocotea silvestris</i>	0,0348	1,52	1,71	0,79	1,15	1,34
<i>Prunus sellowii</i>	0,0536	1,01	1,71	1,21	1,11	1,31
<i>Terminalia triflora</i>	0,0493	1,01	1,71	1,12	1,06	1,28
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	0,0877	0,51	0,85	1,99	1,25	1,12
<i>Myrcia splendens</i>	0,0061	1,52	1,71	0,14	0,83	1,12
<i>Myrcianthes gigantea</i>	0,0866	0,51	0,85	1,96	1,23	1,11
<i>Annona cacans</i>	0,0859	0,51	0,85	1,94	1,23	1,1
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	0,0249	1,01	1,71	0,56	0,79	1,09
<i>Ocotea sp1</i>	0,0247	1,01	1,71	0,56	0,79	1,09
<i>Calyptanthes concinna</i>	0,0205	1,01	1,71	0,46	0,74	1,06
<i>Citrus X aurantium</i>	0,0169	1,01	1,71	0,38	0,7	1,03
<i>Allophylus edulis</i>	0,0098	1,01	1,71	0,22	0,62	0,98
<i>Guatteria australis</i>	0,0426	1,01	0,85	0,96	0,99	0,94
<i>Bauhinia longifolia</i>	0,0263	1,01	0,85	0,59	0,8	0,82
<i>Luehea divaricata</i>	0,0176	1,01	0,85	0,4	0,7	0,75
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,0229	0,51	0,85	0,52	0,51	0,63
<i>Ficus luschnathiana</i>	0,0197	0,51	0,85	0,45	0,48	0,6
<i>Holocalyx balansae</i>	0,0143	0,51	0,85	0,32	0,41	0,56
<i>Cordia ecalyculata</i>	0,0099	0,51	0,85	0,22	0,36	0,53
<i>Casearia sylvestris</i>	0,0087	0,51	0,85	0,2	0,35	0,52
<i>Eugenia florida</i>	0,0042	0,51	0,85	0,1	0,3	0,49
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,0053	0,51	0,85	0,12	0,31	0,49
<i>Piptocarpha axillaris</i>	0,0054	0,51	0,85	0,12	0,31	0,49
<i>Inga vera</i>	0,0030	0,51	0,85	0,07	0,29	0,48
<i>Myrsine gardneriana</i>	0,0034	0,51	0,85	0,08	0,29	0,48
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,0037	0,51	0,85	0,08	0,29	0,48
<i>Roupala montana var. brasiliensis</i>	0,0020	0,51	0,85	0,05	0,28	0,47
<i>Trichilia pallida</i>	0,0020	0,51	0,85	0,04	0,27	0,47
<i>Peltophorum dubium</i>	0,0020	0,51	0,85	0,04	0,27	0,47
<i>Acacia polyphylla</i>	0,0023	0,51	0,85	0,05	0,28	0,47
<i>Myrcia sp2</i>	0,0021	0,51	0,85	0,05	0,28	0,47
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,0029	0,51	0,85	0,07	0,29	0,47
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,0025	0,51	0,85	0,06	0,28	0,47
Total	4,4160	100	100	100	100	100

Onde: AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa; VC (%) = Valor de Cobertura; e VI (%) = Valor de Importância.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para esta comunidade avaliada foi de 3,44. Já o índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,86. Tais valores são relativamente elevados e demonstram a quantidade de espécies presentes na comunidade, além de evidenciar uma melhor uniformidade de dominância do ambiente, mesmo quando se compara tais resultados deste estágio com o Estágio Médio, que obteve uma quantidade de espécies muito maior. Esse fato tipifica a evolução sucessional na comunidade avaliada, onde há menor dominância por poucas espécies e maior uniformidade.

Neste estágio de sucessão secundária também foram observadas as mesmas espécies de epífitas do Estágio Médio.

Floresta Estacional Semidecidual Submontana – Formações Secundárias

Como já dito anteriormente, os esforços de amostragem foram concentrados nas áreas que sofrerão corte raso em função da criação do reservatório. Para o caso da formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual presente na AID, a avaliação executada foi de levantamento florístico.

Os estágios de sucessão secundária da Floresta Estacional Semidecidual Submontana ocorrem nos terrenos de encostas ou onde não ocorrem solos aluvionares, com solo formado a partir da deposição de material proveniente das partes mais altas ou ainda do intemperismo da rocha primária. São associados principalmente às APPs da meia encosta e áreas de Reserva Legal.

a) Estágio Inicial Herbáceo-Arbustivo:

Igualmente a este estágio na Formação Aluvial, é composto principalmente por gramíneas provenientes de pastagens adjacentes ou que outrora ocuparam a áreas correspondentes. Em termos florísticos é formado pelas mesmas espécies observadas na Formação Aluvial.

b) Estágio Inicial Arbóreo:

Possui estrutura e composição semelhantes ao Estágio Inicial Arbóreo da formação Aluvial. Ocorre em poucas áreas, resultando em baixa representatividade para o presente estudo.

Para a formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual ocorre a maioria das espécies arbóreas típicas do estágio homônimo da formação Aluvial, com exceção de espécies típicas de terrenos aluviais, como *Sebastiania commersoniana*, *Luehea divaricata*, *Alophylus edulis*, *Plinia rivularis*, entre outras (figura 143).



Figura 143 – Aspecto de Estágio Inicial Arbóreo da Formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual.

c) Estágio Médio:

Neste estágio há maior diversidade do que a observada no estágio anterior, além de estrutura de maior porte, com o dossel da floresta atingindo até 15 m de altura. Possui grande quantidade de lianas lenhosas, porém em menor grau do que o observado para este estágio na formação Aluvial.

Em geral ocorrem as mesmas espécies do Estágio Médio da formação Aluvial, porém excetuando-se aquelas espécies típicas de matas de galeria. Dentre estas espécies, pode-se citar *Sebastiania commersoniana*, *Alophyllus edulis*, *Luehea divaricata*, *Plinia rivularis*, entre outras (figura 144).



Figura 144 – Aspecto de Estágio Médio da Formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual.

d) Estágio Avançado:

Este estágio da formação Submontana, embora bastante semelhante em termos estruturais com o mesmo estágio da formação Aluvial, possui algumas diferenças na composição de espécies.

Estão presentes nesta fase as muitas das espécies observadas no Estágio Avançado da Formação Aluvial da Floresta Estacional Semidecidual. Da mesma forma em que ocorre nos estágios anteriores, neste estágio também não ocorrem espécies características da formação aluvial. No Estágio Avançado da Formação Submontana, recebe destaque a espécie *Aspidosperma polyneuron* (peroba), principalmente pelo porte dos indivíduos observados, chegando a atingir pouco mais de 40 m de altura (figura 146).



Figura 145 – Aspecto de Estágio Avançado da Formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual.



Figura 146 – Aspecto do dossel do Estágio Avançado da Formação Submontana da Floresta Estacional Semidecidual com destaque para *Aspidosperma polyneuron*.

Formação Pioneira com Influência Flúvio-Lacustre

Esta formação pioneira ocorre de forma generalizada por toda a AID, sendo associada aos pequenos córregos e planícies de escoamento superficial e meandros abandonados do rio Goio-Erê.

Normalmente a espécie cosmopolita *Typha domingensis* (taboa) está associada a esses ambientes, entretanto não se observou a ocorrência desta espécie na área. Muito provavelmente por se concentrar em locais de difícil acesso, pois por análise de imagens observou-se indícios de sua ocorrência. A principal espécies presente nesses ambientes foi *Cyperus* sp..



Figura 147 – Aspecto de Formação Pioneira com Influência Flúvio-Lacustre.

Agropecuária

Esta classe antrópica de vegetação é a que possui a grande maioria da cobertura do solo da área em questão. Entre as culturas agrícolas temporárias, as de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e de milho (*Zea mays*) são as de maior expressão. Observou-se ainda o plantio de mandioca (*Manihot esculenta*) e de soja (*Glycine max*).

Além do cultivo agrícola, uma considerável porção das áreas de cultivo é manejada para o pastoreio de gado.

Reflorestamento

Observou-se diversos pontos de plantios de *Eucalyptus* sp. com finalidade de recomposição de mata ciliar, sem que haja plantio comercial. Foram registradas outras espécies exóticas na área, mas em geral com finalidades paisagísticas. Dentre elas, citam-se *Melia azedarach* (cinamomo) e *Grevillea robusta* (grevilha).

Espécies Endêmicas e Ameaçadas de Extinção

Com base na Instrução Normativa nº 06, de 23 de setembro de 2008, do Ministério do Meio Ambiente, que lista as espécies brasileiras da flora ameaçadas de extinção, não há nenhuma entre as espécies registradas por ocasião do levantamento constando da referida lista.

5.2.1.1.3. Estimativa das áreas de supressão

A inundação de terras para formação do reservatório da PCH Água Limpa acarretará em supressão de vegetação existente nas margens do rio Goio-Erê. Sobrepondo a área de intervenção do empreendimento ao uso e ocupação do solo (mapa 21, Anexo III) foi possível obter estimativa quantitativa das áreas de supressão para cada estágio de sucessão, conforme tabela 59.

Tabela 59 – Quantitativo das áreas de supressão.

Área de supressão (ha)		
Estágio Inicial	Estágio Médio	Estágio Avançado
24,43	114,16	112,74

Este quantitativo trata-se de uma estimativa preliminar que deverá ser devidamente detalhada na fase posterior do licenciamento ambiental, quando será realizado o inventário florestal.

5.2.1.2. Fauna

O presente documento constitui levantamento de dados e conclusões a respeito da fauna terrestre na área de influência do empreendimento. O diagnóstico foi elaborado com base em dados bibliográficos, como artigos científicos, teses, dissertações e relatórios técnicos, assim como dados primários, através da consulta de material depositado em coleções científicas e evidências diretas (registros visuais e auditivos) ou indiretas (pegadas, material escatológico e restos de alimento) da presença de animais durante os levantamentos de campo expeditos.

As seguintes bases de dados foram utilizadas para o levantamento e a sistematização dos dados bibliográficos da fauna terrestre das áreas de influência da central hidrelétrica:

- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFPR (www.portal.ufpr.br).
- Base de dados do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP (www.usp.br/sibi).
- Base de dados do Portal de Serviços e Conteúdo Digital da CRUESP- Unibibliweb - USP, UNESP e UNICAMP (bibliotecas-cruesp.usp.br/unibibliweb/cruesp_ebooks.html).
- Portal da informação – UFSCar. (www.ufscar.br).
- Base de dados Scielo – Fapesp (www.scielo.org).
- Sistema de Informação do Programa Biota – Fapesp (www.biota.org.br).
- Sistema de Informação do Projeto Taxonline (www.taxonline.ufpr.br).

Além das informações bibliográficas, bancos de dados de coleções científicas do MHNCI - Museu de História Natural Capão da Imbuia (Prefeitura Municipal de Curitiba) (via on-line Specieslink) que apresentam material coligido na região em estudo, também foram consultados.

A nomenclatura científica utilizada segue os catálogos e referências tradicionais dos grupos aquáticos (BUCKUP et al., 2007; LANGEANI et al., 2007) e

terrestres (VIVO, 1996; REDFORD & EISENBERG, 1999; REIS et al., 2006; REIS et al., 2007), além das listas de fauna das sociedades científicas brasileiras, como a lista de aves do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (www.cbro.org.br) e as listas de répteis e anfíbios da Sociedade Brasileira de Herpetologia (www.sbherpetologia.org.br).

Por motivos de indefinições administrativas entre o órgão ambiental federal (IBAMA) e estadual (IAP), conforme pode ser observado nos ofícios CGFAP IBAMA nº 479/2011 e ofício IAP/DIABP nº 70 (Anexo VIII) a solicitação de autorização de captura, coleta e transporte de material biológico não foi atendida até o presente momento (protocolo IAPº 07.895.601-1 e protocolo nº: 02001023375/2011-24). Desta forma a condução dos estudos relativos à fauna teve como abordagem metodológica apenas registros indiretos e diretos, como apresentado anteriormente, sem captura de espécimes. A partir do recebimento da autorização de captura e coleta de material biológico os estudos com dados primários serão conduzidos como forma de complementação a este EIA.

