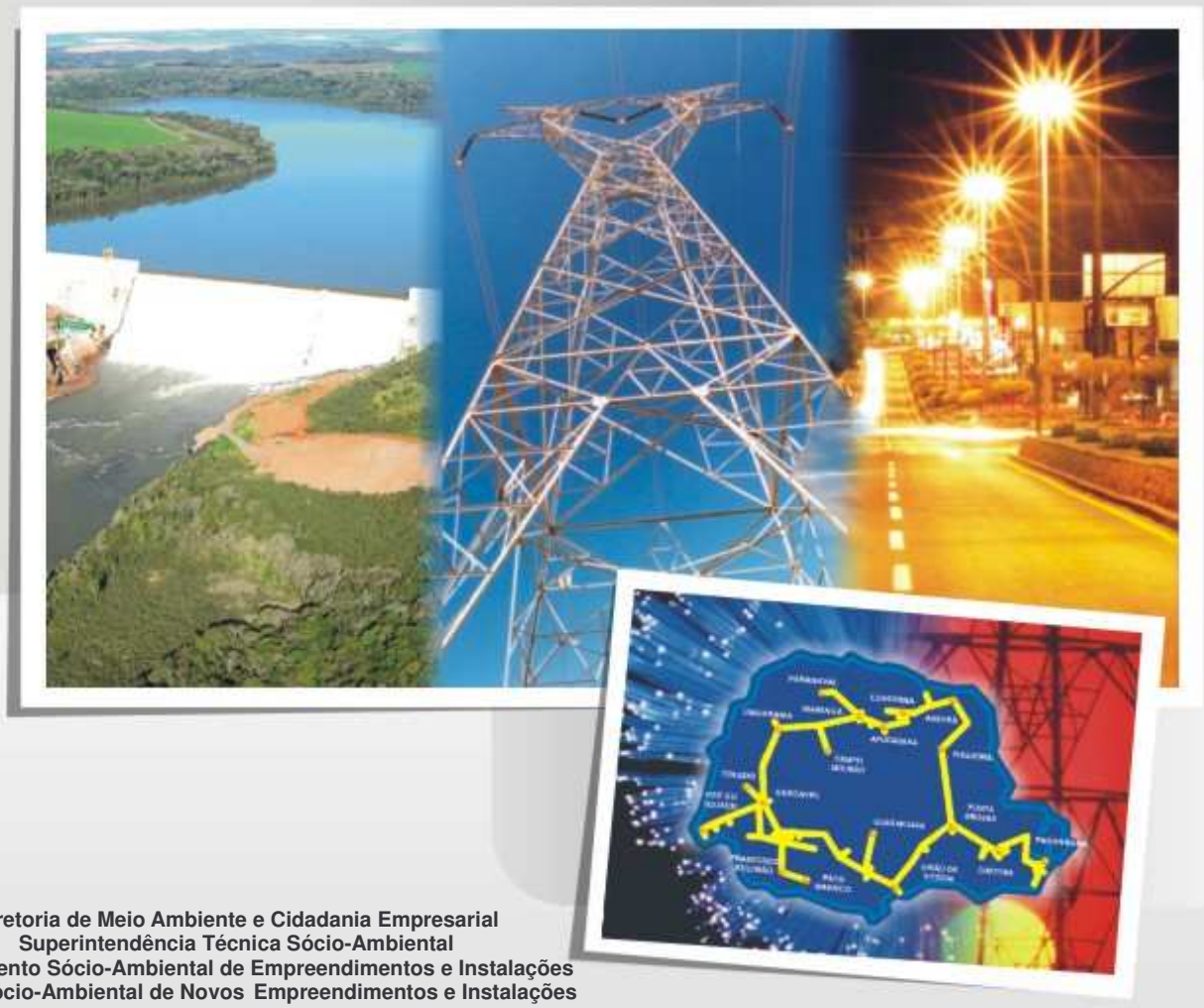
Companhia Paranaense de Energia COPEL

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA) DA PCH CAVERNOSO II

VOLUME I – Aspectos legais, caracterização do empreendimento e diagnóstico socioambiental



Diretoria de Meio Ambiente e Cidadania Empresarial
Superintendência Técnica Sócio-Ambiental
Departamento Sócio-Ambiental de Empreendimentos e Instalações
Divisão Sócio-Ambiental de Novos Empreendimentos e Instalações

Curitiba, outubro 2009

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	12
2. EQUIPE TÉCNICA	13
2.1 EQUIPE TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS – ATUALIZAÇÃO 2009	13
2.2 EQUIPE TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS – Versão 2004 (Ferma Engenharia)	13
2.3 DADOS DA CONSULTORA	14
2.4 DADOS DO SOLICITANTE DA LICENÇA PRÉVIA	15
3. INTRODUÇÃO	16
4. PROCEDIMENTOS E MÉTODOS	18
5. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO	20
6. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS	23
6.1 Introdução	23
6.2 Antecedentes	23
6.3 Aspectos Legais	23
6.4 Justificativa Legal	24
6.5 Licenciamento Ambiental	25
6.6 Competência para o Licenciamento	36
6.7 Prazo de Emissão da Licença	37
6.7.1 Prazo de Validade para cada Licença	37
6.8 Realização de Audiência Pública	38
6.9 Legislação Estadual	39
6.10 Proteção dos Recursos Hídricos	40
6.11 Proteção da Fauna e Flora	43
6.11.1 - Fauna	44
6.11.2 - Flora	46
6.12 Unidades de Conservação	48
6.13 Lei do ICMS Ecológico	49
6.14 Proteção ao Patrimônio Histórico, Artístico e Natural	49
6.15 A Proteção do Solo e o Combate à Erosão	51
6.16 Considerações Finais	52
7. INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CAVERNOSO	53

7.1 – Introdução	53
7.2 – Hidrografia da Bacia do rio Cavernoso	54
7.3 – Relevo da Bacia do rio Cavernoso	54
7.4 – Aspectos Geomorfológicos da Bacia do rio Cavernoso	55
7.5 – Suscetibilidade a sismos naturais ou induzidos	58
7.6 – Critérios básicos do Estudo de Inventário Hidrelétrico	59
7.7 – Alternativas de barramento no rio Cavernoso	60
7.7.1 – Divisão de Queda Adotada	61
7.7.2 – Alternativa I	62
7.7.3 – Alternativa II - Adotada	66
7.8 - Descrição dos aproveitamentos propostos na alternativa adotada	70
7.8.1 – PCH Cavernoso II	70
7.8.2 – PCH Cavernoso III	72
7.9 – Estudos energéticos para a alternativa adotada	74
7.9.1 – Conclusões da alternativa adotada	81
7.10 – Meio Ambiente	82
7.10.1 – Impactos ambientais identificados no inventário hidrelétrico do Rio Cavernoso	82
7.10.2 – Interferências Ambientais	83
7.10.3 – Conclusões ambientais de cada alternativa de aproveitamento do Rio Cavernoso (PCH Cavernoso II, III e IV)	84
7.10.3.1 - PCH Cavernoso II	84
7.10.3.2 - PCH Cavernoso III	86
7.10.3.3 - PCH Cavernoso IV	87
8. LOCALIZAÇÃO e ACESSO À PCH CAVERNOSO II	89
9. DEFINIÇÕES E LIMITES DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	92
9.1 Conceitos Básicos	92
9.2 Área de Influência Direta (AID)	93
9.3 Área de Influência Indireta (AII)	93
10. MEIO FÍSICO	96
10.1 Clima e Hidrologia	96
10.1.1 Clima e Condições Meteorológicas	96
10.1.2 Precipitação	100
10.1.3 Evaporação e Evapotranspiração	102
10.1.4 Escoamento Superficial	103
10.1.5 Caracterização do Reservatório	118
10.2 Geologia e Geomorfologia	122
10.2.1 Considerações Gerais	122
10.2.2 Geologia Estrutural	124
10.2.3 Hidrogeologia	125
10.2.4 Modelo Hidrogeológico/Jazidas de Água Mineral	127

10.2.5 Geotecnia	127
10.2.5.1 Aspectos Geotécnicos	128
10.2.6 Geomorfologia	134
10.2 Pedologia	136
10.2.1 Introdução	136
10.2.2 Levantamento de Dados - Metodologia	137
10.2.3 Classificação pedológica da área de influência	137
10.2.3.1 Latossolos	137
10.2.3.2 Cambissolos	138
10.2.3.3 Solos litólicos	139
10.2.3.4 Terra Roxa Estruturada	139
10.2.4 Solos na área de influência direta (AID)	140
10.2.5 Solos na área de influência indireta (AII)	140
10.3 Aptidão Agrícola	144
10.3.1. Níveis de manejo considerados	144
10.3.2 Categorias do sistema	146
10.3.3 Subgrupos de aptidão agrícola	146
10.3.4 Análise da aptidão agrícola na área de influência direta	148
10.3.5 Análise da aptidão agrícola na área de influência indireta	148
10.4 Uso e Ocupação do Solo	150
10.4.1 Classes Mapeadas de Ocorrência	150
10.5 Qualidade da Água	152
10.5.1 Metodologia	152
10.5.2 Coleta e Análise das Amostras	155
10.5.3 Critérios Utilizados para a Interpretação dos Resultados	155
10.5.4 Diagnóstico da Qualidade da Água	156
10.5.4.1 - IQA – Índice de Qualidade de Água	156
10.5.4.2 - DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio	160
10.5.4.3 - Oxigênio Dissolvido	160
10.5.4.4 Coliformes Totais e Termotolerantes (*Escherichia coli*)	162
10.5.4.5 pH	163
10.5.4.6 Nitrogênio e Fósforo	163
10.5.4.7 Turbidez	165
10.5.4.8 Sólidos Totais	165
10.5.5 Influência do Reservatório na Qualidade da Água	167
10.5.5.1 IQAR – Índice de Qualidade das águas do reservatório	168
10.5.5.2 Análise da qualidade da água do reservatório Cavernoso I	170
10.5.5.3 Análise comparativa da montante com o reservatório	172
10.5.6 Potencial de Eutrofização	176

10.5.7 Considerações Finais quanto à qualidade da água	177
11.MEIO BIÓTICO	179
11.1 Flora	179
11.1.1 Enquadramento fitogeográfico e caracterização geral da vegetação	179
11.1.2 Procedimentos metodológicos	182
11.1.2.1 Parâmetros Fitossociológicos	183
11.1.3 Diagnóstico	185
11.1.3.1 Formações Florestais	185
11.1.3.2 Pastagens	187
11.1.3.3 Áreas agrícolas	187
11.1.4 Resultados do Levantamento Florístico e Fitossociológico	188
11.1.4.1 Levantamento florístico	188
11.1.4.2 Levantamento fitossociológico	189
11.1.4.3 Levantamento de Espécies Ameaçadas de Extinção	193
11.1.4.4 Características Gerais do Componente Arbóreo das Parcelas Amostrais	193
11.1.5 Área de Preservação Permanente e ser implantada	194
11.1.6 Unidades de Conservação e Terras Indígenas	195
11.1.7 Relatório fotográfico	195
11.2 Fauna	197
11.2.1 Considerações Iniciais	197
11.2.2 Metodologia	197
11.2.2.1 Metodologia do Estudo Original	198
11.2.2.2 Metodologia Usada na Atualização do Estudo	200
11.2.3 Resultados e Discussão	203
11.2.3.1 Ictiofauna	204
11.2.3.1.1 Discussão	210
11.2.3.2 Avifauna	212
11.2.3.2.1 Discussão	217
11.2.3.3 Mastofauna	218
11.2.3.3.1 Discussão	221
11.2.3.4 Herpetofauna - répteis	224
11.2.3.4.1 Discussão	227
11.2.3.5 Herpetofauna - anfíbios	227
11.2.3.5.1 Discussão	230
11.2.3.6 Macroinvertebrados	231
11.2.3.6.1 Discussão	237
11.2.4 Conclusões	240
12. MEIO SOCIO ECONÔMICO	242

12.1 Metodologia	242
12.2 Aspectos históricos	243
12.2.1 Candói	243
12.2.2 Virmond	244
12.3 Aspectos demográficos	254
12.4 Aspectos econômicos	254
12.5 Educação	256
12.6 Saúde	256
12.7 Lazer	257
12.8 Considerações Gerais	258
12.7 Características sociais da Área de Influência Direta	259
12.7.1 Propriedades Diretamente Atingidas	260
12.7.2 Propriedades Atingidas Indiretamente	264
12.8 Considerações Finais	265
13. ARQUEOLOGIA	266
13.1 Metodologia	266
13.2 Levantamento da Arqueologia Regional	267
13.3 Os sítios arqueológicos e as tradições	268
13.4 Levantamento inicial na área do empreendimento	270
14. CONCLUSÕES	275
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	277
16. ANEXOS	287