Em termos zoogeográficos, a área de estudo situa-se na Região Neotropical, Província Atlântica (Domínio “Mata Atlântica”) e Sub-Província Guarani (MELLO-LEITÃO, 1946; CRACRAFT, 1985). Na Região Neotropical, a Mata Atlântica abriga parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, com altíssimos níveis de riqueza e endemismo (MMA, 2000; BENCKE et al., 2006). Segundo estudo coordenado pela *Conservation International* sobre os 25 hotspots mundiais, a Mata Atlântica está entre as cinco regiões que apresentam os maiores índices de endemismo de plantas vasculares e vertebrados. Anfíbios, répteis, aves e mamíferos que ocorrem neste bioma somam 1.810 espécies, sendo 389 endêmicas (MMA, 2000). Apesar dessa constatação, a composição da fauna original dessa região já se encontra bastante alterada, pois este bioma atualmente é um aglomerado de fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais, ocupando áreas muitas vezes pouco significativas e sujeitas a variados níveis de perturbação (DEAN, 1996).

A área estudada é constituída basicamente por áreas de pastagens e agricultura. Além disso, a região atualmente também apresenta fragmentos florestais com diferentes graus de descaracterização. As florestas ciliares que poderiam atuar como corredores naturais para a fauna foram drasticamente alteradas, reduzidas ou inteiramente substituídas por cultivos agrícolas e pastagens. Essas alterações provocaram modificações significativas nas comunidades, ou até mesmo o desaparecimento de espécies dos diversos grupos de vertebrados terrestres de menor plasticidade ecológica. Nessa região já não ocorrem mais (ou são raros) espécies que necessitam de grandes áreas preservadas, como o caso de alguns carnívoros de topo de cadeia alimentar, assim como espécies arborícolas.

Os dados levantados para o presente diagnóstico indicam que a mastofauna da região é representada por pelo menos 58 espécies, distribuídas em 25 famílias e nove ordens, o que perfaz 30% das espécies registradas para o Paraná (tabela 60). A maior parte das espécies de mamíferos foi considerada através de registros anteriores em áreas próximas e similares (PEDRO et al., 1995; VIVO, 1996; BRIANI et al., 2001; MIRETZKI, 2003; BIANCONI et al., 2003; LYRA-JORGE & PIVELLO, 2005; ROCHA-MENDES et al., 2005; BIANCONI et al., 2007; REIS et al., 2006; 2007). O predomínio em número de espécies de roedores e quirópteros era esperado, já que em termos de diversidade essas duas ordens perfazem mais de 60% das espécies de mamíferos (EMMONS, 1990; FONSECA et al., 1996).

A descaracterização fitofisionômica da paisagem natural e as perdas da condição natural do hábitat, além da introdução de algumas espécies exóticas e aumento da caça ilegal são os principais fatores que levaram à extinção local de algumas espécies, de menor plasticidade ecológica, e ao aumento das populações de outras, com maior capacidade de adaptação. Nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento algumas espécies foram registradas por meio de registros indiretos e entrevistas, como o gambá *Didelphis* sp., o mão-pelada *Procyon*

cancrivorus, a capivara *Hydrochaeris hydrochaeris*, a lebre *Lepus capensis*, o tatu-galinha *Dasybus novemcinctus*, o tatu-peba *Euphractus sexcinctus*, o ouriço-cacheiro *Sphiggurus villosus* e o graxaim *Cerdocyon thous*.

As principais características dessas espécies registradas estão a seguir:

- A família Didelphidae (gambás e cuícas) é a única representante de Marsupialia na América do Sul. Boa parte das espécies são noturnas e solitárias, frequentando uma grande variedade de ambientes. As espécies de gambá (*Didelphis* spp.) são relativamente comuns e, por serem muito versáteis em relação à utilização dos recursos ambientais, adaptam-se facilmente aos ambientes urbanos e peri-urbanos.
- A família Procyonidae é representada por animais omnívoros, com certo grau de sinantropia. O mão-pelada *Procyon cancrivorus* é uma espécie noturna e solitária, e tem seu habitat restrito às margens dos principais rios.
- As capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) são os maiores roedores vivos. São animais de hábitos semi-aquáticos, diurnos ou crepusculares e exclusivamente herbívoros, vivendo em grupos familiares ou em pequenos bandos.
- A família Leporidae é representada naturalmente por apenas uma espécie nativa, o tapiti *Sylvilagus brasiliensis*, animal típico de ambientes florestais. A lebre *Lepus capensis* foi introduzida na Argentina, tendo, em seguida, chegado ao Brasil. Essa espécie “exótica” vem se multiplicando rapidamente no continente, causando prejuízos às lavouras.
- Os tatus (*Dasybus novemcinctus*, *Euphractus sexcinctus*) pertencem à família Dasypodidae. São animais noturnos, solitários, com amplo espectro alimentar, cuja dieta consiste de vegetais, insetos e pequenos vertebrados.
- O ouriço-cacheiro *Sphiggurus* sp. pertence à família Erethizontidae. São animais noturnos, solitários e predominantemente herbívoros. São essencialmente arborícolas.

- O graxaim *Cerdocyon thous* pode ocorrer em vários tipos de ambientes. É considerado um animal bastante versátil, pois se alimenta de todos os tipos de vertebrados, assim como moluscos, crustáceos, insetos e frutos.

Tabela 60 - Ordens, famílias e espécies de mamíferos (^{int} – espécie introduzida ou “exótica”, ^{vu} – espécie rara ou ameaçada) com registros pretéritos e de provável ocorrência nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. O ambiente de ocorrência (F – formação florestal, C – campo, Cp – capoeira, A – área alterada/antropizada) e forma de registro (M – dados museológicos, B – dados bibliográficos, R – observação em campo, E – entrevista).

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
MARSUPIALIA			
DIDELPHIDAE			
<i>Chironectes minimus</i>	cuíca-d'água	F	B
<i>Didelphis albiventris</i>	gambá	A	B,E
<i>Didelphis marsupialis</i>	gambá	A	B,E
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	cuíca	F	B
<i>Monodelphis sp.</i>	cuíca	F	B
<i>Philander opossum</i>	cuíca	F	B
EDENTATA			
MYRMECOPHAGIDAE			
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	F,Cp	B
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	F	B
DASYPODIDAE			
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	Cp,A	B,E
<i>Dasyplus novemcinctus</i>	tatu-galinha	Cp,A	B,E
LAGOMORPHA			
LEPORIDAE			
<i>Lepus capensis</i> ^{inv}	lebre	A	E
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> ^{vu}	tapeti	F,Cp	B
RODENTIA			
SCIURIDAE			
<i>Guerlinguetus ingrami</i>	serelepe	F	B
AGOUTIDAE			
<i>Cuniculus paca</i> ^{vu}	paca	F	B
CAVIIDAE			
<i>Cavia aperea</i>	preá	A	B
DASYPROCTIDAE			
<i>Dasyprocta azarae</i>	cotia	F	B
ERETHYZONTIDAE			
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço-caxeiro	F	B
<i>Sphiggurus villosus</i>	ouriço-caxeiro	F	B,E
CAPROMYIDAE			
<i>Myocastor coypus</i>	ratão-do-banhado	F	B
HYDROCHAERIDAE			
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	capivara	F	B,R
MURIDAE			
<i>Mus musculus</i> ^{inv}	camundongo	A	E
<i>Rattus rattus</i> ^{inv}	rato	A	E
<i>Rattus norvegicus</i> ^{inv}	rato	A	E

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
CRICETIDAE			
<i>Akodon</i> sp.	rato	C,Cp	B
<i>Oxymycterus</i> sp.	rato	C,Cp	B
<i>Oryzomys</i> sp.	rato	C,Cp	B
<i>Nectomys squamipes</i>	rato	C,Cp	B
<i>Thomazomys</i> sp.	rato	C,Cp	B
CHIROPTERA			
PHYLLOSTOMIDAE			
<i>Anoura caudifera</i>	morcego	F	B
<i>Artibeus lituratus</i>	morcego	F	B
<i>Artibeus jamaicensis</i>	morcego	F	B
<i>Sturnira lilium</i>	morcego	F	B
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	morcego	F	B
<i>Carollia perspicillata</i>	morcego	F	B
VESPERTILIONIDAE			
<i>Histiotus velatus</i>	morcego	F	B
<i>Myotis nigricans</i>	morcego	F	B
<i>Eptesicus furinalis</i>	morcego	F	B
<i>Lasiurus borealis</i>	morcego	F	B
MOLOSSIDAE			
<i>Tadarida brasiliensis</i>	morcego	F	B
<i>Tadarida molossus</i>	morcego	F	B
DESMODONTIDAE			
<i>Desmodus rotundus</i>	morcego	F	B
CARNIVORA			
CANIDAE			
<i>Cerdocyon thous</i>	graxaim	F	B,R,E
PROCYONIDAE			
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	F	B,R,E
<i>Nasua nasua</i>	quati	F	B
MUSTELIDAE			
<i>Galictis cuja</i>	furão	F	B
<i>Eira barbara</i>	irara	F	B
<i>Lontra longicaudis</i> ^{vu}	lontra	F	B
FELIDAE			
<i>Leopardus pardalis</i> ^{vu}	gato-do-mato	F	B
<i>Leopardus wiedii</i> ^{vu}	gato-do-mato	F	B
<i>Leopardus trigrinus</i> ^{vu}	gato-do-mato	F	B
<i>Puma concolor</i> ^{vu}	suçuarana	F	B
ARTIODACTYLA			
CERVIDAE			
<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	C,Cp	B
<i>Mazama americana</i>	veado-pardo	C,Cp	B
TAYASSUIDAE			
<i>Tayassu percari</i> ^{vu}	queixada	F	B
<i>Pecari tajacu</i> ^{vu}	cateto	F	B
PERISSODACTYLA			
TAPIRIDAE			
<i>Tapirus terrestris</i> ^{vu}	anta	F	B
PRIMATES			
CEBIDAE			
<i>Cebus apella</i>	macaco-prego	F	B
<i>Alouatta caraya</i> ^{vu}	bugio	F	B

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
<i>Alouatta guariba</i> ^{vu}	bugio	F	B

Com relação à avifauna, a área de estudo é composta por mais de 250 espécies residentes e migratórias, que se distribuem por diferentes ambientes. Durante os levantamentos de campo foram registradas 85 espécies pertencentes a 34 famílias, que correspondem a 13% do número de espécies de aves registrados no estado do Paraná (SCHERER-NETO et al., 2011) (tabela 61). As famílias mais representadas foram Tyrannidae (13) e Emberizidae (7). Esta comunidade de aves habita um mosaico de ambientes, em sua grande parte compostos por áreas alteradas e remanescentes da vegetação original.

Algumas espécies de aves são abundantes, devido à alta capacidade de adaptação a ambientes modificados pelo homem, que reverte em benefício para suas populações. Esse é o caso do caracara (*Caracara plancus*), do urubu (*Coragyps atratus*), do quero-quero (*Vanellus chilensis*), da rolinha (*Columbina talpacoti*), da pomba (*Columba livia*), do anu-preto (*Crotophaga ani*), do anu-branco (*Guira guira*), da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), do pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), do João-de-Barro (*Furnarius rufus*), do siriri-cavaleiro (*Machetornis rixosa*), do bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), da andorinha (*Pygochelidon cyanoleuca*), da corruíra (*Troglodites musculus*), do sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*), do tsiú (*Volatinia jacarina*); do tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e do vira-bosta (*Molothrus bonariensis*). Além dessas espécies, destacam-se também as aves registradas nas áreas de lavoura e pastagem nas áreas de influência do empreendimento e aquelas típicas de ambientes urbanos e peri-urbanos. A riqueza e diversidade da avifauna em um ambiente urbano podem ser relativamente altas (BESSINGER & OSBORNE, 1982; DEGRAAF & WENTWORTH, 1986; ANJOS & LAROCCA, 1989; ARGEL DE OLIVEIRA, 1996; BLAIR, 1996; MATARAZZO-NEUBERGER, 1992; 1995; ROSÁRIO, 1996; FRANCHIN MARÇAL JÚNIOR, 2002; TORGA et al., 2007; FRANCHIN, 2009; STRAUBE et al., 2009), o que pode estar associado à arborização pública ou a ocorrência de áreas protegidas (WILLSON, 1974; DEGRAAF & WENTWORTH, 1986; OLIVEIRA, 1990; MACHADO & LAMAS,

1996), que oferecem grande disponibilidade de alimento e locais para nidificação (OLIVEIRA, 1995; JOKIMÄKI et al., 2002; LIM & SODHI, 2004). Dentre as espécies registradas nos ambientes urbanos na área de influência do empreendimento, destacam-se aquelas consideradas aves tipicamente urbanas (SICK & PABST, 1968; VOSS & SANDER, 1984; RUSZCZYK e al., 1987; ROSÁRIO, 1996), como o pardal *Passer domesticus*, o João-de-Barro *Furnarius rufus*, o sabiá *Turdus rufiventris*, o quero-quero *Vanellus chilensis*, a corruíra *Troglodytes aedon*, a rolinha *Columbina talpacoti* e as pombas do gênero *Columba*.

Tabela 61 - Famílias e espécies de aves (int – espécie introduzida ou “exótica”) registradas durante a fase de campo nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. Ambiente de ocorrência (M – mata, C – campo, Cp – capoeira, A – área aberta e área alterada, B – banhado, L – ambiente aquático) e registro (B – conferência com dados bibliográficos, O – observação em campo).

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
SCOLOPLACIDAE			
<i>Actitis macularia</i>	maçarico	L	B,O
<i>Tringa solitaria</i>	maçarico	L	B,O
ARDEIDAE			
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	C	B
<i>Ardea alba</i>	garça-grande	L	B,O
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	C,B	B,O
CATHARTIDAE			
<i>Coragyps atratus</i>	urubu	Aéreo	O
ACCIPITRIDAE			
<i>Ictinia plumbea</i>	gavião	M	O
<i>Elanoides forficatus</i>	gavião-tesoura	M	O
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	M	B,O
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	M	B,O
FALCONIDAE			
<i>Caracara plancus</i>	caracará	A,C	B,O
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	A,C	B,O
<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	A,C	B,O
RALLIDAE			
<i>Aramides saracura</i>	saracura	B	O
<i>Gallinula chloropus</i>	frango-d'água	L	B,O
JACANIDAE			
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	L	B,O
CHARADRIIDAE			
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	A,B	B,O
COLUMBIDAE			
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	A,M	B,O
<i>Columbina squammata</i>	fogo-apagou	M	B,O
<i>Columba livia</i> ^{inv}	pomba-doméstica	A	O
<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	M	B,O

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti	M	B,O
<i>Patagioenas picazuro</i>	pombão	M	B,O
PSITTACIDAE			
<i>Aratinga leucophthalma</i>	maracanã	M	B,O
<i>Brotogeris tirica</i>	periquito	M	B,O
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	M	B,O
<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-testa-vermelha	M	B,O
<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca	M	B,O
CUCULIDAE			
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	M	B,O
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	A,M	B,O
<i>Guira guira</i>	anu-branco	A,M	B,O
STRIGIDAE			
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	A,C	B,O
TROGONIDAE			
<i>Trogon surrucura</i>	surucuá	M	B,O
ALCEDINIDAE			
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador	M	O
PICIDAE			
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau	M	B,O
<i>Picumnus temminckii</i>	pica-pau-anão	M	B,O
<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-carijó	M	B,O
THAMNOPHILIDAE			
<i>Mackenziaena severa</i>	borralhara	M	B,O
<i>Dysithamnus mentalis</i>	choquinha-lisa	M	B,O
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	M	B,O
CONOPOPHAGIDAE			
<i>Conopophaga lineata</i>	chupa-dente	M	B,O
DENDROCOLAPTIDAE			
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	M	B,O
FURNARIIDAE			
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	A	B,O
<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	A,Cp	B,O
<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim	M	B,O
<i>Craniolauca obsoleta</i>	arredio-oliváceo	M	B,O
TYRANNIDAE			
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo	M	B,O
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	M	B,O
<i>Colonia colonus</i>	guaracava	M	B,O
<i>Elaenia flavogaster</i>	tuque	M	B,O
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro	M	B,O
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	M	B,O
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	M	B,O
<i>Myiopagis viridicata</i>	suiriri	M	B,O
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	M	B,O
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	A,M	B,O
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	patinho	M	B,O
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	A,M	B,O
<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca	M	B,O
TITYRIDAE			
<i>Schiffornis virescens</i>	flautim	M	B,O
VIREONIDAE			
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	M	B,O

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
CORVIDAE			
<i>Cyanocorax chrysops</i>	gralha-picacá	M,Cp	B,O
HIRUNDINIDAE			
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena	A	B,O
TROGLODYTIDAE			
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	M	B,O
TURDIDAE			
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá	A,M	B,O
MIMIDAE			
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	A,M	B,O
THRAUPIDAE			
<i>Tachyphonus coronatus</i>	pipira-preta	M	B,O
<i>Dacnis cayana</i>	saí	M	B,O
<i>Hemithraupis guira</i>	guira	M	B,O
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço	M	B,O
EMBEREZIDAE			
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei	M	B,O
<i>Ammodramus humerdis</i>	tico-tico	M	B,O
<i>Sicalis flaveola</i>	canário	M	B,O
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho	M	B,O
<i>Cissopis leveriana</i>	tié	M	B,O
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	M	B,O
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	A,M	B,O
CARDINALIDAE			
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	M	B,O
PARULIDAE			
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	M	B,O
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	pula-pula	M	B,O
ICTERIDAE			
<i>Gnorimopsar chopi</i>	chopim	M	B,O
<i>Molothrus bonariensis</i>	vira-bosta	M	B,O
FRINGILLIDAE			
<i>Carduelis magellanica</i>	pintassilgo	M	B,O
<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo	M	B,O
PASSERIDAE			
<i>Passer domesticus</i> ^{INV}	pardal	A	B,O

FONTE BIBLIOGRÁFICA: STRAUBE & URBEN-FILHO (2008).

Nos remanescentes florestais existentes na área de influência do empreendimento as espécies registradas foram a alma-de-gato (*Piaya cayana*), o neinei (*Megarynchus pitangua*), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), o bentererê (*Synallaxis spixi*), o barulhento (*Leptopogon aurocephalus*), o patinho (*Platyrinchus mystaceus*), a noivinha (*Xolmis velata*), a viuvinha (*Colonia colonus*), o siriri (*Machetornis rixosa*), a maria-cavaleira (*Myiarchus* sp.), o siriri (*Tyrannus* sp.), os bem-te-vi (*Myiodynastes* sp. e *Pitangus sulphuratus*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), o tico-tico (*Ammodramus humerdis*), o tiziu (*Volatina jacarina*), o coleiro

(*Sporophila* sp.) e o sanhaço (*Traupis* sp.). O maior número de espécies encontrado pertence aos Passeriformes que habitam principalmente o interior, borda e copa das árvores. Próximo ao rio Goio-Erê foram registrados representantes de Ardeidae (garça-branca-grande *Ardea alba*), Alcedinidae (martim-pescador *Chloroceryle amazona*), Parulidae (bispo *Basileuterus culicivorus*), Scolopacidae (maçaricos), Rallidae (saracura *Aramides saracura* e frango d'água *Gallinula chloropus*) e Jacanidae (jaçanã *Jacana jacana*).

Para a herpetofauna (répteis e anfíbios), as espécies registradas para as áreas de influência através de dados secundários estão distribuídas nos remanescentes de florestas, campos, áreas de banhado e regiões urbanas existentes na região. Com relação aos répteis, de acordo com fontes secundárias a região de estudo pode apresentar 24 espécies, o que representa 15% das espécies registradas para o Paraná (sensu BÉRNILS et al., 2004). As seguintes espécies podem ocorrer na região: *Amphisbaena* sp., *Ophiodes striatus*, *Mabuya* sp., *Hemidactylus mabouia*, *Atractus reticulatus*, *Chironius bicarinatus*, *Spilotes pullatus*, *Dipsas indica*, *Liophis miliaris*, *Oxyrhopus* sp., *Philodryas olfersii*, *Philodryas patagoniensis*, *Sibynomorphus mikani*, *Thamnodynastes strigatus*, *Xenodon merremii*, *Micrurus corallinus*, *Bothropoides jararaca*, *B. neuwiedi*, *B. jararacussu*, *Caudisona durissa* e *Rhinocerophis alternatus*. Com relação à ocupação de ambientes, as espécies generalistas são predominantes, seguidas pelas formas florestais, campícolas e aquáticas.

Algumas espécies registradas apresentam tolerância às alterações decorrentes da urbanização, podendo ocorrer até mesmo em áreas urbanizadas, como o caso da lagartixa exótica (*Hemidactylus mabouia*), enquanto outras espécies que ocorrem nas áreas de influência do empreendimento são consideradas peçonhentas, como as jararacas *Bothropoides jararaca* e *B. neuwiedi*, a cascavel *Caudisona durissa*, a coral-verdadeira *Micrurus corallinus* e a cobra-verde *Philodryas olfersii*. No que diz respeito à ocorrência nos diferentes tipos de paisagens existentes na área do empreendimento, a grande maioria das espécies registradas

pode ser encontrada preferencialmente em áreas abertas e uma pequena parcela ocorre apenas em áreas florestadas. Apenas uma espécie utiliza preferencialmente ambientes aquáticos (o cágado *Hydromedusa tectifera*), mas os ninhos são construídos longe da água, em terrenos inclinados com cobertura vegetal significativa (SOUZA, 2004; FAGUNDES & BAGER, 2007).

Com relação aos anfíbios, de acordo com fontes secundárias e com o levantamento bibliográfico complementar (ROSSA-FERES & JIM, 1994; TOLEDO et al., 2003; VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005; ZINA, 2007, CONTE et al., 2010) a região de estudo pode apresentar 25 espécies, o que representa cerca de 20% das espécies registradas para Paraná (sensu CONTE et al., 2009). A informação disponível a respeito dos anuros no Estado está concentrada na forma de dados sobre distribuição geográfica e trabalhos de taxonomia, com poucas informações a respeito de aspectos ecológicos (CONTE et al., 2009). Uma análise da literatura disponível deixa clara a existência de amplas áreas com pouca ou nenhuma amostragem, como o caso da área de estudo.

Algumas espécies registradas apresentam ampla distribuição e são generalistas, ocorrendo tanto em ambientes florestais quanto em áreas abertas (*Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus mystacinus*, *L. ocellatus*, *L. fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Rhinella icterica*, *R. abei*). Dentre as espécies com ocorrência na região destacam-se também *Dendropsophus anceps*, *D. nanus*, *D. sanborni*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *H. raniceps*, *H. prasinus*, *Phyllomedusa tetraploidea*, *Scinax aramothyella*, *S. fuscomarginatus*, *S. fuscovarius*, *S. ruber*, *Leptodactylus gracilis*, *L. fuscus*, *L. mystacinus*, *L. ocellatus*, *Physalaemus cuvieri* e *Elachistocleis bicolor*. Com relação à ocorrência das espécies nos diferentes tipos de paisagem existentes, a maior parte das espécies levantadas é típica de ambientes abertos. Um número um pouco menor de espécies (30%) ocorre em ambientes florestais e cerca de 20% podem ser consideradas ubíquas em relação à ocupação de ambiente, ocorrendo tanto em formações abertas como áreas florestadas.

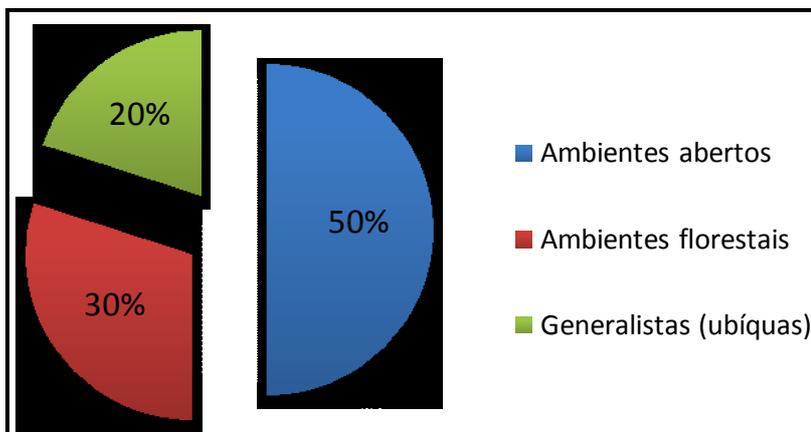


Figura 148 - Frequência de ocorrência das espécies nos diferentes tipos de paisagem existentes na área de influência do empreendimento.