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO (EM VERMELHO) DO EMPREENDIMENTO NO MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ.	56
FIGURA 02 – LEITO DO RIO CAVERNOSO, EXIBINDO ROCHAS BASÁLTICAS MACIÇAS.	58
FIGURA 03 – ALTERNATIVA I, PREVENDO TRÊS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS.	64
FIGURA 04 – ALTERNATIVA I, PREVENDO TRÊS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS (PERFIL).	65
FIGURA 05 – ALTERNATIVA II (ADOTADA), PREVENDO DOIS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS.	68
FIGURA 06 – ALTERNATIVA II (ADOTADA), PREVENDO DOIS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS (PERFIL).	69
FIGURA 07 - VISTA DO RIO CAVERNOSO E MARGENS NO FINAL DO RESERVATÓRIO DA ALTERNATIVA DA PCH CAVERNOSO II (PRIMEIRO PLANO) E LOCAL DO CANAL DE ADUÇÃO E DA USINA PARA CAVERNOSO III (SEGUNDO PLANO À ESQUERDA), COM DESTAQUE À QUASE INEXISTENTE FLORESTA CILIAR.	72
FIGURA 08 - VISTA DO RIO CAVERNOSO NO TRECHO DE IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM PARA A ALTERNATIVA DA PCH CAVERNOSO II (À DIREITA) E PARTE DE SEU RESERVATÓRIO (À ESQUERDA).	72
FIGURA 09 - FLUXOGRAMA DAS SIMULAÇÕES ENERGÉTICAS.	76
FIGURA 10 - RELAÇÃO POTÊNCIA-VAZÃO ADMITIDA NAS SIMULAÇÕES.	77
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DO FUTURO EMPREENDIMENTO NO ESTADO DO PARANÁ	89
FIGURA 12 – ACESSO À FUTURA PCH CAVERNOSO II	91
FIGURA 13 – DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID).	93
FIGURA 14 – DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII),	95
FIGURA 15 – COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ	123
FIGURA 16 – FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DA ÁREA (AO FUNDO VALE DO RIO CAVERNOSO)	135
FIGURA 17 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS PROXIMIDADES DA PCH CAVERNOSO II, COM A PROJEÇÃO DA ÁREA DE INUNDAÇÃO DO FUTURO RESERVATÓRIO.	154
FIGURA 18 – MAPA FITOGEOGRÁFICO DO ESTADO DO PARANÁ.	180
FIGURA 19 – AGRICULTURA INTENSIVA NAS MARGENS DO RIO CAVERNOSO, COM PEQUENA FAIXA DE FLORESTA CILIAR AO FUNDO.	195
FIGURA 20 – ASPECTO DO INTERIOR DA FLORESTA CILIAR AINDA EXISTENTE, COM UNIFORMIDADE DE DIÂMETROS E AUSÊNCIA DE SUB-BOSQUE, EVIDENCIADO DURANTE A REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL..	196
FIGURA 21 – FOTO DA MARGEM DIREITA DO RIO CAVERNOSO QUE FARÁ PARTE DA FUTURA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE. NESTE LOCAL A ATIVIDADE PECUÁRIA É PREDOMINANTE.	196

FIGURA 22 – COLETA COM TARRAFA	199
FIGURA 23 – COLETA COM PUÇA	200
FIGURA 24 – RESIDÊNCIA DO SR. MÁRIO COCUGINSKI	260
FIGURA 25 – PARTE DAS TERRAS DO SR. JOSÉ OSSOWSKI SOBRINHO QUE SERÃO INUNDADAS OU IMPACTAS PELA IMPLEMENTAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.	261
FIGURA 26 – RESIDÊNCIA DO SR. LUDOVICO COCUGINSKI	262
FIGURA 27 – EM SEGUNDO PLANO, PARTE DA PROPRIEDADE DO SR. HENRIQUE QUE SEJA ATINGIDA PELA FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO E CONSTITUIÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.	263
FIGURA 28: VISTA PARCIAL DO LOCAL DE POSSÍVEL OCORRÊNCIA DE SÍTIO ARQUEOLÓGICO.	271
FIGURA 29: ABERTURA NO SOLO DE PROVÁVEL PASSAGEM DE UMA CASA SUBTERRÂNEA	271
FIGURA 30: FRAGMENTO DE CERÂMICA LISA COM ESCALA.	272
FIGURA 31: FRAGMENTO DE CERÂMICA DA TRADIÇÃO ITARARÉ.	273
FIGURA 32: ÁREA DA PLANTAÇÃO COM PRESENÇA DE MATERIAIS ARQUEOLÓGICOS.	273

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - EIXOS ESTUDADOS NO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO CAVERNOSO.	61
TABELA 02 – RESUMO DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS.	63
TABELA 03 – OUTRAS CARATERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS.	63
TABELA 04 – RESUMO DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS NA ALTERNATIVA II – ADOTADA.	66
TABELA 05 – OUTRAS CARACTERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS NA ALTERNATIVA II - ADOTADA.	66
TABELA 06 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO II NO PERÍODO TOTAL.	78
TABELA 07 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO II NO PERÍODO CRÍTICO.	79
TABELA 08 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO III NO PERÍODO TOTAL.	80
TABELA 09 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO III NO PERÍODO CRÍTICO.	81
TABELA 10 - DADOS METEOROLÓGICOS COLETADOS NA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE LARANJEIRAS DO SUL – PR (02552009).	97
TABELA 11 – PRECIPITAÇÕES MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS MENSAIS (MM/MÊS) E MÉDIAS ANUAIS (MM/ANO) DAS ESTAÇÕES USINA CAVERNOSO (PERÍODO DE 1952 A 2003) E LARANJEIRAS DO SUL (PERÍODO DE 1973 A 2003).	101

TABELA 12 – EVAPORAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA	103
TABELA 13 – CARACTERÍSTICAS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA UTILIZADA NO ESTUDO.	104
TABELA 14 – SÉRIE HISTÓRICA DE VAZÕES MENSAIS DA ESTAÇÃO USINA CAVERNOSO – PCH CAVERNOSO II – AD = 1500 KM².	106
TABELA 15 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS	108
TABELA 16 – VAZÕES MÁXIMAS DE PROJETO.	109
TABELA 17 – VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS NA ESTAÇÃO USINA CAVERNOSO EM M³/S.	110
TABELA 18 – VAZÕES MÍNIMAS $Q_{10,7}$ EM M³/S.	110
TABELA 19 – FREQUÊNCIA DE PERMANÊNCIA DAS VAZÕES MÉDIAS MENSAIS.	111
TABELA 20- VAZÃO MÁXIMO DE PROJETO DE CADA MÊS EM M³/S.	112
TABELA 21 – COEFICIENTES PARA O HIDROGRAMA DE ENCHENTE.	114
TABELA 22 – VAZÕES DE PROJETO	117
TABELA 23 – DADOS E RESULTADOS DO ESTUDO DE ASSOREAMENTO.	119
TABELA 24 – SISTEMA AQUIFERO SERRA GERAL	126
TABELA 25 – SERRA GERAL NORTE (UNIDADES II, III E IV)	126
TABELA 26 – SERRA GERAL SUL (UNIDADE I)	126
TABELA 27 - PESOS DOS PARÂMETROS PARA A FORMAÇÃO DO IQA	157
TABELA 28 – CLASSIFICAÇÃO CONFORME OS VALORES DO IQA	157
TABELA 29: RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ÁGUAS DE SUB-SUPERFÍCIE NA ESTAÇÃO E1 (2003-2007).	159
TABELA 29-A - PESOS DOS PARÂMETROS PARA A FORMAÇÃO DO IQAR	168
TABELA 29-B – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO PARA RIOS SEGUNDO ÍNDICE DE CALRSON MODIFICADO	176
TABELA 30: CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DA ESTAÇÃO E1 (2003-2007).	177
TABELA 31: LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS IDENTIFICADAS NAS PARCELAS AMOSTRAIS.	188
TABELA 32 – ÁREAS BASAIS POR ESTÁGIO SUCESSIONAL (PADRÃO DA LEGISLAÇÃO)	190
TABELA 33 - RESULTADOS DA ANALISE FITOSSOCIOLÓGICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA PCH CAVERNOSO II, EM VIRMOND / PR.	192
TABELA 34: LISTA DE ESPÉCIES COM VALOR ECONÔMICO E SUAS UTILIZAÇÕES	193
TABELA 35 - LISTA DE ESPÉCIES RARAS E EM PERIGO DE EXTINÇÃO	193
TABELA 36: CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS COMPONENTES ARBÓREOS DAS PARCELAS AMOSTRAIS	194

TABELA 37: LISTA DE ESPÉCIES DE PEIXES REGISTRADAS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVERNOSO	204
TABELA 38: LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO.	213
TABELA 39 - LISTA DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO.	219
TABELA 40: LISTA DE ESPÉCIES DE RÉPTEIS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO	224
TABELA 41: LISTA DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO	228
TABELA 42 - LISTA DE ESPÉCIES DE MACROINVERTEBRADOS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO	232

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS MENSAIS.	99
GRÁFICO 02: UMIDADE RELATIVA DO AR EM (%).	99
GRÁFICO 03: PRECIPITAÇÕES MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS DAS ESTAÇÕES USINA CAVERNOSO E LARANJEIRA DO SUL.	102
GRÁFICO 04 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS.	111
GRÁFICO 05 – VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO DE CADA MÊS.	113
GRÁFICO 06 – HIDROGRAMA DE ENCHENTE DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA USINA CAVERNOSO.	114
GRÁFICO 07 – CURVA DE DESCARGA DO VERTEDOURO.	115
GRÁFICO 08 – CURVA DE DESCARGA A JUSANTE DA BARRAGEM.	116
GRÁFICO 09 – CURVA DE DESCARGA NA SAÍDA DO CANAL DE FUGA.	117
GRÁFICO 10 – CURVA ESPECÍFICA REGIONAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS.	119
GRÁFICO 11 – TEMPO DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA PERMANÊNCIA DAS VAZÕES.	121
GRÁFICO 12 – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA ESTAÇÃO E1 (2003-2007)	158
GRÁFICO 13 - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (2003-2007).	160
GRÁFICO 14 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (2003-2007).	162
GRÁFICO 15 - COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS (2003-2007).	163
GRÁFICO 16 - COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS COLIFORMES TERMOTOLERANTES, SÓLIDOS TOTAIS E VAZÃO MÉDIA DIÁRIA (2003 E 2007).	164
GRÁFICO 17 - NITROGÊNIO TOTAL (2003-2007).	165

GRÁFICO 18 - COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS FÓSFORO TOTAL E SÓLIDOS TOTAIS PARA O PERÍODO ENTRE 2003 E 2007.	167
GRÁFICO 19 - CONCENTRAÇÕES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	173
GRÁFICO 20 - CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	173
GRÁFICO 21 - CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	174
GRÁFICO 22 - CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	174
GRÁFICO 23 - CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	175
GRÁFICO 24 - CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS TOTAIS NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).	175

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste no Relatório Final do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Cavernoso II, localizado no rio Cavernoso, entre os municípios de Virmond e Candói, região centro-sul do estado do Paraná. Este projeto se destina ao aproveitamento energético do rio Cavernoso, com máquinas que terão a potência total de 19 MW.

O empreendedor, COPEL Geração S.A., com sede em Curitiba - PR, submete a atualização do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), conforme solicitação deste Instituto Ambiental do Paraná, cujo estudo original foi elaborado pela empresa Ferma Engenharia, com objetivo de obter a Licença Prévia para o empreendimento, face terem sido decorridos cerca de 5 anos desde a apresentação inicial do estudo ao IAP.

Desta forma, esta versão atualizada do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Cavernoso II atende às determinações legais e permite ao Instituto Ambiental do Paraná avaliar dados mais atuais da área de implantação do empreendimento, possibilitando avaliá-lo de forma mais adequada quanto à sua viabilidade ambiental.

2. EQUIPE TÉCNICA

2.1 EQUIPE TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS – ATUALIZAÇÃO 2009

NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	DOCUMENTO	ASSINATURA
Luis Gustavo Socher	Coordenação Geral e Engenheiro Florestal (Meio biótico - Flora)	CREA 67938/D-PR	_____
Paulo Sérgio Pereira	Revisão		_____
Fernando Cesar Alves da Silva	Biólogo (Meio biótico - Fauna)	CRBio 45238/07-D PR	_____
Juliano Rodrigo Sdrigotti	Engenheiro Civil (Meio Físico)	CREA 60762-5/D SC	_____
Alessandra T. Villa Lopardo	Engenheira Civil (Qualidade da Água)	CREA 67027/D PR	
Giovani Marcel Teixeira	Engenheiro Químico (Qualidade da Água)	CREA 81368/D PR	
Vanessa Moreira	Socióloga (Socioeconomia)	DRT 0276	_____
Fabio Bonatto	Eng. Florestal (Meio Biótico - Flora)	CREA 26564/D PR	_____
Marcelo Klemtz Barbosa	Técnico em geoprocessamento (cartografia e geoprocessamento)	CREA 7948/TD PR	_____

2.2 EQUIPE TÉCNICA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS – Versão 2004 (Ferma Engenharia)

NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	DOCUMENTO	ASSINATURA
Ivo Hauer Malschitzky	Coordenação Geral	CREA-PR 12514/D	_____
Gilliano Antonio Ribeiro	Geólogo	CREA-PR 69098/D	_____
Marco Aurélio Cordeiro Kusdra	Geógrafo	CREA-PR 53896/D	_____
Valdir Moura Junior	Eng. Civil	CREA-PR 63979/D	_____
Karla Lisandra Gobo	Socióloga		_____
Fábio Guimarães	Advogado	OAB – PR 31.998	_____
Ceusnei Simeão	Eng. Florestal (Meio	CREA-PR 67783/D	

	Biótico - Flora)		_____
Carlos Edson Waltrick	Eng. Sanitarista	CREA-SC 005523/D visto CREA-PR 031.778	_____
Leonardo Pussieldi Pastos	Biólogo	CRBIO-PR 28806	_____
Vinícius Abilhoa	Biólogo	CRBIO-PR 9978-03	_____
Damil Pereira Azevedo Filho	Biólogo	CRBIO-PR 34929	_____
Moacir Santos	Arqueólogo		_____
APOIO			_____
Henrique Spuldaro	Estagiário Eng. Ambiental		_____
José Leonardo da Costa Falce de Macedo	Bacharel em Geografia		_____
Diogo Macedo	Assistente Social		_____

2.3 DADOS DA CONSULTORA

ESTUDO ORIGINAL – VERSÃO 2004

EMPRESA: FERMA ENGENHARIA LTDA.
Endereço: Av. Marechal Floriano Peixoto, 4859
Município: Curitiba
Estado: Paraná
CEP: 81630-000
Fone: 41 3376-4725
Endereço eletrônico: fermacon@uol.com.br
Coordenador Geral do EIA/RIMA (2004): Ivo Hauer Malschitzky

ESTUDO ATUALIZADO – VERSÃO 2009

EMPRESA: COPEL GERAÇÃO S.A.
Endereço: Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Mossunguê
Município: Curitiba
Estado: Paraná
CEP: 81200-240
Fone: 41 3222-3535
Endereço eletrônico: copel@copel.com
Coordenador Geral da Atualização do EIA/RIMA (2009): Luis Gustavo Socher

2.4 DADOS DO SOLICITANTE DA LICENÇA PRÉVIA

EMPRESA: COPEL GERAÇÃO S.A.
Endereço: Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Mossunguê
Município: Curitiba
Estado: Paraná
CEP: 81200-240
Fone: 41 3222-3535
Endereço eletrônico: copel@copel.com

3. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980, a preocupação com a utilização dos recursos naturais aumentou sensivelmente. A Constituição Federal de 1988 criou condições para uma política permitindo que estados e municípios assumissem uma posição mais ativa nas questões ambientais, locais e regionais. Iniciaram-se então, políticas e programas mais adaptados à realidade econômica e institucional de cada região. Assim, a evolução da legislação ambiental brasileira, nos últimos anos, acabou por estabelecer novas regras e normas mais adaptadas à realidade do país.

A Resolução CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE n° 01/86, de 23/01/86, que exigia, em seu Artigo 2° Inciso XI, a elaboração de estudos detalhados, em forma de EIA/RIMA (EIA - Estudo de Impacto Ambiental e RIMA — Relatório de Impacto Ambiental) para usinas de geração de eletricidade acima de 10 MW, acabou por sofrer mudanças, vindas através da Resolução CONAMA 237/97, de 19/12/97. Esta Resolução, em seus Artigos 2°, 3° e 12°, deixa a critério do órgão licenciador a decisão quanto aos casos em que serão necessários estudos detalhados ou simplificados.

Desta forma, deixa de existir o limite de 10 MW para a isenção de apresentação de EIA/RIMA, e entra em foco a avaliação própria do estudo ambiental, que definiu se o empreendimento é ou não potencialmente causador de significativa degradação ao meio ambiente, estabelecendo, na seqüência, os procedimentos a serem adotados.

Dentro da temática ambiental e no contexto da legalidade no plano jurídico, a elaboração do EIA/RIMA faz parte do instrumento concreto que serve de suporte para análise de obras e/ou atividades passíveis de causarem algum dano ao ambiente. A viabilidade ambiental é precedida pela técnica e financeira, compondo um quadro no qual o empreendedor se baseia para tomar a decisão de investir ou não em um dado empreendimento.

No presente caso temos a elaboração do instrumento citado – EIA/RIMA como peça de cumprimento de exigência legal por parte do agente regularizador ambiental, com vistas a implantação da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Cavernoso II, na área da microbacia do rio Cavernoso, atendendo uma demanda existente.

O Rio Cavernoso, situado no terceiro planalto paranaense, região sudoeste do Paraná, pertence à sub-bacia hidrográfica do rio Iguaçu, sub-bacia 65, e é formado pelos rios do Poço e Araras, situados a Noroeste da cidade de Guarapuava, Estado do Paraná. Afluente pela margem direita do rio Iguaçu, seu curso segue na direção

sudoeste e sua foz situa-se no reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago.

O documento intitulado “Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Cavernoso”, deu o embasamento ao atual projeto, de forma que a solução apresentada está totalmente integrada e compatível com a divisão de quedas proposta para este rio naquele estudo de inventário. Considerando essa condicionante, o projeto básico da PCH Cavernoso II foi desenvolvido buscando maximizar a produção de energia e retorno econômico do empreendimento, bem como minimizar o impacto sobre o meio ambiente.

4. PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

Os trabalhos de atualização das informações do Estudo de Impacto Ambiental outrora submetido ao IAP foram realizados de forma integrada, com base no material já produzido anteriormente pela empresa Ferma Engenharia Ltda., nova expedição de campo e apoio de material bibliográfico de estudos já desenvolvidos na região.

Previamente à nova expedição para avaliação *in loco* da região afetada pelo empreendimento, a equipe responsável efetuou o estudo do trabalho anteriormente realizado, visando subsidiar a coleta de informações em campo, identificar possíveis fraquezas e subsidiar da melhor forma possível a análise do Instituto Ambiental do Paraná para emissão da Licença Prévia do empreendimento.

Este estudo foi baseado em documento da ELETROBRÁS, que, em conjunto com o antigo DNAEE (hoje, ANEEL), editou, no ano de 1997, o documento de "Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos", onde são apresentadas orientações para os estudos ambientais e de engenharia de usinas hidrelétricas. O documento citado caracteriza os estudos ambientais no formato de EIA/RIMA, propondo uma metodologia de desenvolvimento que pode ser ajustada às necessidades e exigências de cada órgão ambiental licenciador.

Assim, a metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do empreendimento segue as premissas das diretrizes e recomendações editadas pela ELETROBRÁS no documento citado, acrescida com as características da análise do empreendimento de geração de energia.

O Estudo de Impacto Ambiental, com base na Resolução CONAMA n° 001/86, de 23 de janeiro de 1986, em seus artigos destaca, entre outros, os seguintes objetivos:

- Avaliar a viabilidade ambiental do empreendimento e fornecer subsídios para o seu licenciamento junto ao órgão ambiental competente;
- Complementar e ordenar uma base de dados temáticos sobre a região onde se insere a obra proposta;
- Permitir, através de métodos e técnicas de identificação e avaliação de impactos, o conhecimento e o grau de transformação que a região sofrerá com a introdução da obra proposta, como agente modificador;

- Estabelecer programas para prevenir, mitigar e compensar os impactos negativos e reforçar os positivos, promovendo, na medida do possível, a inserção regional da obra proposta;
- Caracterizar a qualidade ambiental atual e futura da Área de Influência Direta;
- Definir os programas de acompanhamento e monitoramento que deverão ser iniciados e continuados, durante e/ou após a implantação do empreendimento.

Desta forma, o diagnóstico socioambiental (meios físico, biótico e socioeconômico) foi elaborado com base no projeto do empreendimento e inventário da bacia, por meio de uma análise integrada multi e interdisciplinar e a partir dos levantamentos básicos primários e secundários.

O prognóstico ambiental foi elaborado considerando-se as alternativas de execução e de não execução, buscando integrar de tal forma que os projetos ambientais propostos sejam capazes de minimizar as conseqüências negativas do empreendimento e potencializar os reflexos positivos, priorizando os Planos de Monitoramento e os Planos de Emergência. Também foi utilizada a recente experiência com o EIA/RIMA e PBA da UHE Mauá para subsidiar a identificação de impactos e a proposição de programas.

Na abordagem metodológica do meio socioeconômico, buscou-se a avaliação da integração das relações históricas do homem com a natureza, sendo analisada a dinâmica e interações entre os diversos grupos socioculturais ao longo do tempo, de forma a possibilitar o estabelecimento de tendências e cenários, mesmo que o espectro de propriedades seja bastante reduzido.

Também foram apresentadas descrições e análises dos fatores ambientais e de suas interações, caracterizando a situação ambiental de influência do empreendimento, englobando:

- As variáveis susceptíveis de sofrer, direta e/ou indiretamente efeitos significativos das ações referentes às fases de planejamento, implantação e operação;
- Informações cartográficas com a área de influência devidamente caracterizada.

5. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento denominado Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Cavernoso II faz parte do Plano de Expansão da Geração da COPEL e vem a ser uma das soluções para o suprimento da demanda de energia elétrica no Estado do Paraná, priorizando a expansão com uma fonte de energia renovável e limpa.

De acordo com informações do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE) 2008-2017, da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, do Ministério de Minas e Energia, além dos fatores estruturais que vêm modificando a relação entre o crescimento do consumo de eletricidade e a expansão da economia, resultando em menor crescimento do consumo para um mesmo crescimento do PIB, diversos fatores de caráter conjuntural podem também contribuir, em determinados períodos, para alterar o consumo esperado de energia elétrica. Entre os fatores conjunturais que contribuíram para um consumo de eletricidade inferior ao esperado no primeiro semestre de 2008, cita-se a ocorrência de temperaturas médias mensais nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste inferiores às registradas no mesmo período do ano de 2007, o que influenciou negativamente o consumo, principalmente nas classes residencial e comercial. Além disso, registraram-se paradas de indústrias em grandes complexos petroquímicos, bem como a greve dos fiscais da receita federal, que prejudicou o fluxo de matérias-primas necessárias à produção de alguns segmentos industriais.

Em adição, alguns projetos de maior envergadura tiveram suas datas postergadas. É o caso da integração do sistema Acre-Rondônia ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e de alguns projetos industriais de grande porte, notadamente no setor de metalurgia. Nessas condições, as simulações realizadas pela EPE projetam o consumo total de energia elétrica para o Brasil, incluindo autoprodução, evoluindo de 434 TWh, em 2008, para 700 TWh em 2017. Estes números indicam um crescimento no consumo de aproximadamente 4,8% ao ano, sendo que para o sub-sistema SUL, é previsto um crescimento de 4,4% ao ano, fato este que motiva a necessidade de expansão do parque gerador.

As classes comercial e residencial são as que apresentam maiores crescimentos médios anuais no período 2008-2017, sendo de, respectivamente, 6,7% e 5,1%. A classe industrial é a que mais perde participação no consumo total na rede, passando dos atuais 46,1% para 43,3% em 2017. A dinâmica de maior crescimento do

consumo comercial em relação às demais classes indica a sintonia da economia brasileira com a tendência das economias desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento, nas quais o setor de serviços ganha importância crescente na geração da riqueza do país.

Portanto, este novo empreendimento trata-se de uma alternativa que visa atender ao crescimento no consumo dos diversos segmentos. Esta alternativa, considerada de baixo impacto ambiental, prevê o aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Cavernoso com a implantação de uma PCH com potencial de 19 MW e 03 unidades geradoras, a cerca de 500 metros a montante da já existente PCH Cavernoso (1,3 MW). Além de um melhor aproveitamento do potencial, a proximidade com o barramento da PCH existente permite que o empreendimento possua um menor impacto ambiental, visto que já há uma barreira implantada no curso d´água.