5.2.2. Ecossistemas Aquáticos

Assim como os estudos realizados para a caracterização da fauna terrestre, a ictiofauna da área de influência do empreendimento foi caracterizada com base em dados primários, incluindo a análise de material coletado anteriormente na região que se encontra depositado em coleções científicas, e dados secundários. A consulta a coleções científicas foi realizada através dos bancos de dados NEODAT (www.mnrj.ufrj.br) e SPECIESLINK (splink.cria.org.br). Os dados bibliográficos foram obtidos através das seguintes bases de dados:

- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFPR (www.portal.ufpr.br).
- Base de dados do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP (www.usp.br/sibi).
- Base de dados do Portal de Serviços e Conteúdo Digital da CRUESP- Unibibliweb - USP, UNESP e UNICAMP (bibliotecas-cruesp.usp.br/unibibliweb/cruesp_ebooks.html).
- Portal da informação – UFSCar. (www.ufscar.br).
- Base de dados Scielo – Fapesp (www.scielo.org).
- Sistema de Informação do Programa Biota – Fapesp (www.biota.org.br).
- Sistema de Informação do Projeto Taxonline (www.taxonline.ufpr.br).

A drenagem da área de estudo pertence ao chamado sistema Alto Rio Paraná (AGOSTINHO & JÚLIO JR, 1999), que inclui os rios da bacia do Paraná acima de Sete Quedas (atualmente inundada pelo Reservatório de Itaipu). Este sistema abrange uma área de aproximadamente 900.000km², incluindo o norte do estado do Paraná, o sul de Mato Grosso do Sul, o estado de São Paulo, o sul de Minas Gerais, o sul de Goiás e uma área do Paraguai (CASTRO et al., 2003). A ictiofauna do Alto Rio Paraná é representada por 310 espécies de peixes de 38 famílias (LANGEANI et al., 2007). A comunidade de peixes pode ser dividida basicamente em formas residentes, que desenvolvem todo o ciclo de vida na área, e migradoras, que utilizam a calha do rio para realizar migrações reprodutivas e a planície de inundação para a reprodução e/ou desenvolvimento inicial (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996).

Localizado na região centro-noroeste do Paraná a bacia hidrográfica do rio Piquiri tem uma área de drenagem de 31.000 km². Durante seu percurso entre as nascentes no município de São João da Serra e a foz no rio Paraná, o rio Piquiri apresenta inúmeras corredeiras, estreitos, quedas d'água e saltos, recebendo importantes afluentes, como os rios Goio-Erê, Cantu, Tricolor, Melissa e Sapucaí (PAIVA, 1982; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999). O rio Piquiri é um tributário do rio Paraná que apresenta declividade acentuada, com fortes corredeiras e inúmeras quedas d'água, o que provavelmente pode ser caracterizado como uma barreira à distribuição de inúmeras espécies de peixes.

O levantamento de informações da bacia do rio Goio-Erê revelou a ocorrência de pelo menos 43 espécies de peixes, distribuídas em seis ordens e 18 famílias, sendo Characidae (11 espécies) e Loricariidae (6 espécies) as mais representativas (tabela 62 e tabela 63).

Tabela 62 - Ordens, famílias e respectivo número de espécies de peixes registrados na área de para a bacia do rio Goio-Erê, organizadas de acordo com seus respectivos taxa.

Ordens	Famílias (número de espécies registradas)
Characiformes (19)	Characidae (11), Anostomidae (1), Prochilodontidae (1), Erythrinidae (1), Curimatidae (1), Crenuchidae (1), Parodontidae (3)
Siluriformes (17)	Auchenipteridae (1), Heptapteridae (3), Pimelodidae (3), Loricariidae (6), Callichthyidae (2), Cetopsidae (1), Trichomycteridae (1)
Gymnotiformes (2)	Gymnotidae (2)
Cyprinodontiformes (1)	Poeciliidae (1)
Perciformes (3)	Cichlidae (3)
Synbranchiformes (1)	Synbranchidae (1).

O total de táxons registrados representa 7% da ictiofauna de toda a bacia do rio Paraná (cerca de 600 espécies, segundo BONETTO, 1986) e 14% se considerarmos apenas o trecho do Alto Paraná (310 espécies de peixes, segundo (LANGEANI et al., 2007). A ictiofauna da bacia do rio Goio-Erê apresenta o padrão generalizado da ictiofauna desse sistema (figura 149), e a distribuição longitudinal dessa ictiofauna ao longo do curso do rio provavelmente não é uniforme em função da barreira natural existente. A ictiofauna da área de influência direta do empreendimento é composta por espécies de pequeno (< 20cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (>40cm), e 44% das espécies registradas são exclusivas deste sistema (Alto Paraná).

Tabela 63 – Famílias e espécies (^{end} – espécie endêmica do Alto Paraná, ^{int} – espécie introduzida ou “exótica”, ^{vu} – espécie rara ou ameaçada) de peixes de água doce com ocorrência na área de influência do empreendimento. O ambiente de ocorrência (P – espécie pelágica, B – espécie bentônica / LO – ambientes lóticos, LE – ambientes lênticos) e forma de registro (M – dados museológicos, B – dados bibliográficos) também foram incluídos na tabela.

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
CHARACIFORMES			
CURIMATIDAE			
<i>Cyphocharax modestus</i>	saguiru	P / LO,LE	M
ANOSTOMIDAE			
<i>Leporinus obtusidens</i>	piau	P / LO,LE	M
PROCHILODONTIDAE			
<i>Prochilodus lineatus</i>	corimba	P / LO, LE	M
CHARACIDAE			
<i>Astyanax altiparanae</i> ^{end}	tambiú	P / LO,LE	M / B
<i>Astyanax cf. bockmanni</i> ^{end}	lambari	P / LO,LE	M / B
<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	lambari	P / LO,LE	M / B
<i>Astyanax aff. paranae</i>	lambari	P / LO	M / B

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
<i>Bryconamericus iheringii</i>	pequira	P / LO	M / B
<i>Galeocharax knerii</i> ^{end}	cachorra	P / LO,LE	M
<i>Oligosarcus paranesis</i> ^{end}	saicanga	P / LO,LE	M / B
<i>Oligosarcus pintoi</i> ^{end}	saicanga	P / LO,LE	M / B
<i>Piabina argentea</i>	piaba	P / LO,LE	M / B
<i>Serrasalmus maculatus</i>	piranha	P / LO,LE	M
<i>Serrapinnus notomelas</i> ^{end}	pequira	P / LO,LE	M / B
CRENUCHIDAE			
<i>Characidium aff. zebra</i>	canivete	B / LO	B
PARODONTIDAE			
<i>Apareiodon piracicabae</i>	canivete	B / LO	M / B
<i>Apareiodon sp.</i> ^{end}	canivete	B / LO	M / B
<i>Parodon nasus</i>	canivete	B / LO	M
ERYTHRINIDAE			
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>	traíra	P / LE	M / B
SILURIFORMES			
AUCHENIPTERIDAE			
<i>Tatia neivai</i>	bagre	B / LO	M
CALLICHTHYIDAE			
<i>Callichthys callichthys</i>	tamboatá	B / LE	M / B
<i>Corydoras aeneus</i>	coridoras	B / LO,LE	M / B
LORICARIIDAE			
<i>Hypostomus ancistroides</i> ^{end}	casculo	B / LO	M / B
<i>Hypostomus albopunctatus</i>	casculo	B / LO	M / B
<i>Hypostomus sp.</i> ^{end}	casculo	B / LO	M / B
<i>Ancistrus sp.</i> ^{end}	cascludinho	B / LO	M / B
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	casculo-chinelo	B / LO	M
<i>Neoplecostomus sp.</i> ^{end}	casculo	B / LO	M / B
HEPTAPTERIDAE			
<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá	B / LO,LE	M / B
<i>Pimelodella avanhandavae</i> ^{end}	mandi	B / LO	M / B
<i>Pimelodella gracilis</i> ^{end}	mandi	B / LO	M / B
CETOPSIDAE			
<i>Cetopsis gobioides</i> ^{end}	bagre	B / LO	M
PIMELODIDAE			
<i>Iheringichthys labrosus</i>	mandi	B / LO,LE	M
<i>Pimelodus ornatus</i> ^{int}	mandi	B / LO,LE	M
<i>Pimelodus microstoma</i>	mandi	B / LO,LE	M
TRICHOMYCTERIDAE			
<i>Trichomycterus sp.</i> ^{end}	candiru	B / LO	M / B
GYMNOTIFORMES			
GYMNOTIDAE			
<i>Gymnotus sp.</i> ^{end}	tuvira	P / LE	M / B
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	tuvira	P / LE	M / B
CYPRINODONTIFORMES			
POECILIIDAE			
<i>Phalloceros harpagos</i>	barrigudinho	P / LE	M / B
PERCIFORMES			
CICHLIDAE			
<i>Cichlasoma paranaense</i> ^{end}	acará-vovó	P / LE	M / B

Taxa	Nome vulgar	Ambiente	Registro
<i>Crenicichla britskii</i> ^{end}	joaninha	P / LO,LE	M / B
<i>Geophagus brasiliensis</i>	acará	P / LE	M / B
SYNBRANCHIFORMES			
SYNBRANCHIDAE			
<i>Synbranchus marmoratus</i>	muçum	B / LO,LE	B

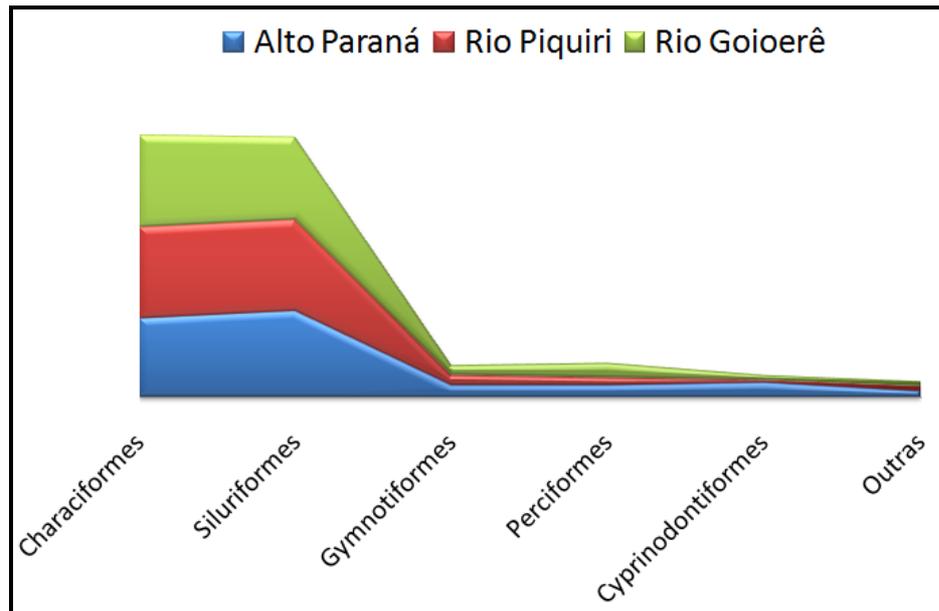


Figura 149 - Principais ordens com suas respectivas proporções (números de espécies) registradas para o Alto Paraná, bacia do rio Piquiri (sensu Agostinho et al., 1997, 2004 e Gubiani et al., 2006) e rio Goio-Erê.

5.2.2.1.1. Vetores

Entende-se por doenças transmissíveis por vetores, aquelas que, para serem transmitidas ao homem, dependem de um animal invertebrado que transfere de forma ativa um agente etiológico de uma fonte de infecção a um novo susceptível. As principais doenças transmitidas por vetores de interesse epidemiológico em na região analisada são: dengue e leishmaniose.

Espécies de Vetores e Hospedeiros de Doenças de Interesse Epidemiológico: Aedes Aegypti – Dengue

O dengue é uma doença febril aguda, de etiologia viral com evolução benigna, na maioria dos casos. Pode-se apresentar através de duas formas clínicas: dengue clássica e febre hemorrágica do dengue ou dengue hemorrágica. É a virose urbana mais difundida no mundo. Com exceção da Europa, ocorre em todos os continentes. É uma doença de áreas tropicais e subtropicais, onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* (figura 150).