O local escolhido para a implantação deste empreendimento permite que a área inundada seja bastante reduzida (apenas 43 hectares), bem como que a supressão de vegetação seja pequena, visto que os remanescentes florestais restringem-se às margens do rio Cavernoso e muitas vezes não atendem nem mesmo à largura determinada na legislação ambiental vigente. Portanto, procurou-se elaborar um projeto que aliasse soluções técnicas e econômicas viáveis às exigências ambientais.

A área do reservatório do aproveitamento hidrelétrico atende a resolução nº 652 de 9 de dezembro de 2003, que estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH. O nível do reservatório foi limitado a fim de se obter área alagada compatível com o aproveitamento.

Com relação à casa de força da usina, a mesma deverá ser instalada a aproximadamente 2,6 km da barragem, existindo assim a necessidade de manter uma vazão sanitária durante o período de operação das máquinas.

De acordo com a portaria nº 06/96 da Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDHERSA, considerou-se a manutenção da vazão mínima a jusante da barragem, correspondente a 50% de $Q_{10,7}$ (vazão de estiagem de 7 dias de duração com 10 anos de recorrência).

Vale ressaltar que o aproveitamento do rio Cavernoso para fins energéticos atende a lei nº 9.074/95 que dispõe sobre o aproveitamento ótimo do potencial das bacias hidrográficas, resultando na obtenção da melhor divisão de queda, melhor

arranjo físico das obras, aproveitamento energético máximo, mínimo custo e mínima interferência sobre o meio ambiente.

6. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

6.1 Introdução

Neste capítulo, apresenta-se uma análise dos dispositivos legais no âmbito do Direito Ambiental nos quais o empreendimento em pauta se enquadra, observando-se a legislação nos seus diferentes níveis.

6.2 Antecedentes

A introdução, no Brasil, de uma Política de Proteção Ambiental deu-se, fundamentalmente, por meio da Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Essa Política se assenta sobre alguns pilares básicos, concebidos como peças fundamentais na busca do equilíbrio ecológico, de um lado, e na manutenção da atividade econômica, de outro.

Não há como se negar que, mundialmente, a partir de 1970, o meio ambiente passou a ser visto de uma maneira menos fragmentada, dado o seu caráter transcendental e difuso. Uma agressão ao meio ambiente não é mais uma agressão individual ou divisível, mas ao contrário, é tão difusa quanto a titularidade e natureza do referido bem ofendido.

Também há que considerar que questões como o emprego, o nível de atividade econômica e a produção da riqueza também não devem ser desprezados.

Conciliar esses interesses é o desafio que se propõe para garantia da sobrevivência das futuras gerações. E como é de importância e interesse coletivo, cabe ao Estado o gerenciamento, e dentre a base da implementação da Política de Proteção Ambiental pelo Estado, está o licenciamento ambiental.

6.3 Aspectos Legais

A necessidade de fundamentação constitucional que fornecesse uma visão globalizada da proteção ambiental brasileira deu-se início da década de 80, por meio da Política Nacional de Meio Ambiente. Portanto, pode-se considerar a Lei n° 6.938/81 como divisor de águas no tratamento legal do meio ambiente. Uma das características

notáveis da Lei n° 6938/81 é seu espírito descentralizador, deixando ao encargo dos estados sua execução, fiscalização e reservando à União, nesses campos, o papel meramente supletivo e de edição de normas gerais.

Com o advento da Constituição Federal, recepção da Lei n° 6.938/81 em quase todos os seus aspectos pelo Texto Maior e tendo sido criadas as competências legislativas concorrentes para as matérias pertinentes ao artigo 24 e incisos, deu-se prosseguimento à Política Nacional de Defesa Ambiental. Tal política está destacada no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, quando usa a expressão "ecologicamente equilibrado", ou seja, é porque pressupõe uma harmonia em todos os aspectos facetários que indelevelmente compõem o meio ambiente.

A apresentação de normas legais nos estudos ambientais visam demonstrar as responsabilidades do empreendedor quando do planejamento e implementação de projetos que possam acarretar danos ao meio ambiente, considerando os meios físicos (o solo e o subsolo, as águas, o ar e o clima), biológico (a fauna e a flora) e socioeconômico (uso e ocupação do solo, os usos da água e as características socioeconômicas e culturais), conforme determina a lei.

Para melhor compreensão, o trabalho divide-se em duas fases, sendo na primeira a apresentação da base legal do licenciamento ambiental, seus instrumentos de identificação e análise de impactos ambientais, sendo elas: Constituição Federal de 1988 e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e na segunda a apresentação de dispositivos legais que disciplinam temas específicos como a flora, fauna, recursos hídricos e a preservação do patrimônio arqueológico, histórico e paisagístico.

6.4 Justificativa Legal

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, determina que impõe-se ao Poder Público e Coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente, estabelecendo assim, que devem existir meios de proteção e preservação do meio ambiente, seja à disposição do Poder Público, seja à disposição da coletividade.

Desta forma, cabe ao Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de obra potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental.

A Resolução CONAMA n° 237/97, aperfeiçoou o processo de licenciamento ambiental e revisou alguns critérios definidos na Resolução CONAMA n° 001/86.

Na Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997, define-se licenciamento ambiental como "procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso" (art. 1º, inciso I).

No mesmo texto, o artigo 3º disciplina que "a licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

Disciplinando a matéria, em âmbito estadual, a Resolução n° 031 de 24 de agosto de 1998, da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, em seu artigo 56, inciso XII, estabelece que dependerão de elaboração de estudo de impacto ambiental as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como as barragens para fins hidrelétricos acima de 10 MW.

Diante do exposto, a Pequena Central Hidrelétrica Cavernoso II é um projeto considerado efetiva ou potencialmente causador de degradação ambiental, cuja capacidade de geração de hidroeletricidade supera os 10 MW de potência instalada. Nos termos da lei exige-se apresentação de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP, órgão responsável pelo Licenciamento Ambiental desse empreendimento, com o fim de obtenção da Licença Prévia, caso seja constatada a viabilidade ambiental do projeto em estudo.

6.5 Licenciamento Ambiental

Conforme citado anteriormente, a Resolução do CONAMA n° 237/97 define que licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental

competente verifica a localização, instalação, aplicação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados efetivos ou potencialmente poluidores ou que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. O Licenciamento Ambiental é um procedimento colocado à disposição dos interessados, por meio do qual o Poder Público, mediante controles prévios (licenças), verifica a regularidade técnica e jurídica de determinadas atividades efetiva ou potencialmente causadoras de significativo impacto ambiental, de forma a compatibilizar o desenvolvimento econômico com a proteção de recursos naturais.

O exercício de controles prévios pelo licenciamento ambiental, contudo, não dispensa os Poderes Públicos do exercício de controles sucessivos e posteriores.

Esse procedimento naturalmente vincula-se às disposições legais e regulamentares, assim como às normas técnicas aplicáveis ao caso.

Sob o prisma da norma legal editada pelo CONAMA, em especial na análise de seu conteúdo, destaca-se, em primeiro lugar, o fato de tratar-se de um procedimento, compreendendo vários atos encadeados visando a um fim.

No Brasil a incorporação à legislação ambiental na década de 1980, contribui para fortalecer a diretriz adotada pelo país, garantindo o desenvolvimento em harmonia com a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais.

A Constituição Federal de 1988 representa um marco desta tendência, constituindo-se no instrumento jurídico que estabelece a base para a exploração racional e menos nociva dos recursos naturais nacionais, sendo historicamente, a primeira do Brasil a tratar da questão ambiental em capítulo específico. O Capítulo VI, do Título VIII, artigo 225 discorre sobre o tema e determina 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 a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

> "IV – exigir, na forma da 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";

No texto constitucional fica evidente a preocupação com a preservação e

melhoria da qualidade ambiental, sendo que esta tutela antecede à Constituição Federal de 1988 por meio da Lei n° 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Em função desta, podemos afirmar que todas as leis, resoluções, decretos e demais instrumentos legais posteriores são fundamentados em suas disposições.

O artigo 1º da Lei n° 6.938/81, entre outras coisas, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente têm de estar inseridos dentro da conjuntura que forma a ordem econômica e financeira. O resultado almejado é atingido através de uma análise conjunta desta lei com a Constituição Federal.

São princípios da PNMA (CF e a Lei n. 6.938/81):

i. Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

ii. Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

iii. Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

iv. Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

v. Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

vi. Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e à proteção dos recursos ambientais;

vii. Recuperação das áreas degradadas;

viii. Proteção das áreas ameaçadas de degradação;

ix. Educação ambiental em todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Estabelece também a imposição ao poluidor da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Muitas determinações contidas na Política Nacional do Meio Ambiente foram promulgadas em 1981, mas só foram regulamentadas em 1986, por meio da

Resolução CONAMA n° 001/86, na qual atribuíram–se responsabilidades e disciplinaram-se os meios institucionais para a realização dos princípios apresentados anteriormente. Nesta Resolução definiu-se o conceito de impacto ambiental, estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), assim como os casos em que estes documentos são requisitos para obtenção da Licença Prévia (LP).

O artigo 1º da Resolução 001/86 define o que é impacto ambiental:

> "Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam":
>
> I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
>
> II – as atividades sociais e econômicas;
>
> III – a biota;
>
> IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
>
> V – a qualidade dos recursos ambientais.

Esta definição, de caráter geral, estende-se para as transformações sobre a população, a fauna, a flora, as características geológicas e hídricas da região de influência do empreendimento. Nesta linha de interpretação podemos apresentar o conceito de impacto ambiental como a diferença entre a realidade anterior à implementação de determinado empreendimento com a realidade posterior à ele.

A Resolução CONAMA n° 001/86, prevê o Estudo do Impacto Ambiental - EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, como instrumentos para a avaliação dos impactos ambientais positivos e negativos resultantes da instalação de um empreendimento. Ressalta-se que estes instrumentos são destinados a analisar e prever as conseqüências sobre o meio ambiente, adequando medidas capazes de anular, mitigar ou compensar os impactos negativos e potencializar os positivos.

O EIA/RIMA constitui-se num dos mais importantes instrumentos criados para a proteção do meio ambiente, visto que a sua existência está atrelada ao princípio da prevenção do dano ambiental. É, portanto, um instrumento de índole preventiva não-jurisdicional que pode compor uma das etapas do licenciamento ambiental, oferecendo

elementos necessários para que o órgão ambiental competente verifique a viabilidade do projeto em relação ao meio ambiente. O RIMA é um resumo do EIA em linguagem acessível à população, visando ampliar o entendimento sobre o empreendimento e seus impactos.

O artigo 6º da Resolução 001/86, determina o conteúdo mínimo do EIA:

> "I – Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:
>
> O meio físico – o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
>
> O meio biológico e os ecossistemas naturais – a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
>
> O meio sócio-econômico – o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.
>
> II – Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.
>
> III – Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos), indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Parágrafo Único – Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental, o órgão estadual competente (ou o IBAMA ou quando couber, o Município) fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

O RIMA, é o espelho do EIA. A existência de um relatório de impacto ambiental – RIMA é justificado pelo fato de que o conteúdo do EIA pode não ser compreensível para o público, já que foi elaborado segundo critérios técnicos. Então, de acordo com a incidência do princípio da informação ambiental, o RIMA deve ser claro e acessível, devendo utilizar-se de todos os instrumentos necessários para que se possa compreender o conteúdo do EIA.

Assim, o RIMA não pode ficar aquém, nem além do conteúdo do EIA, retratando fielmente o seu conteúdo, menos técnico. Assim discorre o artigo 9º da Resolução CONAMA n. 001/86, no qual estabelece que:

"O Relatório de Impacto Ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

i. A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

ii. A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

iii. A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

iv. A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

v. O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

vi. Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único – O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implementação.

O RIMA e o EIA devem ser entregues ao órgão ambiental competente para ciência pública, análise, discussões e licenciamento do empreendimento.

As regras gerais para o licenciamento ambiental foram regulamentadas no Decreto N.º 99.274/90, cujo Art. 19 enuncia:

"Art. 19: O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:
I - Licença prévia - LP, na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo.
II - Licença de Instalação - LI, autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e
III - Licença de operação - LO, autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação."

A resolução CONAMA n° 237, de 19 de dezembro de 1997, seguindo os

mesmos critérios do diploma legal acima citado, definiu nos incisos do seu artigo 8º os três tipos de Licença, conforme a seguir transcrito:

> *"Art. 8º.: O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá:*
>
> *I - Licença Prévia (LP) – concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;*
>
> *II - Licença de Instalação (LI) – autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;*
>
> *III - Licença de Operação (LO) – autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação."*

A LP é de suma importância, pois, como estabelece a norma, mediante esse ato administrativo é que são fixados os parâmetros fundamentais do licenciamento ambiental da atividade, ou seja, os requisitos básicos a serem atendidos nas respectivas fases de locação, instalação e operação.

A LI vai permitir a instalação do empreendimento, que deverá ocorrer conforme as especificações constantes do projeto executivo apresentado pelo empreendedor. Esse projeto, por sua vez, deve ser elaborado com base nas especificações constantes na licença prévia outorgada e nas normas, critérios e padrões ambientais vigentes e deve conter a implantação dos projetos de controle ambiental. Esses projetos, logicamente, estão sujeitos à avaliação técnica do órgão ambiental competente. Finalmente, a LO permitirá o início da atividade licenciada instalada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, após as verificações necessárias, de acordo com o previsto nas Licenças Prévias e de Instalação. É a fase de funcionamento e acompanhamento de sistemas de controle ambiental.

O Estado do Paraná, por sua vez, regulamentou os procedimentos de Licenciamento Ambiental através da Resolução SEMA/PR sob nº 031 de 24 de agosto

de 1998. De acordo com a supra mencionada Resolução SEMA/PR, por tratar-se de licenciamento específico, o empreendimento em questão, usina hidrelétrica, está enquadrado na Seção XVIII – Dos Empreendimentos Hidrelétricos, de Geração e de Transmissão de Energia Elétrica acima de 15 KW, artigos 174 a 177.

O artigo 175 da Resolução SEMA-PR 31/98 retifica, para cada tipo de empreendimento, a lista de documentos contida no Anexo da Resolução CONAMA 006/87, para a solicitação das licenças prévia, de instalação e de operação, devendo o empreendedor apresentar os seguintes documentos para cada tipo de licença e empreendimento, a saber:

Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica acima de 15 Kw:

"Art. 175: Os requerimentos de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos e outros de Geração de Energia Elétrica acima de 15 Kw, dirigidos ao Diretor Presidente do IAP, serão protocolados, desde que instruídos na forma prevista abaixo, respeitando-se a modalidade

solicitada:

I. LICENÇA PRÉVIA

• Requerimento de Licenciamento Ambiental;

• Memorial Descritivo do Empreendimento;

• Anuência Prévia do Município em relação ao empreendimento, declarando expressamente a inexistência de óbices quanto à lei de uso e ocupação do solo urbano e à legislação de proteção do meio ambiente municipal;

• Portaria do Ministério das Minas e Energia (MME), ou de seu sucedâneo, autorizando o estudo da viabilidade;

• Em se tratando de implantação de Usinas Termoelétricas, Alvará de Pesquisa ou Lavra do DNPM, quando julgado necessário pelo IAP;

• EIA/RIMA, quando julgado necessário pelo IAP;

• Prova de publicação de súmula do Pedido de Licença Prévia em jornal de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86; e

• Comprovante de recolhimento da Taxa Ambiental de acordo com a Tabela I (Licença Prévia) da Lei Estadual nº 10.233/92.

II. LICENÇA DE INSTALAÇÃO

• Requerimento de Licença Ambiental;

• Cópia do Ato Constitutivo ou do Contrato Social;

• Cópia(s) da(s) matrículas do(s) imóvel(is) afetado(s) pelo empreendimento;

• Anuência do(s) proprietário(s) envolvido(s) pela implantação do empreendimento, declarando expressamente a inexistência de óbices quanto à sua instalação;

• Relatório de Estudo de Viabilidade aprovado pelo Departamento de Águas e de Energia Elétrica – DNAEE ou seu sucedâneo;

• Cópia da Licença Prévia e de sua respectiva publicação em jornal de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86;

• Prova de publicação de súmula do pedido de Licença de Instalação em jornal; de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86;

• Projeto Básico Ambiental, no mínimo em três vias - a critério do IAP, elaborado por técnico habilitado, acompanhado de Anotação ou Registro de responsabilidade Técnica - A.R.T.;

• Em se tratando de implantação de Usinas Hidrelétricas, cópia do decreto de outorga de concessão do aproveitamento hidrelétrico (Outorga da SUDERHSA)

• Comprovante de recolhimento da Taxa Ambiental de acordo com as tabelas I (taxa de licenciamento) e III (análise de projeto) da Lei Estadual nº 10.233/92

III. LICENÇA DE OPERAÇÃO e respectiva renovação:

• Requerimento de Licenciamento Ambiental;

• Cópia da Licença de Instalação ou de Operação (no caso de renovação) e de sua respectiva publicação em jornal de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86;

• Prova de publicação de súmula do pedido de Licença de Operação ou de sua respectiva renovação em jornal de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86;

• Comprovante de recolhimento da Taxa Ambiental de acordo com a Tabela I (taxa de licenciamento) da Lei Estadual nº 10.233/92."

De acordo com o art. 4º da Resolução CONAMA 006/87, é de ser observado que:

> *"Art. 4º: Na hipótese dos empreendimentos de aproveitamento hidroelétrico, respeitadas as peculiaridades de cada caso, a Licença Prévia (LP) deverá ser requerida no início do estudo de viabilidade da Usina; A Licença de Instalação (LI) deverá ser obtida antes da realização da licitação para construção do empreendimento e a Licença de Operação (LO) deverá ser obtida antes do fechamento da barragem."*

As etapas do licenciamento ambiental estão inseridas no Art. 10 da Resolução CONAMA 237/97, quais sejam:

> *"Art. 10: O procedimento de licenciamento ambiental obedecerá às seguintes etapas:*
> *I Definição, pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;*
> *II Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;*
> *III A análise, pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;*
> *IV Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação, caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;*
> *V Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;*
> *VI Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando*

couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tiverem sido satisfatórios;

VII Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;

VIII Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade."

6.6 Competência para o Licenciamento

A Resolução do CONAMA n° 237/97, que versa sobre as atribuições e responsabilidades dos vários órgãos ambientais no território nacional, estabelece em seu artigo 5º que caberá aos Estados e Distrito Federal o licenciamento ambiental dos seguintes empreendimentos e atividades:

i. Localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio Estadual ou do Distrito Federal;

ii. Localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei n. 4.771/65, e em todas as outras que assim forem consideradas por normas federais, estaduais e municipais;

iii. Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

iv. Delegados pela União aos Estados ou Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Os Estados deverão considerar o exame técnico realizado pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento (artigo 5º, parágrafo único).

Seguindo a mesma resolução, o EIA e o RIMA são protocolados no órgão ambiental competente, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, o qual irá analisar seus conteúdos e convocar a sociedade a participar de audiências públicas e emitir parecer favorável ou contrário à implementação.

6.7 Prazo de Emissão da Licença

Como regra geral, havendo a necessidade de elaboração de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente), o órgão ambiental terá o prazo de até 12 meses, a contar da data do protocolo de solicitação, para a análise do deferimento ou não para cada modalidade de licença (LP, LI e LO). Porém, a contagem desse prazo poderá ser suspensa durante a elaboração dos estudos ambientais complementares ou preparação de esclarecimentos pelo empreendedor, ou alterado, justificadamente, com a concordância do empreendedor e do órgão ambiental competente. (Art. 14, §1º e § 2º - Resolução CONAMA 237/97).

6.7.1 Prazo de Validade para cada Licença

A mesma Resolução CONAMA nº 237/97 fixa os prazo de validade para cada uma das licenças versadas, vejamos:

> *"Art. 18: O órgão ambiental competente estabelecerá os prazos de validade de cada tipo de licença, especificando-os no respectivo documento, levando em consideração os seguintes aspectos:*
>
> *I - O prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 05 (cinco) anos.*
> *II - O prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 06 (seis) anos.*
> *III - O prazo de validade da Licença de Operação (LO) deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos."*

Os parágrafos 1º a 4º do Art. 18 acima citado trazem especificações para algumas situações diferentes para os prazos de validade, bem como para renovações de tais licenças. Mister salientar que a licença, qualquer que seja, fica subordinada à

cláusula *rebus sic standibus*, pois, caso ocorram violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença ou superveniência de graves riscos ambientais e de saúde, o órgão ambiental, mediante decisão motivada, poderá modificar os condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar a licença concedida, segundo previsão contida no art. 19 e incisos da Resolução CONAMA 237/97.

6.8 Realização de Audiência Pública

A Resolução CONAMA 009, de 03 de dezembro de 1987, disciplina a Audiência Pública citada nas Resoluções CONAMA 001/86 (art. 11, § 2º), 237/97 (art. 3º, caput e art. 10, inc. V), como também, na Resolução SEMA-PR 31/98 (arts. 66 a 75). A finalidade da Audiência Pública, em consonância com o art. 1º da Resolução CONAMA Nº 009/87, é "expor aos interessados o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito."

A audiência deverá decorrer:

i. Quando o órgão competente para a concessão da licença julgar necessário;

ii. Quando 50 ou mais cidadãos requeiram ao órgão ambiental a sua realização;

iii. Quando o Ministério Público requeira a sua realização (artigo 2º da resolução 009/87).

Esta audiência é obrigatória em todos os Estados, respeitadas as Constituições locais. O prazo para ser requerida a audiência é de 45 dias da data do recebimento do RIMA. (Art. 2º, § 1º - Res. CONAMA 009/87). A audiência pública deverá ocorrer em local acessível aos interessados, consubstanciada pelo art. 2º, § 4º da Res. CONAMA 009/87.

O regramento estadual ratifica a Resolução 009, definindo os procedimentos da Audiência Pública nos artigos 66 a 75 da Resolução SEMA-PR 031/98, informando, entre outros aspectos que: *"Art. 66: Após receber o EIA e o RIMA, o IAP fixará em edital, publicado no Diário Oficial do Estado e em jornal de grande circulação regional ou local, a data da Audiência Pública ou a abertura de prazo para sua solicitação pelos interessados, observando, em qualquer das hipóteses, prazo não inferior a 45*

(quarenta e cinco) dias a partir da data de publicação do edital".

Já o Artigo 67 da Resolução SEMA/PR 31/98 estabelece um prazo de pelo menos 20 (vinte) dias de antecedência entre a convocação e a realização da Audiência, enquanto o Artigo 68 determina que a Audiência deverá ser realizada sempre no município ou área de influência direta do empreendimento, atividade ou obra, em local acessível aos interessados. Os demais artigos orientam os procedimentos durante a realização da Audiência Pública.

6.9 Legislação Estadual

Com a Constituição Federal de 1988, os Estados, além das normas federais, têm a prerrogativa de estabelecer outras normas, desde que compatíveis com a Constituição Federal, com o fim de adequar as normas legais protetoras ao meio ambiente à sua realidade peculiar.

A Constituição do Estado do Paraná, em seu artigo 1º, inciso IX, coloca como princípio e objetivo "a defesa do meio ambiente e da qualidade de vida, utilizando-se do mecanismo da proteção aos ecossistemas e com o uso racional dos recursos naturais."

Na Seção II, Da Competência do Estado, em seu artigo 12, inciso VI define a competência do Estado, "em comum com a União e os Municípios: preservar as florestas, a fauna e a flora" e no artigo 13, inciso VI, estabelece a competência concorrente do Estado com a União, legislar sobre: florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente e controle de poluição".

Com relação ao Município, a Constituição Estadual disciplina em seu artigo 17, inciso I, que "caberá ao aos Municípios: suplementar a legislação federal e a estadual no que couber".

Desta forma, evidente está a preocupação Federal, Estadual e Municipal com o Meio Ambiente, exigindo a elaboração de estudo de impacto ambiental para a construção e operação de atividades ou obras potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental.

A Lei 7.109/1979, que estabelece alguns conceitos, atribuições, punições, forma de fiscalização, emissão de licença e procedimentos administrativos.

A Resolução 031/1998 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, também aborda o tema, conforme já discutido anteriormente.

A Portaria IAP n° 111 de 21 de julho de 2209, excepcionaliza o licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas que tenham como proponente Empresas Públicas e de Economia Mista vinculadas ao Poder Público Municipal, Estadual e/ou Federal.

6.10 Proteção dos Recursos Hídricos

Estes aspectos constituem uma exigência crescente da moderna civilização urbano-industrial. Além de se concentrarem com altas taxas nos centros industriais e de prestação de serviços, os assentamentos humanos exacerbaram a demanda de água à medida que foram se diversificando as suas atividades. O domínio da quantidade cede espaço ao da qualidade.