Figura 150 – *Aedes aegypti*.

Na forma clássica a doença tem início súbito, com febre alta, dores musculares e articulares, dor atrás dos olhos, cefaléia, anorexia e inapetência, náuseas, vômitos, prostração, além de manchas vermelhas na pele, podendo assim

ser confundida com sarampo ou rubéola. A dengue hemorrágica tem sintomas semelhantes aos da dengue clássica, porém evolui com tendência a hemorragias, dores abdominais intensas, palidez cutânea, pele pegajosa e fria, agitação, sonolência, dificuldade respiratória, pulso rápido e fraco, podendo levar o paciente ao choque e à morte.

O vírus do dengue é um arbovírus (vírus transmitido por inseto) do gênero *Flavivírus*, pertencente à família *Flaviviridae*. São conhecidos quatro sorotipos: Den 1, Den 2, Den 3 e Den 4.

Os vetores são mosquitos do gênero *Aedes*. Nas Américas, o vírus da dengue persiste na natureza mediante o ciclo de transmissão “homem - *Aedes aegypti* – homem”. Outra espécie, o *Aedes albopictus*, já está presente nas Américas e com ampla dispersão na região sudeste e sul do Brasil. A fonte da infecção e hospedeiro vertebrado é o homem. Foi descrito, na Ásia e na África, um ciclo selvagem envolvendo o macaco.

A transmissão se faz de pessoa a pessoa através da picada do mosquito fêmea *Aedes aegypti* infectado. Uma vez infectado, o homem demora de 4 a 10 dias para apresentar os sintomas do dengue. O mosquito macho não transmite a doença, pois alimenta-se de seiva de plantas. Após um repasto de sangue infectado, o mosquito está apto a transmitir o vírus, depois de 8 a 12 dias de incubação extrínseca. A transmissão mecânica também é possível, quando o repasto é interrompido e o mosquito, imediatamente, se alimenta num hospedeiro suscetível próximo. Não há transmissão por contato direto de um doente ou de suas secreções com uma pessoa sadia, nem por fontes de água ou alimento.

O desenvolvimento do *Aedes aegypti* pode ser dividido em 2 fases (aquática e aérea), passando por 4 estágios distintos: ovo => larva => pupa => mosquito alado (figura 151). Na fase aquática a fêmea do mosquito põe seus ovos nas paredes de recipientes com água. As larvas saem dos ovos e vivem na água por

aproximadamente uma semana. Passam pelo estágio de pupa que dura de 1 a 2 dias, ao final do qual surge o mosquito alado ou adulto. O *Aedes aegypti* é um mosquito pequeno, escuro, com um desenho prateado em forma de lira no dorso e listras nas patas, podendo viver de 1 a 2 meses.

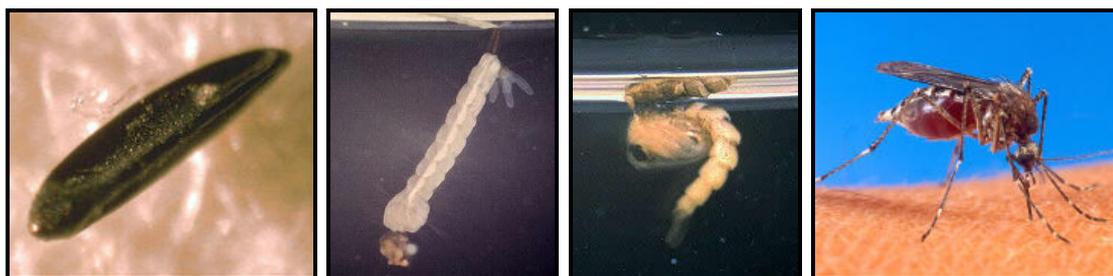


Figura 151 - Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*: do ovo, depositado na superfície da água emerge uma larva aquática. A larva se transforma em pupa aquática, que depois se transforma em um mosquito voador terrestre. A fêmea adulta pica o ser humano para conseguir sangue e botar seus ovos.

O mosquito habita todo o lugar onde existe água parada e limpa, em qualquer tipo de recipiente que a acumule. Os locais preferidos para abrigo são armários e lugares escuros dentro de casa. No ambiente externo prefere lugares frescos e sombreados. A fêmea do *Aedes aegypti* tem hábitos diurnos, pica as pessoas nas primeiras horas do dia e no final da tarde. Ataca preferencialmente no ambiente doméstico ou peridoméstico, uma vez que, a maioria dos criadouros se encontra dentro das casas ou em seus arredores.

Sob esta perspectiva, a precariedade no saneamento básico, as deficiências habitacionais, a baixa remuneração, associadas às carências no serviço de saúde pública, são variáveis que potencializam o caráter endêmico do dengue.

Situação Epidemiológica do Dengue no Estado do Paraná e região

Segundo informe técnico nº 23, de 08 de julho de 2011, sobre a situação do dengue no Paraná, a Secretaria de Estado da Saúde (SESA) registrou, nos primeiros 6 meses do ano de 2011, 57.189 casos notificados (suspeitos). Destes,

26.358 casos foram confirmados (64,2% por laboratório e 35,8% clínico epidemiológico), sendo 25.708 autóctones e 650 importados. Do total de notificações, 21.502 foram descartados.

Desde o início de 2011, foram registrados 325 casos graves da doença (febre hemorrágica ou dengue com complicações) e 14 óbitos. Dos casos graves, 102 foram confirmados como Dengue com Complicações (DCC) e 94 como Febre Hemorrágica do Dengue (FHD). A taxa de letalidade do Paraná é de 7,14% ($14/196 \times 100$). Dos 399 municípios do estado, 59 estão em situação de alerta porque apresentam mais de 100 casos por 100 mil habitantes (incidência acima de 100), sendo que 42 atingem mais de 300 casos por 100 mil habitantes e 17 entre 100 e 300 casos por 100.000 habitantes. O Ministério da Saúde considera incidência alta acima de 300 casos por 100.000 habitantes e acima de 100 é considerada situação de alerta. A taxa de incidência no Estado está em 246,25 ($25.708/10.439.601 \text{ hab.}$) casos por 100.000 hab (SESA, 2011).

O Laboratório de Climatologia (UFPR/LABOCLIMA) fornece informações sobre as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* e apresenta os graus de risco para o desenvolvimento do vetor. Segundo o Boletim Climático Informativo n° 26/2011 do LABOCLIMA, a situação do estado é apresentada na figura 152, a seguir.

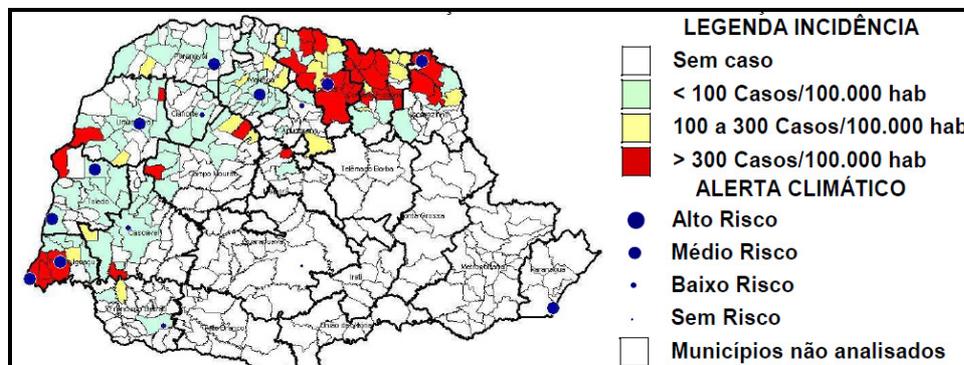


Figura 152 - Classificação dos municípios segundo incidência por 100.000 habitantes e classificação de alerta climático à dengue.

FONTE UFPR, 2011.

Os municípios de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal localizam-se na região oeste do estado do Paraná e pertencem a 12^a Regional de Saúde – RS de Umuarama, segundo Secretaria de Saúde do Estado do Paraná (figura 153).

Em 2010, registrou-se no Paraná uma taxa de incidência de dengue de 310,07/100.000 hab. A Regional de Saúde de Umuarama teve uma incidência de 86,75/100.000 hab, classificada como baixo risco em relação ao estado. Os municípios estudados não apresentaram casos confirmados da doença em 2010.

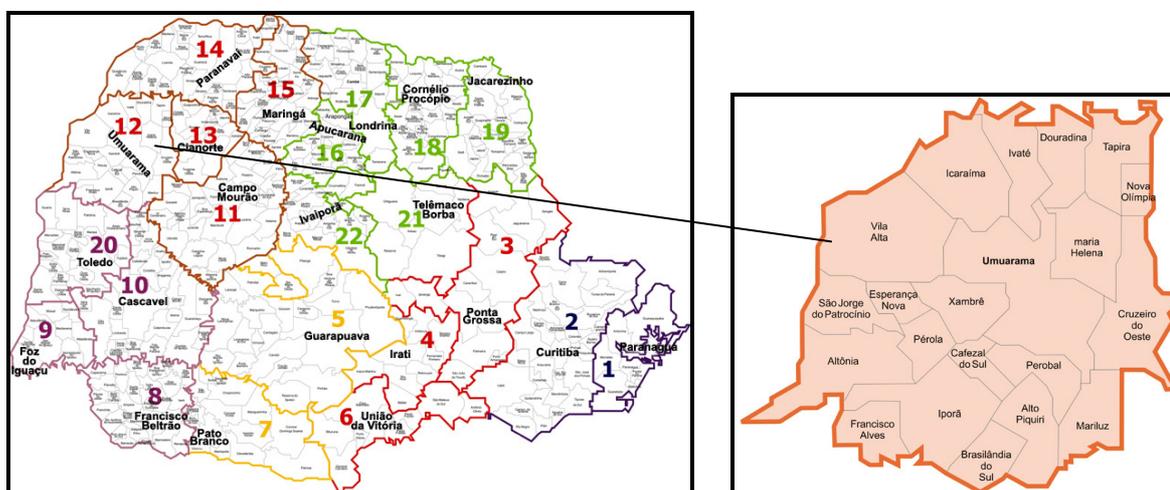


Figura 153 – Estado do Paraná com divisão de regionais de saúde com destaque para a 12^a RS onde os municípios de Alto Piquiri, Mariluz e Perobal estão inseridos.

FONTE: SESA-PR

Apesar da ausência de casos, municípios vizinhos a Alto Piquiri, Mariluz e Perobal, como Umuarama (TI = 212,67/100.000 hab), Iporã (TI = 438,50/100.000 hab) e Cruzeiro do Oeste (TI = 2.745,82/100,000 hab), tiveram suas taxas de incidência extremamente significativas, um deles para situação de alerta e os outros dois viveram uma verdadeira epidemia causada por Dengue (tabela 64). A regional de saúde de Umuarama (12.a RS) apresentou dados bem acima dos 300 casos/100.000 hab (SESA, jan. 2011).

Tabela 64 – Número de casos de dengue, febre hemorrágica, com complicação e incidência por 100.000 habitantes por município, regional de saúde e Paraná – 2010*

Local	População	Casos			Notificados	FHD	DCC	Incidência
		Autoc.	Import.	Total				
Alto Piquiri	10.179	0	0	0	9	0	0	0,00
Mariluz	10.224	0	0	0	4	0	0	0,00
Perobal	5.648	0	0	0	9	0	0	0,00
Umuarama	96.863	206	28	234	1006	0	0	212,67
Iporã	13.227	58	1	59	73	0	0	438,50
Cruzeiro do Oeste	17.299	475	0	475	563	0	1	2.745,82
12ª RS - Umuarama	234.251	1.219	87	1.306	2.526	0	1	520,38
Paraná	10.511.862	32.594	862	33.456	66.550	64	121	310,07

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE; (*) Dados até 5 de janeiro de 2011.

FONTE: SESA/SVS/DEVA/DVDTV/Coordenação do Programa Estadual de Controle da Dengue

Provavelmente, o alto número de casos nos municípios vizinhos, causou a existência do dengue nos municípios de Alto Piquiri e Mariluz em 2011 (tabela 65).