O controle da qualidade dos recursos hídricos é para ser assumido com todo empenho não só pelo Poder Público, mas também pela sociedade, até mesmo através de programas simples, como limpeza de reservatórios domésticos e condomínios, a atenção com águas paradas, a denúncia de lançamentos clandestinos de esgotos e descargas de lixo em águas pluviais e ribeirões.

O recurso água, enquanto suporte físico-químico das relações bióticas, é tutelado pela nossa legislação. Na água dos rios, lagos e mares encontramos os mais diversos seres vivos e não vivos, e todos esses elementos interagem entre si e com outros elementos físico-químicos (luz solar, ar etc.), vindo a formar um particular ecossistema. Todo esse ecossistema, que também pode ser definido como ambiente aquático, encontra-se sob a proteção da lei.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 20, inciso III, declara que são propriedade da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham. Os incisos V e VI colocam sob o domínio da União o mar territorial, os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva.

O artigo 26, inciso I, inclui entre os bens do Estado as águas superficiais ou

subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso, na forma lei, as decorrentes de obra da União. Os municípios não foram contemplados com o domínio sobre rios ou lagos.

O artigo 21, em seu inciso XIX, define que compete à União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. No artigo 22, inciso IV, determina que "compete privativamente à União legislar sobre águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão", e no seu parágrafo único, estabelece que "lei complementar poderá autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas nestes artigos", com isso visando um equilíbrio nacional.

Estas disposições expõe com clareza a posição estratégica que ocupa o uso e manipulação dos recursos hídricos no território nacional. No entanto, apenas em 08 de janeiro de 1997, pela Lei n° 9.433, esta matéria foi devidamente regulamentada, quando instituiu-se a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

São objetivos desta lei assegurar a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável e a prevenção e defesa dos recursos hídricos contra eventos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A utilização dos recursos hídricos está sujeita a outorga pelo Poder Público, com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos múltiplos da água e a garantia de acesso à este recurso natural. O artigo 12, inciso IV, determina que "estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes uso de recursos hídricos: aproveitamento dos potenciais hidrelétricos. O parágrafo 2º deste artigo diz que:

> "A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida à disciplina da legislação setorial específica".

Porém, o inciso VIII, do artigo 35, fora vetado pelo Poder Executivo, ficando a matéria em suspenso até novas regulamentações.

O artigo 12 determina que "a outorga efetivar-se-á por ato da autoridade

competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal", sendo que o primeiro poderá delegar aos outros dois a competência para conceder outorga.

A implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos fica sob a responsabilidade do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado nesta Lei, que além desta função deverá também coordenar a gestão integrada das águas, planejar, regular, controlar o uso, a preservação, recuperação, promover a cobrança pelo uso e arbitrar os conflitos relacionados com os recursos hídricos.

No Estado do Paraná foi aprovada a Lei n. 12.726/99 destinada a disciplinar o uso e manejo dos recursos hídricos em território paranaense, fortalecendo as disposições e diretrizes da Lei n. 9.433/97.

O artigo 1º da Lei 12.726/99 determina que esta Lei "institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, como parte integrante dos Recursos Naturais do Estado, nos termos da Constituição Estadual e na forma da legislação federal aplicável".

No artigo 13, inciso IV, elenca os casos que estão sujeitos à outorga "pelo Poder Público os seguintes direitos de uso de recursos hídricos, independentemente da natureza, pública ou privada, dos usuários: aproveitamento de potenciais hidrelétricos".

A Lei 9.605/98, dispõe sobre as sanções penais e administrativas em matéria ambiental, em seu artigo 54, tipifica o crime de poluição. Esta figura penal, por referir-se a qualquer tipo de poluição, engloba a hídrica. Em seu parágrafo 2º, inciso III, prevê a hipótese de crime qualificado, consistente em causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade. Justifica-se o maior rigor, decorrente de situação que afeta número indeterminado de pessoas e de forma concreta.

O Decreto 6514 de julho de 2008 (que altera o Decreto 3.179, de 21.09.1999), prevê sanções administrativas para quem provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da biodiversidade, nos termos do art. 62, inciso VIII.

6.11 Proteção da Fauna e Flora

A Constituição Federal de 1988 estabelece que é de competência da união, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios, preservar as florestas, a fauna e a flora, sendo vedadas as práticas ou atividades que coloquem em risco a sobrevivência destes recursos, ou que provoquem sua extinção.

A Lei 9.985/2000, regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

E no seu artigo 2º, inciso I, estabelece que "para os fins previstos nesta Lei, entende-se por unidade de conservação, espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção".

A Lei 9.605 de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Esta resolução define a aplicação de multas e demais instrumentos punitivos às pessoas e/ou instituições que pratiquem atos de degradação do meio ambiente, especificando em seu capítulo V, seções I e II, os crimes e punições referentes a agressões sobre a fauna e flora respectivamente.

No artigo 2º fica estabelecido que as sanções desta Lei recaem sobre "quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstas nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la".

Nos demais artigos, estão tipificadas as atividades consideradas crimes contra o meio ambiente, especificando as penas para cada crime praticado, bem como os casos de agravantes e atenuantes.

Quanto à legislação específica sobre a fauna e flora, ela dispõe de forma diferenciada cada categoria, conforme apresentado a seguir:

6.11.1 - Fauna

Parte expressiva da biota, a fauna é um dos indicadores mais impressionantes da evolução da vida sobre a Terra. Entende-se por fauna o conjunto dos animais que vivem numa determinada região, ambiente ou período geológico. A noção vulgar também se refere ao conjunto dos animais que habitam o Planeta na atualidade ou que nele viveram em épocas anteriores.

Segundo a Zoologia, a quantidade e a variedade das espécies animais existentes numa região são proporcionais à quantidade e à qualidade da vegetação. Em vista disso, podemos falar de fauna como conjunto de animais dependentes de determinadas regiões ou habitats ou meios ecológicos particulares.

Entre muitas subdivisões da fauna, encontramos as seguintes especificações: terrestre, que habita as superfícies sólidas do Planeta, incluindo a fauna silvestre e a fauna alada, ou avifauna, que se desloca pelo espaço atmosférico; e aquática, que caracteriza-se como sendo a população animal cujo habitat é o meio líquido (oceânico, fluvial e lacustre), em cuja abrangência encontram-se os peixes, que constituem a ictiofauna.

É evidente que nem todas as espécies têm o mesmo peso na biosfera e, por conseguinte, o mesmo valor estimativo. As diferenciações determinam, na prática, critérios diversos de valoração para fins econômicos, de valorização científica e cultural, de preponderância ecológica. Como objeto da tutela jurídica, a fauna não é tomada indiscriminadamente, porém é priorizada com objetivos específicos, atendendo-se a um conjunto de características, de condicionantes ecológicos e econômicos.

A caça e a pesca, práticas primitivas para obtenção de alimentos, passaram nos últimos séculos a ser exercidas de forma predatória, com efeitos graves sobre a teia da vida.

A legislação, inicialmente, ocupou-se mais em regulamentar essas práticas tão assimiladas pela cultura humana sem preocupar-se com a proteção à fauna, muito menos com o ecossistemas nos quais ela está inserida, contribuindo para a perda da biodiversidade das espécies.

A constituição Federal de 1988, em seu artigo 23, VII, estabelece que a

preservação da fauna, juntamente com a flora, é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. E, no artigo 24, VI, prevê a competência concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal para legislar sobre, caça, pesca e fauna. Aos Municípios, nessa matéria, cabe suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, conforme dispõe o artigo 30, inciso II.

No artigo 225, parágrafo 1º, inciso VII, inclui a proteção à fauna, novamente com a flora, como meio de assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente equilibrado, estando vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

A Lei 5.197/1967, dispõe efetivamente sobre a proteção da fauna, postura que mais se aproxima aos ditames da Constituição Federal de 1988, representando um avanço na matéria. É um dos principais instrumentos jurídicos que regulamenta a proteção à fauna. O artigo 36 dessa Lei, institui o Conselho Nacional de Proteção à Fauna – CNPF como órgão consultivo e normativo de política de proteção à fauna no país, regulamentado pelo Decreto Federal 97.633, de 10.04.1989.

O artigo 1º, da Lei 5.197/1967, estabelece que “os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha. Estabelecendo a proteção e a defesa dos animais.

Porém, nesta Lei, há uma ausência de normas disciplinadoras à proteção ao ambiente aquático e, em detrimento desta ausência várias Leis foram promulgadas, sendo elas: 7.584/87, 7.653/88, 7.679/88, 9.111/95, 9.985/2000, sendo que algumas acrescentam e outras revogam artigos.

As Portarias do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA 1522/89, 45/92 e 62/97, foram elaboradas para oferecer uma “Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção”.

A Lei Estadual n° 8.946/89, proíbe a caça e pesca predatórias em território paranaense e a Lei n° 11.067/95, proíbe, no Estado do Paraná, a utilização, perseguição, destruição, caça, apanha, coleta ou captura de exemplares da fauna ameaçada de extinção, bem como a remoção, comércio de espécies, produtos e objetos que impliquem nas atividades proibidas, conforme especifica a lista a fauna

ameaçada de extinção no Estado do Paraná.

6.11.2 - Flora

É entendida como a totalidade de espécies vegetais que compreende a vegetação de uma determinada região, sem qualquer expressão de importância individual dos elementos que a compõem. Elas podem pertencer aos mais diversos grupos botânicos, desde que tenham exigências semelhantes quanto aos fatores ambientais, entre eles os biológicos, os do solo e o do clima.

É relevante observar que a flora compreende, também, bactérias, fungos e fitoplânctons marinhos.

No início a legislação brasileira não continha instrumentos de proteção da flora e não era adequada para conter a exploração indiscriminada das florestas e demais formas de vegetação. Como ocorreu no conjunto da problemática ambiental, cujo tratamento é recente, a preocupação com a flora veio muito depois dos grandes desbravamentos e explorações ocorridos no Brasil, principalmente após a derrubada quase total da Mata Atlântica. Nos últimos tempos, a legislação avançou ao prever a preservação da flora brasileira, inclusive estabelecendo proteção especial à Floresta Amazônica.

Como fora citado anteriormente no item Fauna, a Constituição Federal Brasileira em seu artigo 23, VII, estabelece que a preservação das florestas e da flora é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. E, no artigo 24, VI, prevê a competência concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal para legislar sobre florestas. Aos Municípios, nessa matéria, cabe suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, conforme dispõe o artigo 30, inciso II.

O artigo 225, caput, prevê que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado – incluída aqui a flora como elemento natural - , bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. O parágrafo 1º, do inciso VII, do mesmo artigo, determina que incumbe ao Poder Público proteger a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica.

Como se verifica, a Constituição, ao tratar da matéria, preferiu referir-se à flora, utilizando-se uma única vez da palavra “floresta”, no caso específico da competência

concorrente. Isto porque a flora é coletivo que se refere ao conjunto das espécies vegetais do país, incluindo as florestas, cerrados, capoeiras, matas ciliares, mangues, restingas, campos, etc.

Em âmbito infraconstitucional, vale destacar a Lei n. 4.771/65 (e suas alterações subsequentes), que instituiu o Código Florestal, inteiramente recepcionada pela Constituição Federal Brasileira de 1988, constituindo-se em norma geral que disciplina a preservação e utilização das florestas e demais formas de vegetação.

Em seu artigo 1º estabelece que “as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem”.

O artigo 2º estabelece que “consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

i. De 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

ii. De 50 (cinqüenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinqüenta) metros de largura;

iii. De 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinqüenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

iv. De 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

v. De 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros”.

O parágrafo 1º do artigo 3º desta Lei, define que “a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social”.

A Resolução CONAMA n° 302/2002, em seu artigo 3º, estabelece a Área de Preservação Permanente no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, que deverá ser de:

i. De 30 (trinta) metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e 100 (cem) metros para áreas rurais
ii. 15 (quinze) metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental;
iii. 15 (quinze) metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20 hectares de superfície e localizados em área rural.

Por meio desta Resolução é possível observar que a Área de Preservação Permanente da futura PCH Cavernoso II deverá ser de 100 metros.

Ressalta-se, ainda, que o IBAMA organizou uma lista de espécies da Flora Brasileira ameaçada de extinção, sendo que o capítulo que aborda a avaliação do meio biótico – flora, contém tabela com as espécies raras ou em perigo de extinção existentes na região.

6.12 Unidades de Conservação

A Resolução do CONAMA n° 002/96, disciplina a criação de unidade de conservação para o licenciamento de empreendimentos causadores de degradação ambiental e, o artigo 1º estabelece que “para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, o licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente com fundamento do EIA/RIMA, terá como um dos requisitos a serem atendidos pela entidade licenciada, a implantação de uma unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente uma Estação Ecológica, a critério do órgão licenciador, ouvido o empreendedor.

E o parágrafo 2º do mesmo artigo estabelece que “as áreas beneficiadas dever-se-ão se localizar, preferencialmente, na região do empreendimento e visar basicamente a preservação de amostras representativas dos ecossistemas afetados”.

O artigo 2º, desta Resolução define que “o montante dos recursos a serem empregados na área a ser utilizada, bem como o valor dos serviços e das obras de

infra-estrutura necessárias ao cumprimento do disposto no artigo 1º, será proporcional à alteração e ao dano ambiental a ressarcir e não poderá ser inferior a 0,50% (meio por cento) dos custos totais previstos para implantação do empreendimento". Porém, este assunto foi recentemente regulamentado pelo Decreto n° 6848 de 14 de maio de 2009, devendo ser considerada esta normativa para o cálculo da devida compensação ambiental pelos danos a serem causados pelo empreendimento.

Após a implementação da unidade de conservação o empreendedor transferirá o domínio da área para o poder público responsável pela administração de Unidade de Conservação, realizando a manutenção mediante convênio com o órgão competente (art. 5º da Resolução CONAMA 002/96).

6.13 Lei do ICMS Ecológico

A Lei Complementar n. 59, conhecida como Lei do ICMS, dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art. 2º da Lei n. 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental.

Em seu artigo 1º define que "são contemplados na presente lei, municípios que abriguem em seu território unidades de conservação ambiental, ou que sejam diretamente influenciados por elas, ou aqueles com mananciais de abastecimento público".

O artigo 2º define que "as unidades de conservação ambiental, a que alude o artigo primeiro são as áreas de preservação ambiental, estações ecológicas, parques, reservas florestais, florestas, horto florestais, área relevante interesse de leis ou decretos federais, estaduais ou municipais, de propriedade pública ou privada.

Sendo assim, esta Lei é um instrumento de estímulo às autoridades municipais, com objetivo de preservação ambiental das áreas acima citadas, pois o não cumprimento acarretará redução do percentual repassado, ou até mesmo a suspensão da compensação financeira, caso verifique-se alteração no perímetro das áreas preservadas ou piora nos índices de qualidade de água ofertada.

6.14 Proteção ao Patrimônio Histórico, Artístico e Natural

A lei 3.924, de 26/07/61, dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos existentes no território nacional. A Carta Magna de 1988 fez menção aos bens de valor arqueológico, merecendo destaque os seguintes dispositivos:

Art.5º: ....

Inc. LXXIII: "Qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular em que vise anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, ao Meio Ambiente e ao Patrimônio Histórico e Cultural, ficando o autor, salvo comprovada má-fé, isento de custas judiciais e do ônus da sucumbência."

Art. 20: "São bens da União."

"Inc X: "As cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos pré-históricos."

Art. 23: "É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:"

Inc.III: "Proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos."

Art. 216: "Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens da natureza material ou imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores dereferência à identificação, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem."

Inc.V: "Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico."

§ 1º: "O Poder Público, com a colaboração da comunidade promoverá e protegerá, o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento, desapropriação e de outras formas de acautelamento e preservação."

§ 4°: "Os danos e ameaças ao patrimônio cultural serão punidos na forma da lei."

O dispositivo constitucional de1988 foi sábio ao empregar o termo "sítio" no artigo supra mencionado e não "jazida" como na Constituição Federal de 1967, pois desta forma também pode ser abrangida a propriedade de superfície.

A proteção dos bens de valor arqueológico se faz por meio de tombamento instituído pelo Decreto-Lei n.° 25 de 30/11/38, encargo da Secretária do Patrimônio

Histórico e Artístico Nacional manter um cadastro dos monumentos arqueológicos no qual estão registrados todos os sítios manifestados, bem como dos que se tornarem conhecidos por qualquer via.

A Lei Estadual n° 1.211 de 16 de setembro de 1953, dispõe sobre o patrimônio histórico, artístico e natural do Estado do Paraná. Em seu artigo 1º define que:

> *"Constitui o patrimônio histórico, artístico e natural do Estado do Paraná o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no Estado e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Paraná, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico, assim como os monumentos naturais, os sítios e paisagens que importa conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana".*

6.15 A Proteção do Solo e o Combate à Erosão

O solo, do ponto de vista ecológico, segundo Mario Guimarães Ferri "*é constituído da camada da superfície da crosta terrestre capaz de abrigar raízes e plantas, representando o substrato para a vegetação terrestre. É assim, a terra vegetal, meio em que se associam a litosfera, a hidrosfera e atmosfera; é pois, meio de sustentação de vida.*"

Através da assertiva acima mencionada, fica evidenciada a importância da proteção da qualidade do solo. A proteção do solo refere-se a todos os meios de manejo da terra, tendo em vista manter e melhorar suas propriedades físico-químicas em função de seus fins produtivos. A estrutura, a porosidade e a permeabilidade do solo são propriedades físicas que hão de se ter em conta nas práticas conservacionistas, pois são condições necessárias à aeração e à penetração da água indispensável à qualidade do solo.

O ilustre doutrinador José Afonso da Silva "in" Direito Ambiental Constitucional, às fls. 71, afirma que "a erosão também é uma das formas graves de depauperamento do solo. Trata-se de um processo de desprendimento de arraste dos elementos constituintes do solo para as planícies, para os vales, para o leito dos rios e até para o mar, em conseqüência da ação dos agentes."

Desta forma, um conjunto de medidas é exigido, com finalidade de proteger o

solo e combater a erosão, promovendo o estudo racional do uso e emprego de tecnologias adequadas, com o intuito de recuperar a capacidade produtiva e a própria preservação.

Quando o Poder Público entender necessário atenuar erosão de terras, assegurando condições de bem estar público, poderá, usando dos meios legais, declarar de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural que existam no local, de conformidade com o preceituado no art. 3º, alínea "a" do Código Florestal.

Cumpre aos Estados, nos seus interesses, editar normas regulamentadoras do uso da terra, no sentido da defesa e da preservação das qualidades naturais, assegurando sua fertilidade e, na falta destas, sugerir aos proprietários a torná-lo produtivo, através de implementação técnico-financeira.

6.16 Considerações Finais

Como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, não pode o Estudo de Impacto Ambiental erigir-se em entrave à liberdade de empreender, citando-se um dos mais sensíveis objetivos dessa política, que diz com a incessante busca da possível "compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico" (art. 4º, I, da Lei 6.938/81).

O objetivo em apresentar os aspectos legais que interferem direta ou indiretamente no processo de implementação da Pequena Central Hidrelétrica Cavernoso II, desde o licenciamento ambiental, até temas específicos, fauna e flora, é situar o leitor quanto ao contexto legal no qual se insere o empreendimento. Sendo assim, demonstrar que o empreendimento atenderá necessariamente todos os condicionantes estabelecidos.

7. INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CAVERNOSO

7.1 – Introdução

O Estudo de Inventário Hidrelétrico com abordagem dos aspectos ambientais da bacia do rio Cavernoso, do qual apresenta-se neste EIA/RIMA apenas um resumo, foi elaborado pela COPEL - Companhia Paranaense de Energia. O interesse na elaboração deste estudo é oriundo da possibilidade de aproveitamento do potencial remanescente do rio, em especial no local onde atualmente existe uma pequena central hidrelétrica, de propriedade da COPEL, denominada “PCH Cavernoso”, com potência instalada de 1,3MW e uma energia firme de 0,6 MW aproveitando uma queda bruta de 15,40 m. Dessa forma, foi estudado o aproveitamento ótimo dos recursos naturais da bacia do rio Cavernoso, conforme estabelecido pelo poder concedente.

O rio Cavernoso, situado no terceiro planalto paranaense, região sudoeste do Estado do Paraná, pertencente à bacia do rio Iguaçu, sub-bacia 65, tem as nascentes de seus formadores na Serra das Araras, a noroeste da cidade de Guarapuava. Seu curso segue a direção sudoeste desaguando no rio Iguaçu, do qual é afluente pela margem direita. O trecho final do rio Cavernoso, aproximadamente 48 km, é atingido pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, situada no rio Iguaçu, com 2.130 MW de potência instalada.

O Estudo de Inventário da bacia do rio Cavernoso abrange a área compreendida pelas coordenadas E 352.000, N 7.156.000 e E 427.000, N 7.220.000 e os paralelos 25º08’03” e 25º42’23” de latitude sul e os meridianos 51º43’27” e 52º28’30” de longitude Oeste.

O rio Cavernoso apresenta aproveitamentos com potência inferior a 50 MW, que determinam a opção pelo estudo de inventário em nível de inventário simplificado, conforme estabelecido no artigo quarto do Capítulo I da resolução número 393, de 4 de Dezembro de 1998, que estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas. Os potenciais identificados apresentados neste relatório, aproveitam características naturais peculiares do rio, tais como cachoeiras e corredeiras, importantes para a implantação de usinas hidrelétricas e que limitam, no presente estudo as alternativas de divisão de

queda.

O estudo completo de Inventário Hidrelétrico da bacia do rio Cavernoso está registrado junto à ANEEL, em nome da COPEL - Companhia Paranaense de Energia, através do processo de nº 48500.001000/04-74.

7.2 – Hidrografia da Bacia do rio Cavernoso

A bacia do rio Cavernoso faz parte da bacia do rio Iguaçu, cujo o código é 65, contando com uma área de drenagem de 2.593 km² e se desenvolve basicamente na direção NE-SW.

O rio Cavernoso é um dos afluentes da margem direita do rio Iguaçu, sendo um rio estadual cujo código junto a ANA/ANEEL é 65.160.000. A sua foz está localizada a aproximadamente 470 km da confluência do rio Iguaçu com o rio Paraná, no reservatório da U.H. Salto Santiago, afastado a 42,5 km a montante da barragem desta usina.

Seus formadores são os rios Araras e do Poço, e seus principais afluentes são os rios Campo Alto, da Divisa, Tapera, Juquiá, Enlacá, do Almoço, Guarani e Feio pela margem direita e Guarapuavinha, das Casas, do Capinzal, Bonito, Paim, Boca Apertada, da Laje, Cachoeira e da Igrejinha pela margem esquerda. Não existe nenhum tributário de maior expressão, que necessite de um estudo particular.

O comprimento do rio Cavernoso é de aproximadamente 130 km, sendo seus 48 km finais atingidos pelo reservatório de Salto Santiago. Tem um desnível total de aproximadamente 310,00 m, variando entre as altitudes 750,00 m nas cabeceiras, quando seus formadores, rio Araras e do Poço se encontram na Serra das Araras e 440,00 m na sua foz, rio Iguaçu, antes da construção da UH – Salto Santiago. A condição atual após a construção da UH – Salto Santiago é de um desnível total menor, uma vez que o nível máximo normal do reservatório de Salto Santiago está na cota 506,00m, reduzindo, portanto, para 254,00 m o desnível total do rio Cavernoso.

7.3 – Relevo da Bacia do rio Cavernoso

Os principais tipos de relevo da bacia do rio Cavernoso são o relevo acidentado da Serra das Araras nas nascentes de seus formadores e em seu trecho inicial, o

planalto dos Campos de Guarapuava, com predomínio de relevos planos e vales abertos em seu trecho médio, e mais a jusante, no trecho final do rio, antes de entrar no reservatório da UH Salto Santiago, o planalto dissecado do rio Iguaçu–Uruguai, com predomínio de relevo acidentado e vales fechados em “V”

O rio Cavernoso tem basicamente 4 trechos distintos, descritos a seguir a partir de sua foz:

i) Trecho da foz do rio, que vai do km 0 ao km 48, que contém o reservatório da UH Salto Santiago, obviamente sem aproveitamento energético.

ii) Trecho curto imediatamente a montante do reservatório, desde o km 48 até aproximadamente o km 64 com extensão de cerca de 16 km, um desnível de 68 metros e uma declividade média de 4,25 m/km, onde ainda se encontram desníveis localizados e volume de água que possibilitam o aproveitamento hidrelétrico.

iii) Trecho médio do rio, entre o km 64 e 105, com extensão aproximada de 41 km, tem um desnível de aproximadamente 56 metros, no qual o rio se desenvolve sobre declividade média de 1,40 m/km, não apresenta locais propícios para aproveitamento, tanto pela declividade como pelo relevo de vales mais abertos.

iv) Trecho do km 105 até o km 130 há um desnível de aproximadamente 120 metros, e uma declividade média de 4,8 m/km, mas sem vazão suficiente para a localização de usinas hidrelétricas. O curso de seus formadores segue até a serra das Araras com bastante declividade, porém sem volume d’água satisfatório para aproveitamento hidrelétrico**.**

7.4 – Aspectos Geomorfológicos da Bacia do rio Cavernoso

Os aspectos geomorfológicos da bacia do rio Cavernoso estão correlacionados as feições correspondentes ao Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, o qual é constituído pelos grandes derrames basálticos que recobrem os sedimentos da Bacia do Paraná. A Figura 01 indica sua localização.