Tabela 65 – Número de casos de dengue, febre hemorrágica, com complicação e incidência por 100.000 habitantes por município, regional de saúde e Paraná – 1º semestre de 2011*

Local	População	Casos			Notificados	FHD	DCC	Incidência
		Autoc.	Import.	Total				
Alto Piquiri	10.179	8	0	8	31	0	0	78,59
Mariluz	10.224	2	0	2	6	0	0	19,56
Perobal	5.648	0	0	0	11	0	0	0,00
12ª RS - Umuarama	265.131	349	18	367	1.347	0	0	131,63
Paraná	10.511.862	25.708	650	26.358	57.189	94	102	246,25

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE; (*) Dados até 30 junho de 2011

FONTE: SESA/SVS/DEVA/DVDTV/Coordenação do Programa Estadual de Controle da Dengue

A Estratificação dos Municípios é feita em função da presença ou não do mosquito. Segundo o Ministério da Saúde, os municípios são categorizados em (MS, 2009):

- **Estrato I** – municípios infestados, aqueles com disseminação e manutenção do vetor nos domicílios;
- **Estrato II** - municípios não infestados, aqueles em que não foi detectada a presença disseminada do vetor nos domicílios ou nos municípios anteriormente infestados que permanecerem 12 meses consecutivos sem a presença do vetor, de

acordo com os resultados do levantamento de índice bimestral ou do monitoramento por intermédio de armadilha.

De acordo com a Estratificação, os municípios de Alto Piquiri e Mariluz são classificados *Municípios infestados em período não epidêmico*, enquanto Perobal como *Município não infestado*.

Entre os 399 municípios do Estado do Paraná, 263 municípios são infestados. Dos 136 municípios restante, 132 municípios não são infestados e 4 (quatro) estão em monitoramento, ou seja, apresentaram a presença do *Aedes aegypti* em domicílio.

De acordo com o Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD, Índice de Infestação Predial – IIP entre 1,00% e 3,99% significa alerta para ocorrência de epidemia e igual ou superior a 4,00% significa risco de ocorrência de epidemia de dengue. O levantamento de IIP tem períodos diferentes para municípios infestados e não infestados, conforme preconizado pelo PNCD: os não infestados realizam três levantamentos de índices ao ano e os infestados realizam seis levantamentos de índices ao ano. Alguns municípios (25), realizam levantamento de índice quatro vezes ao ano aplicando a metodologia LIRAA – Levantamento de Índice Rápido Amostral, por apresentarem condição de aporte populacional para isso, se enquadrando nas condições exigidas para essa metodologia.

O boletim informativo da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná apresentou em maio de 2011, uma atualização dessas informações. Como esclarecimento, quando o IIP é igual a 2,00% significa que a cada 100 imóveis em dois deles foi encontrado criadouro(s) com larva(s) do *Aedes aegypti* (SESA-PR, 2011).

A figura 154 apresenta a distribuição geográfica do Índice de Infestação Predial - IIP por município. Segundo o mesmo informe técnico, essas informações não tiveram alterações significativas entre 2010 e os primeiros cinco meses de 2011.

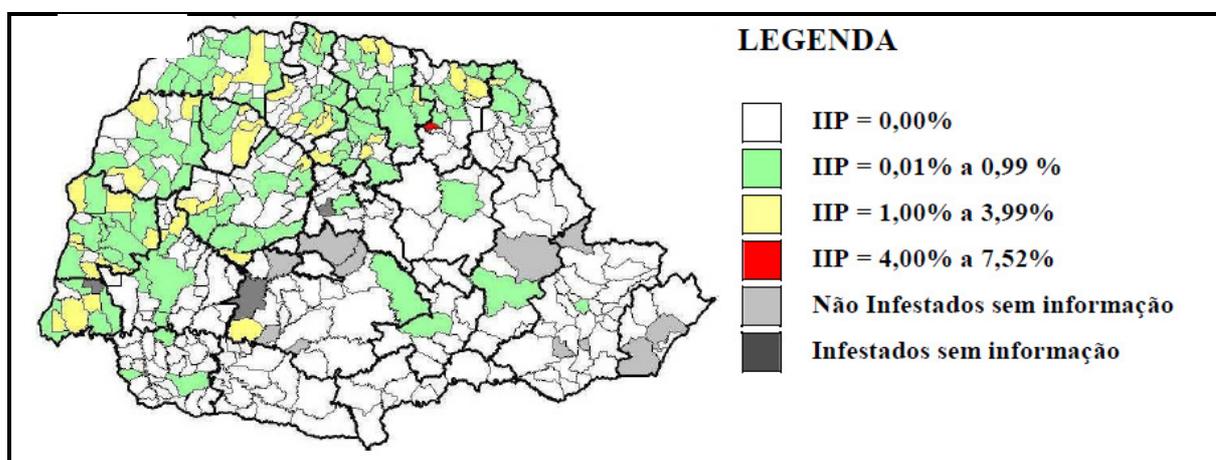


Figura 154 – Classificação dos municípios segundo índice de infestação predial – Paraná 2010 (SESA-PR).

O quantitativo segundo a classificação do Índice de Infestação Predial – IIP dos 399 municípios apresenta-se na tabela 66.

Tabela 66 - Índice de infestação predial (IIP) dos municípios segundo classificação de risco – Paraná – 2010.

IIP (%)	Municípios		Grau de risco
	Número	%	
0,00%	251	65,19	Risco Nulo
0,01% a 0,99%	94	24,42	Baixo Risco
1,00% a 3,99%	39	10,13	Médio Risco
4,00% e +	1	0,26	Alto Risco
Total que enviaram	385	100,00	
Total que não enviaram	14	-	
Total de municípios	399	-	

FONTE: SESA/SVS/DEVA/DVDTV – 02/12/2010

Dos 263 municípios infestados pelo *Aedes aegypti*, 40 encontram-se em situação de alerta e risco para ocorrência de epidemia de dengue. Os municípios estudados foram classificados em Baixo Risco (Alto Piquiri, 0,36%, em outubro de 2010, e Mariluz, 0,80%, em novembro de 2010) e Risco Nulo (Perobal, 0,00%, em setembro de 2010) (SESA-PR, 2011).

Lutzomyia longipalpis ou Phlebotomus – Leishmanioses

As leishmanioses são consideradas primariamente como uma zoonose, podendo acometer o homem quando este entra em contato com o ciclo de transmissão do parasito, transformando-se em uma antropozoonose. Atualmente, encontram-se entre as seis endemias consideradas prioritárias no mundo (BRASIL, 2006). São transmitidas ao homem pela picada de mosquitos flebotomíneos, que compreendem o gênero Lutzomyia (chamados de "mosquito palha" ou birigui) e Phlebotomus.

As Leishmanioses representam um conjunto de enfermidades diferentes entre si, que podem comprometer pele, mucosas e vísceras, dependendo da espécie do parasito e da resposta imune do hospedeiro. São produzidas por diferentes espécies de protozoário pertencente ao gênero *Leishmania*, parasitas com ciclo de vida heteroxênico, ou seja, vivem alternadamente em hospedeiros vertebrados (mamíferos) e insetos vetores (flebotomíneos). As Leishmanioses Tegumentar (LT), Mucosa (LM) e Visceral (LV) são formas da doença.

Até a década de 1950, a leishmaniose tegumentar americana (LTA) disseminou-se por praticamente todo o território nacional, coincidindo com o desmatamento provocado pela construção de rodovias, ferrovias e a instalação de aglomerados populacionais, com grande incidência nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Ceará e Pernambuco. Na década de 1960, a doença entrou em declínio, com o desmatamento já completado nas regiões mais urbanizadas do país, além da relativa estabilidade das populações rurais. Desde então, tem havido um franco crescimento da LTA, tanto em magnitude quanto em expansão geográfica em áreas de colonização antiga, em diversos estados (MONTEIRO, 2009).

No Brasil, entre 1980 e 2005, registraram-se 605.062 casos de LTA. Neste período, 13.384 casos foram notificados na Região Sul, representando 2,2 %

dos casos do Brasil, dos quais 13.206 (98,7%) ocorreram no Estado do Paraná (MONTEIRO, 2009).

Segundo últimos dados disponíveis do Ministério da Saúde, não há informações de mortalidade por Leishmaniose Tegumentar na região estudada (tabela 67), apesar da forma Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) ser endêmica no Paraná desde os primeiros casos registrados na década de 40 (MS, 2007). O número de casos atingiu proporções epidêmicas nos anos de 1993, 1994 e 1995, no norte do estado, mesmo com a substituição da vegetação original de florestas pelas culturas de café, soja, milho, algodão e por pastagens, afetando indivíduos de todos os grupos etários e de ambos os sexos (MONTEIRO, 2009).

Tabela 67 – Mortalidade por leishmaniose tegumentar, por 100.000 habitantes por município, estado e país – 2011(*)

Local	2000 a 2007	2008		2009	
	Nº casos	Nº casos	Taxa	Nº casos	Taxa
Alto Piquiri	0	0	0,00	0	0,00
Mariluz	0	0	0,00	0	0,00
Perobal	0	0	0,00	0	0,00
Estado	5094	2	0,02	1	0,01
Brasil	219.008	77	0,04	17	0,01

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE

(*) Dados até Junho de 2011

FONTE: MS, 2011 e MONTEIRO, 2008

Recentemente, foi demonstrado que uma elevada proporção dos casos de LTA diagnosticados no Estado do Paraná não se infectou no domínio domiciliar, levantando-se a hipótese de que a migração constitui-se num fator de risco para a doença, neste estado (MONTEIRO, 2009). Talvez seja esse o motivo para a notificação de novos casos no ano de 2008 na cidade de Mariluz (tabelas a seguir).

Tabela 68 – Taxa de detecção de casos novos - leishmaniose tegumentar, por 100.000 habitantes por município, estado e país – 2011.

Local	2008		2009	
	Nº casos	Taxa	Nº casos	Taxa
Alto Piquiri	0	0,00	0	0,00
Mariluz	1	9,24	0	0,00
Perobal	0	0,00	0	0,00
Estado	692	6,53	288	2,70
Brasil	26.154	13,79	17.839	9,32

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE; (*) Dados até Junho de 2011

FONTE: MS, 2011.

Tabela 69 – Taxa de detecção de casos novos (forma mucosa) - leishmaniose tegumentar, por 100.000 habitantes por município, estado e país – 2011.

Local	2008		2009	
	Nº casos	Taxa	Nº casos	Taxa
Alto Piquiri	0	0,00	0	0,00
Mariluz	0	0,00	0	0,00
Perobal	0	0,00	0	0,00
Estado	56	0,53	23	0,22
Brasil	1.318	0,70	824	0,43

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE; (*) Dados até Junho de 2011.

FONTE: MS, 2011.

Os casos registrados no Estado do Paraná, a partir de 1980, mostram o perfil endêmico da doença, sobretudo nas regiões norte e oeste. Verificou-se a ocorrência da doença em 74 municípios das mesorregiões Nortecentral (NC), Centroeste (CO) e Noroeste (NO) do Estado do Paraná, confirmando a ampla distribuição desta endemia nessas mesorregiões (figura a seguir).

Estes municípios pertencem ao circuito Paranapanema de produção de LTA, recentemente, denominado circuito Paraná-Paranapanema, com duas áreas de grande intensidade de casos. Na primeira área, na bacia do rio Pirapó, destacam-se os municípios de Lobato e Colorado e na segunda, na bacia do rio Ivaí, os municípios de São Jorge do Ivaí, Terra Boa, Jussara, Cianorte e Doutor Camargo. O predomínio de casos migrantes em 32 dos 74 municípios, onde foram registrados casos de LTA, reforça a importância da mobilidade populacional na epidemiologia desta doença no Estado do Paraná. Trinta e nove municípios apresentaram no máximo cinco casos e nestes também predominaram os casos entre os migrantes (MONTEIRO, 2009).

Os casos urbanos autóctones da zona urbana ou periurbana de municípios no Paraná vem sendo creditada ao modelo de ocupação do espaço, em grande parte por antigos moradores de zonas rurais. Os hábitos culturais comuns entre as populações rurais, como a produção e/ou estocagem de gêneros alimentícios de subsistência na periferia das cidades, podem criar um ambiente favorável à circulação de reservatórios de *Leishmania* e à procriação de flebotomíneos, uma vez que estes hábitos propiciam o acúmulo de matéria orgânica e a umidade do solo.

Em contrapartida, os dados de incidência da Leishmaniose Visceral (LV), nas cidades que serão afetadas pela construção da hidrelétrica, mostram que a doença está sob controle (tabela 70).

Tabela 70 – Taxa de incidência - leishmaniose visceral, por 100.000 habitantes por município, estado e país – 2011.

Local	2008		2009	
	Nº casos	Taxa	Nº casos	Taxa
Alto Piquiri	0	0,00	0	0,00
Mariluz	0	0,00	0	0,00
Perobal	0	0,00	0	0,00
Estado	2	0,02	1	0,01
Brasil	3.529	1,86	3.657	1,91

NOTA: Dados populacionais (2007) do Ministério da Saúde a partir dos resultados do CENSO 2000 – IBGE; (*) Dados até Junho de 2011.

FONTE: MS, 2011.

Leishmaniose visceral (LV)

Segundo o Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral publicado pelo Ministério da Saúde em 2006, na área urbana, o cão (*Canis familiaris*) é a principal fonte de infecção. A enzootia canina tem precedido a ocorrência de casos humanos e a infecção em cães tem sido mais prevalente do que no homem. No ambiente silvestre, os reservatórios são as raposas (*Dusicyon vetulus* e *Cerdocyon thous*) e os marsupiais (*Didelphis albiventris*). No Brasil, as raposas foram encontradas infectadas nas regiões Nordeste, Sudeste e Amazônica. Os marsupiais didelfídeos foram encontrados infectados no Brasil e na Colômbia.

A transmissão se dá através dos vetores da LV, insetos denominados flebotomíneos, conhecidos popularmente como mosquito palha, tatuquiras, birigui, entre outros. No Brasil, duas espécies, até o momento, estão relacionadas com a transmissão da doença, *Lutzomyia longipalpis* e *Lutzomyia cruzi*.

Esses insetos são pequenos, medindo de 1 a 3 mm de comprimento. Possuem o corpo revestido por pêlos e são de coloração clara (castanho claro ou cor de palha). São facilmente reconhecíveis pelo seu comportamento, ao voar em pequenos saltos e pousar com as asas entreabertas (figura 156). Estes insetos na fase adulta estão adaptados a diversos ambientes, porém na fase larvária desenvolvem-se em ambientes terrestres úmidos e ricos em matéria orgânica e de baixa incidência luminosa. Ambos os sexos necessitam de carboidratos como fonte energética e as fêmeas alimentam-se também de sangue para o desenvolvimento dos ovos (MS, 2006).

A *Lutzomyia longipalpis* adapta-se facilmente ao peridomicílio e a variadas temperaturas, podendo ser encontrada no interior dos domicílios e em abrigos de animais domésticos. Há indício de que o período de maior transmissão da LV ocorra durante e logo após a estação chuvosa, quando há um aumento da densidade populacional do inseto (MS, 2006).



Figura 156 - Fêmea de flebotomíneos adulto, engurgitada.

Fonte: MS, 2006.

A infecção do vetor ocorre quando as fêmeas, ao sugarem o sangue de mamíferos infectados, ingerem células de grandes dimensões parasitadas pela *Leishmania*. O vetor, em seu trato digestivo, acaba sendo contaminado pelo parasita no esôfago e na faringe, onde permanece aderido ao epitélio pelo flagelo, quando se diferencia em formas infectantes. O ciclo do parasita no inseto se completa em torno de 72 horas (MS, 2006) (figura 157).

Após este período, as fêmeas infectantes, ao realizarem um novo repasto sanguíneo em um hospedeiro vertebrado liberam as formas infectantes juntamente com a saliva. No interior das células, os parasitas se reproduzem, espalhando a contaminação pela pele, podendo atingir, através da corrente sanguínea, outros tecidos ricos em células do sistema mononuclear fagocitário, como linfonodos, fígado, baço e medula óssea (MS, 2006).

No Brasil, a forma de transmissão é através da picada dos vetores - *L. longipalpis* ou *L. cruzi* – infectados pela *Leishmania (L.) chagasi*.

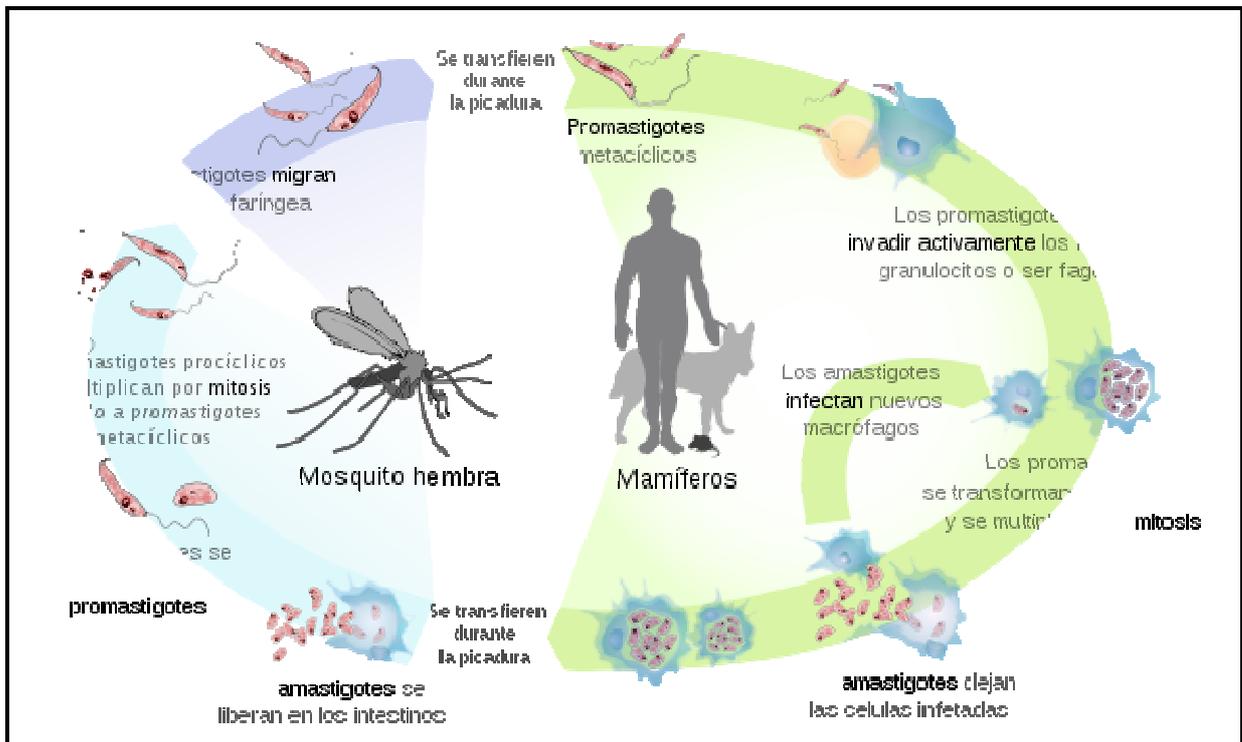


Figura 157 – Ciclo de Transmissão da LV.

A transmissão direta da Leishmaniose Visceral não ocorre de pessoa a pessoa, somente enquanto houver o parasitismo na pele ou no sangue periférico do hospedeiro.

O período de incubação é bastante variável tanto para o homem como para o cão. No homem, varia entre 10 dias a 24 meses, com média entre 2 a 6 meses, enquanto no cão de 3 meses a vários anos com média de 3 a 7 meses.

Os principais sintomas da LV são febre e esplenomegalia (aumento do tamanho do baço), associado ou não à hepatomegalia (aumento do tamanho do fígado) (MS, 2006). Durante a fase inicial da doença, na maioria dos casos, inclui febre com duração inferior a quatro semanas, palidez e hepatoesplenomegalia. Durante a “fase de estado”, cerca de dois meses após a fase inicial, os sintomas são febre irregular, geralmente associada a emagrecimento progressivo, palidez e aumento da hepatoesplenomegalia (MS, 2006). Na terceira fase da doença, fase final, os sintomas são febre contínua e comprometimento intenso do estado geral.

Instala-se a desnutrição, edema dos membros inferiores, além de outras manifestações importantes como hemorragias, icterícia e ascite. Nestes pacientes, o óbito geralmente é determinado por infecções bacterianas e/ou sangramentos (MS, 2006).

Leishmaniose tegumentar americana (LTA)

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) é uma doença infecciosa, não contagiosa, causada por diferentes espécies de protozoários do gênero *Leishmania*, que acomete pele e mucosas. Primariamente, é uma infecção zoonótica, afetando outros animais que não o ser humano, o qual pode ser envolvido secundariamente (MS, 2007).

Já foram registrados como hospedeiros e possíveis reservatórios naturais algumas espécies de roedores, marsupiais, edentados e canídeos silvestres (MS, 2007). São numerosos os registros de infecção em animais domésticos. Entretanto, não há evidências científicas que comprovem o papel destes animais como reservatórios das espécies de leishmânias, sendo considerados hospedeiros acidentais da doença. A LTA nesses animais pode apresentar-se como uma doença crônica com manifestações semelhantes às da doença humana, ou seja, o parasitismo ocorre preferencialmente em mucosas das vias aerodigestivas superiores (MS, 2007).

Os ciclos de transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana variam de acordo com a região geográfica, envolvendo uma diversidade de espécies de parasito, vetores, reservatórios e hospedeiros (MS, 2007). Apesar da quantidade de espécies causadoras desta doença, pode-se dizer que o ciclo de transmissão é o mesmo da Leishmaniose Visceral, ocorrendo alterações apenas quanto aos animais reservatórios, que neste caso incluem também roedores e marsupiais. O mosquito vetor da Leishmaniose Tegumentar Americana é o mesmo da Leishmaniose Visceral.

Mesmo com a diversidade de espécies de *Leishmania* envolvidas na LTA, a manifestação clínica da doença depende não apenas da espécie envolvida, mas também do estado imunológico do indivíduo infectado. Um espectro de sintomas pode se desenvolver, dependendo das características da resposta imune mediada por células (MS, 2007).

Como a doença demora alguns meses para apresentar os sintomas mais graves, muitos dos casos são notificados com alguma defasagem. Em função disto, há uma diferença importante entre os anos de primeiro sintoma e de notificação. Isto sugere a importância de campanhas informativas aos trabalhadores da hidrelétrica, principalmente aqueles que vêm de outras regiões do país.

A leishmaniose é uma enfermidade típica de regiões de clima quente e úmido. Conforme afirma Hayashi (2004), constitui uma zoonose encontrada em animais silvestres, com participação secundária de animais domésticos. Apesar de o homem ser considerado um hospedeiro acidental, admite-se a possibilidade de ocorrer transmissão entre humanos.

No Brasil, a leishmaniose tem sua trajetória associada a processos de desmatamento, ou seja, associada a áreas rurais. Entretanto, mais recentemente, tem sido observada a sua prevalência em áreas urbanas, como constatado nas tabelas anteriores. Em parte, isto está associado à mobilidade da mão de obra e à estrutura produtiva alicerçada no trabalho temporário. Outrossim, como observa Hayashi (2004), “a LTA (leishmaniose tegumentar americana) ocorre em áreas de precárias condições socioeconômicas e baixos níveis de infra-estrutura médico-sanitária”. Segundo o autor, as condições classicamente associadas a níveis elevados de leishmaniose são “expansão da fronteira agrícola, desmatamento, ocupação desorganizada do espaço físico, construção de rodovias e urbanização acelerada com inadequada infra-estrutura”.

Para Missawa e Lima (2006), os vetores da leishmaniose têm como principais biomas de ocorrência a floresta, a zona de transição e o cerrado. Esta constatação mostra a distribuição dos vetores e os seus habitat preferenciais, indicando áreas vulneráveis e mais receptivas para serem transmissoras da doença.

5.2.3. Ambientes Ecologicamente Significativos

Uma unidade de conservação ou uma área natural protegida é definida como uma “superfície de terra ou mar consagrada à proteção e manutenção da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e dos recursos culturais associados, e manejada através de meios jurídicos e outros eficazes” (IUCN, 1994).

No Brasil, as unidades de conservação começaram a ser estabelecidas, por iniciativa do governo federal, a partir de 1937. Após diferentes tratamentos quanto à definição de áreas destinadas a conservação, em setembro de 1989, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi apresentado ao CONAMA e ao Congresso Nacional, e oficialmente estabelecido em 2000 (Lei nº 9.985, de 19 de julho de 2000) (MMA-SNUC, 2000). Um decreto subsequente (Decreto nº 3.834, de 5 de junho de 2001) determinou que o IBAMA deveria adequar as categorias de unidades de conservação que não estavam de acordo com as novas definições.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) define e regulamenta as categorias de unidades de conservação nas instâncias federal, estadual e municipal, separando-as em dois grupos: de proteção integral, com a conservação da biodiversidade como principal objetivo, e áreas de uso sustentável, que permitem várias formas de utilização dos recursos naturais, com a proteção da biodiversidade como um objetivo secundário (MMA-SNUC, 2000). Elas correspondem aos termos unidades de conservação de uso indireto (proteção integral) e de uso direto (uso sustentável) utilizados anteriormente ao SNUC (RYLANDS, 2005).

Como parte integrante do diagnóstico ambiental, o levantamento das unidades de conservação de esfera federal, estadual e municipal, surge como uma importante ferramenta técnica de subsídio para o estabelecimento de áreas restritivas e ecologicamente significativas, cujos planos, programas e ações de

controle ambiental são realizados de forma direcionada, visando à manutenção da integridade ambiental destas localidades.

Desta maneira foram investigadas as unidades de conservação, assim dispostas pela Lei Federal 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, estabelecidas no Estado do Paraná, afim de identificar as áreas de relevância ambiental registradas na bacia hidrográfica do Rio Goio-Erê, área de influência indireta (AII) do meio físico e biótico do reservatório da PCH Água Limpa. As duas tipologias de unidades de conservação estabelecidas pela lei do SNUC são:

Unidades de Proteção Integral

As áreas de proteção integral (como definido pelo SNUC) incluem parques nacionais (União Mundial para a Natureza [IUCN] categoria II), reservas biológicas (Ia), estações ecológicas (Ia), monumentos naturais (III) e refúgios de vida silvestre (III) (RYLANDS, 2005). Nesses locais, qualquer atividade a ser realizada fica condicionada a autorização prévia do órgão responsável e deverá priorizar a manutenção do equilíbrio do ecossistema, sendo que as visitas públicas ficam restritas àquelas com objetivos educacionais e científicos. As áreas particulares incluídas em seus limites, com exceção dos monumentos naturais e refúgios da vida silvestre, que podem ser constituídos também por áreas particulares, serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei (PIRES & PETERS, 2005).

Unidades de uso sustentável

As unidades de uso sustentável permitem diferentes tipos e intensidades de interferência humana, com a conservação da biodiversidade como um objetivo secundário: floresta nacional (IUCN, categoria VI), áreas de proteção ambiental (V), áreas de relevante interesse ecológico (IV), reservas extrativistas (VI), reservas de fauna (VI), reservas de desenvolvimento sustentável (VI) e reservas particulares do patrimônio natural (RPPNs) (IV) (RYLANDS, 2005). Essa categoria é formada pelas unidades que tem o objetivo principal de compatibilizar a conservação da natureza

com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais. Podem ser constituídas por terras públicas ou privadas (PIRES & PETERS, 2005).

Existem ainda outros espaços territoriais especialmente protegidos. São áreas de interesse ambiental, criadas e protegidas por um arcabouço legal, porém não reconhecidas como Unidades de Conservação, como é o caso das APP's (Áreas de Preservação Permanente) estabelecidas no Código Florestal, Lei Federal nº 4771/1965.

Resultados

A partir dos resultados obtidos em pesquisas na base de dados do governo federal (IBAMA, ICMBio e MMA), do estado do Paraná (SEMA/IAP), e os governos dos municípios da região do estudo, foi possível o levantamento de dados referentes à presença de unidades de conservação localizadas na All do empreendimento, conforme mapa. A seguir é apresentada a relação destas áreas, em tabela, e na sua seqüência, a descrição de cada uma delas.

Tipologia	Nome	Jurisdição
Proteção Integral	Reserva Biológica das Perobas	Federal
Uso sustentável	RPPN Fazenda Palmar	Estadual

UC:	Reserva Biológica das Perobas
Tipo de UC:	Proteção Integral
Distância aproximada (menor distância do reservatório):	46,5 km
Fitofisionomia predominante:	Floresta Estacional Semidecidual
Área:	8.716 ha
Município:	Tuneiras do Oeste, Cianorte
Gestor:	IBAMA

Criada através de Decreto Presidencial s/n de 20 de março de 2006, a Reserva Biológica das Perobas visa à proteção de um dos maiores remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Paraná.

Unidade Federal de Conservação da Natureza de Proteção Integral, a Rebio das Perobas possui uma área de 8.716 hectares e localiza-se nos Municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte, na região Noroeste do Estado do Paraná. O uso do solo na região da Reserva caracteriza-se por uma agricultura intensa e tecnificada, baseada no cultivo da cana-de-açúcar.

Fitogeograficamente encontra-se no domínio da Mata Atlântica, especificamente em uma região de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. Deste modo, apresenta vegetação complexa e heterogênea, com predominância da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, contendo grande diversidade de espécies onde têm destaque a peroba (*Aspidosperma* spp), o cedro (*Cedrela fissilis*) e o palmito (*Euterpe edulis*). A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária também se faz representar nessa área, trazendo o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).

Estando no Terceiro Planalto – Planalto de Campo Mourão, a área da Reserva apresenta formas de superfície esculpidas por derrames vulcânicos no arenito Caiuá, de relevo suave ondulado, e o solo possui predominantemente textura arenosa. Com altitude média de 400 metros, localiza-se no divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Ivaí e Piquiri, que drenam suas águas para o rio Paraná.

Por se tratar de um fragmento isolado e de grande extensão, a Rebio das Perobas é o único refúgio de fauna de todo o noroeste paranaense. Apresenta uma grande variedade de aves como tucanos, araçaris e pica-paus. Já foram catalogadas espécies raras como o gavião-pato (*Spizaetus melanoleucus*) e urubu-rei (*Sarcoramphus papa*). Dentre os mamíferos já foram registrados: iraras (*Eira barbara*), quatis (*Nasua nasua*), tatu-galinha (*Dasyopus novemcinctus*), macaco-prego (*Cebus apella*), bugio (*Alouatta fusca*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), além de espécies como veado-catingueiro, queixada, alguns felinos e anta.

UC:	RPPN Estadual Fazenda Palmar
Tipo de UC:	Uso sustentável
Distância aproximada (menor distância do reservatório):	63,0 km
Fitofisionomia predominante:	Floresta Estacional Semidecidual
Área:	26,3 ha
Município:	Farol
Gestor:	Particular (oficializada pelo ICMBio)

5.2.3.1. Áreas Prioritárias para a Conservação (APCs)

Com base no projeto do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de revisão das áreas prioritárias para conservação nas diferentes formações vegetais de ocorrência no território brasileiro, destacando o bioma Mata Atlântica, obteve-se a relação e descrição das áreas enquadradas nesta classificação.

A metodologia estipulada pelo MMA para inclusão das áreas no projeto apresenta duas variáveis: importância e prioridade, que podem ser classificadas como:

- Alta;
- Muito alta;
- Extremamente alta.



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Nome	Bioma	Código	Distância (km)	Import.	Prior.	Tipo	Área (km ²)
Rio Goio-Erê	Mata Atlântica	Ma 166	0 km	Extr. alta	Muito alta	nova	1250 km ²

Características:

Local de reprodução de peixes de interesse econômico.

Oportunidades:**Ameaças:****Ações:**

Recuperação da Mata Ciliar, para conservação do rio.

Nome	Bioma	Código	Distância (km)	Import.	Prior.	Tipo	Área (km ²)
Entorno da REBIO das Perobas	Mata Atlântica	Ma 188	0 km	Muito alta	Alta	nova	305 km ²

Características:**Oportunidades:****Ameaças:****Ações:**

Fomento as atividades econômicas sustentáveis compatíveis com a conservação da biodiversidade, incentivo à criação de RPPNs, normatizar zonas de amortecimento.



MULTIFASE – Centrais de Energia do Brasil Ltda.
Estudo de Impacto Ambiental – PCH Água Limpa

Nome	Bioma	Código	Distância (km)	Import.	Prior.	Tipo	Área (km ²)
Reserva Biológica das Perobas	Mata Atlântica	Ma 678	0 km	Extr. alta	Extr. alta	protegida	87 km ²

Características:

Oportunidades:

Compromisso dos municípios de Cianorte e Tuneiras do Oeste de aplicação integral dos recursos de ICMS ecológico na implementação da REBIO.

Ameaças:

Falta de regularização fundiária, caça, extração de palmito.

Ações:

Regularização fundiária.

5.2.4. Prognóstico Ambiental Temático do Meio Biótico

Alterações observadas nas áreas de influência do empreendimento, fruto do processo de ocupação e de transformação do uso do solo na região nas últimas décadas, provocaram modificações significativas na diversidade da flora e da fauna terrestre e aquática regional. Com relação à fauna, as modificações incluem a perda e o desaparecimento de espécies dos diversos grupos de vertebrados terrestres de menor plasticidade ecológica. Considerando-se os ecossistemas terrestres, as espécies com preferência por ambientes florestais e aquáticos estão entre os grupos mais vulneráveis à perturbação ambiental, sendo que vários aspectos levantados determinam esta vulnerabilidade, como o tipo de deslocamento, as necessidades alimentares, o “home range” e a territorialidade.

O levantamento de dados indicou maior representatividade de espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios típicos de ambientes abertos, tais como áreas urbanizadas e agropastoris. Apesar dessa constatação, a fauna terrestre da região ainda apresenta-se relativamente diversificada, devido provavelmente à grande heterogeneidade de ambientes existente na região, que englobam matas ciliares, remanescentes florestais, áreas de lavouras e banhados. Esta constatação demonstra a importância que esses ecossistemas representam para a região, indicando que a conservação da fauna deve ser conseguida através de medidas de controle e manejo ambiental amplas, com abrangência suficiente para contemplar os fatores bióticos e abióticos regionais vigentes.

Com relação à fauna aquática, a ictiofauna levantada é representada por espécies migradoras, espécies de ocorrência generalizada e espécies introduzidas, as quais apresentam o padrão generalizado da ictiofauna do Alto Paraná. De um modo geral, a comunidade de peixes do rio Goio-Erê pode ser dividida basicamente em formas residentes, que são aquelas espécies que desenvolvem todo o ciclo de vida em determinada região, e formas migradoras, que são as espécies que cumprem apenas parte do ciclo de vida, utilizando trechos superiores do rio como

área de reprodução (desova) e a foz como área de crescimento inicial ou como áreas temporárias de alimentação e recuperação na fase adulta (VAZZOLER et al., 1997; SATO, 1999; BAUMGARTNER et al., 2004; SUZUKI et al., 2004). Os resultados também demonstraram que as diferentes modificações ambientais que podem ocorrer à montante e à jusante do empreendimento hidrelétrico devem ser analisadas separadamente, pois os impactos causados pela obstrução do canal do rio são relativamente diferentes dos impactos causados pelo ambiente artificial do reservatório, haja vista as diferenças na composição da ictiofauna entre as áreas de montante e jusante em função da barreira natural.

De acordo com o apresentado, os conhecimentos sobre a composição, o monitoramento espacial e temporal, assim como sobre a bionomia das espécies constituem subsídios fundamentais para a compreensão da dinâmica dessas comunidades, contribuindo efetivamente para a conservação desse novo ambiente através de planos de manejo e monitoramento mais abrangentes.

Em se tratando da flora, a maior parte da cobertura vegetal das áreas de influência compreende o uso agropecuário do solo. A flora nativa apresenta um mosaico de formações secundárias em sua maioria, expondo também formações pioneiras e formações florestais degradadas por corte seletivo. Os estágios mais avançados do processo sucessional estão presentes em áreas de preservação permanente e de Reservas Legais, áreas que devem receber atenção especial.

Em relação aos ambientes ecologicamente significativos, pode-se observar que as áreas legalmente protegidas identificadas estão situadas a distância superior a 10 km o que reduz sobremaneira a possibilidade de dispersão de impactos para tais localidades. Não foi evidenciada tendência de implantação de novas unidades de conservação em um raio de 3 km da área do reservatório.