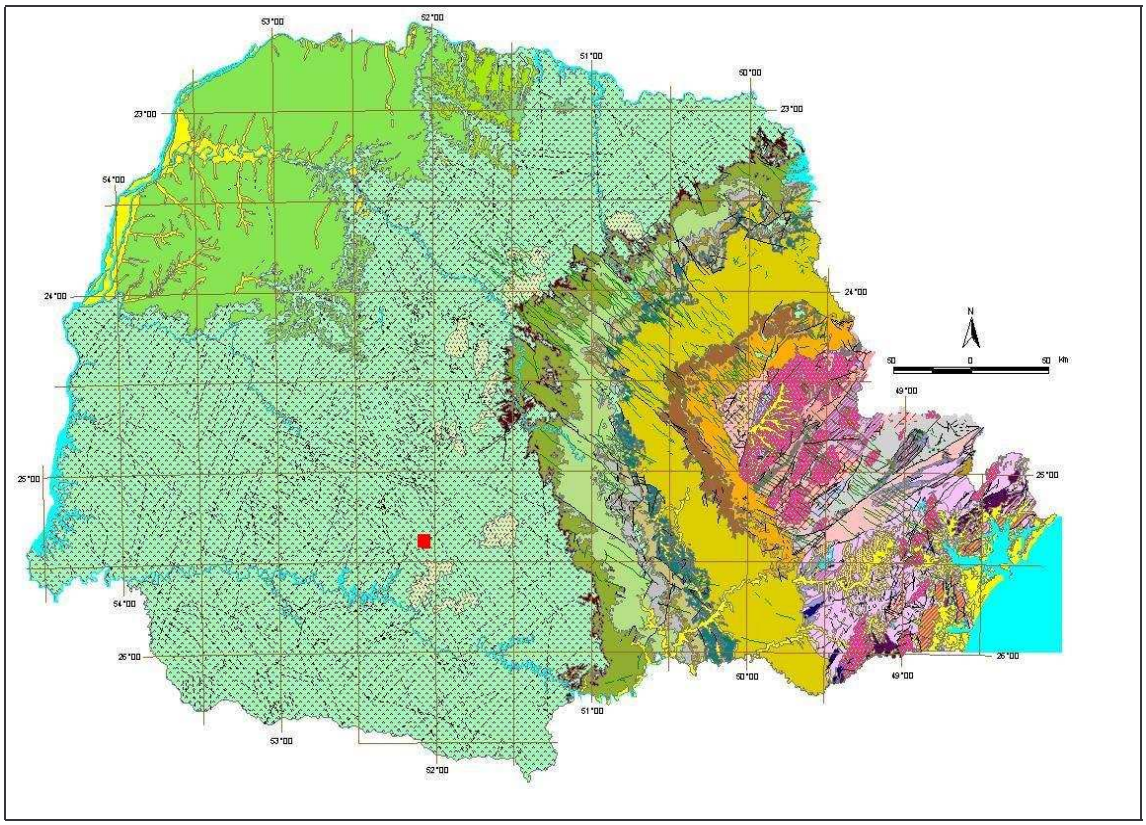


Figura 01 – Localização (em vermelho) do empreendimento no mapa geológico do estado do Paraná.

O Planalto de Guarapuava é a unidade geomorfológica de maior expressão do estado, possuindo uma área de abrangência de 140.884 km^2 o que representa 70% do território paranaense.

Em termos geográficos, estende-se desde a Serra da Esperança nos arredores da cidade de Guarapuava até a calha do rio Paraná, no extremo oeste do estado.

Esta serra apresenta elevações da ordem de 1.300 m, em seus limites orientais. A partir deste ponto, as elevações sofrem um decréscimo acentuado tanto para o sul como para oeste na direção da bacia do rio Paraná, onde ali apresentam altitudes com elevações em torno de 300 m.

Em função principalmente da constituição geológica, o relevo regional é composto por platôs esculpidos de maneira variada pela erosão diferencial e grandes blocos de falha, muitas vezes abrigando em calhas profundas a drenagem regional.

A bacia do rio Cavernoso está inserida dentro desse contexto geomorfológico, apresentando junto às nascentes localizadas ao norte, altitudes que chegam a

ultrapassar 1000 m nas Serras do Cantagalo e São João. Em direção ao sul, no sentido da bacia do rio Iguaçu, as altitudes diminuem, verificando-se na área estudada as maiores elevações na ordem de 650 m a 700 m.

Como já referido, em função de sua constituição geológica, a modelagem do relevo local é característica de região constituída por derrames de basalto, sendo observados platôs relativamente tabulares, até morros levemente a medianamente ondulados.

Pode-se observar de um modo geral, que fatores estruturais afetam de duas maneiras a evolução da topografia regional, como aspecto peculiar de terrenos basálticos: fraturas tectônicas de maior porte, direcionam o desenvolvimento lateral dos corpos d'água e estão diretamente correlacionados às suas sinuosidades morfológicas, ao mesmo tempo que a sub-horizontalidade dos derrames são responsáveis pelo desenvolvimento de encostas em degraus, inclusive propiciando o aparecimento de pequenos desníveis em forma de corredeiras e pequenos saltos que podem ser observadas em vários trechos no leito do rio.

Outras feições importantes das efusivas vulcânicas, que podem ocorrer no contexto geomorfológico regional são deslizamentos de taludes, relacionados a depósitos coluvionares espessos, que recobrem terraços suavemente inclinados. Na região em questão não foi observada nenhuma feição desta natureza. Observa-se como caraterística geral – a menos em pontos localizados – que em média a área apresenta baixa cobertura de solo que não chega a ultrapassar 4,00 m.

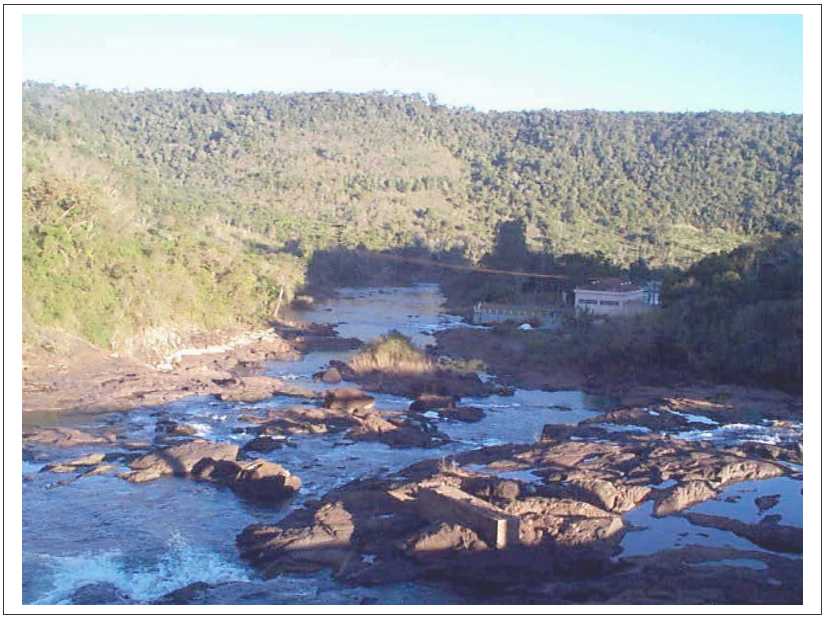


Figura 02 – Leito do rio Cavernoso, exibindo rochas basálticas maciças.

7.5 – Suscetibilidade a sismos naturais ou induzidos

A região de abrangência da bacia do rio Cavernoso não possui registros de atividade sísmica conhecida.

O Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG) relata ocorrências esparsas de sismos induzidos nas áreas de influência dos reservatórios da Usina Capivara, localizada no rio Paranapanema, na divisa dos estados do Paraná e São Paulo, e outro de igual intensidade próximo ao distrito de Imbaú, município de Telêmaco Borba.

Entretanto, de forma geral, a pouca suscetibilidade da região a sismos tem sido comprovada ao longo do tempo por relatos locais e instrumentos instalados nas usinas já em operação.

Neste particular, citam-se os exemplos da usina de Salto Osório, onde apesar de não terem sido instalados sismógrafos, não houve registros de sismicidade após o enchimento do reservatório, tomando como base sismógrafos instalados próximos a esta região. Nos casos das usinas de Foz do Areia, Segredo e Salto Santiago, estas últimas localizadas na região, redes de monitoramento foram instaladas pela COPEL e ELETROSUL, com apoio respectivamente do IAG e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, as quais não registraram qualquer evento indicativo de sismicidade

induzida após a formação dos reservatórios.

Pode-se também citar o exemplo da Usina Hidrelétrica de Itaipu, no rio Paraná, a qual igualmente não registrou qualquer evento de grande porte relacionado ao enchimento do reservatório.

Diante disso, devido à similaridade geológica destas regiões com a da bacia do rio Cavernoso, conclui-se que a área em questão possui baixa suscetibilidade a eventos desta natureza, principalmente se levarmos em consideração a menor envergadura dos reservatórios projetados a serem formados em relação aos mencionados, dispensando assim programa específico de monitoramento sismológico.

7.6 – Critérios básicos do Estudo de Inventário Hidrelétrico

A legislação existente condiciona os estudos de aproveitamento de cursos de água para fins energéticos, dispondo na lei nº 9.074/95 que devem ser considerados aspectos de custo mínimo, mínima interferência no meio ambiente e melhor arranjo físico das obras na definição da melhor divisão de quedas. O estudo de Inventário Hidrelétrico do rio Cavernoso procurou atender a esses condicionantes.

De modo geral, no estudo da divisão de quedas, procurou-se evitar interferências importantes, tais como:

- ✓ Cidades, vilas e demais concentrações de população;
- ✓ Áreas industriais;
- ✓ Jazidas e lavras;
- ✓ Agrupamentos indígenas;
- ✓ Áreas de preservação ambiental;
- ✓ Áreas de interesse arqueológico.

Dentro das características do perfil do rio Cavernoso, procurou-se aproveitar desníveis naturais existentes e reduzir a altura das barragens, de modo a reduzir as áreas inundadas.

Como os aproveitamentos estão posicionados em laços do rio, aproveitando o desnível natural existente por meio de canais de adução, foi prevista em todos os casos uma vazão mínima a jusante, correspondente a 50% da vazão média da estiagem com 7 dias de duração e 10 anos de período de recorrência. Esse critério foi

estabelecido para o Estado do Paraná pela SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – por meio da portaria nº 06/96.

Para maximizar o aproveitamento dos recursos energéticos do rio, procurou-se atender aos seguintes critérios técnicos básicos:

- ✓ Aproveitamento máximo da queda disponível, atendendo às condicionantes ambientais;
- ✓ Considerar poucos aproveitamentos no rio, de modo a preservar trechos do mesmo em locais de pouco interesse energético;
- ✓ Vertedouro dimensionado para escoar a vazão milenar; e
- ✓ Priorizar adução por canais em função de custos e queda existente.

Com as condicionantes e critérios expostos, foi efetuada a análise utilizando os estudos básicos cartográficos, hidrometeorológicos, energéticos, geológicos e ambientais, complementados com informações de campo.

7.7 – Alternativas de barramento no rio Cavernoso

Seguindo os critérios estabelecidos no item anterior, foram estudados três alternativas de eixo de barramentos no rio Cavernoso, além do barramento já existente (PCH Cavernoso I), combinados em duas alternativas de divisão de queda. Na Tabela 01, são apresentadas para cada uma dos eixos estudados, as informações de distância a partir da foz, área de drenagem e níveis de água máximos normais.

TABELA 01 - EIXOS ESTUDADOS NO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO CAVERNOSO.

km a partir da Foz	Nome da PCH	Área de Drenagem (km²)	NA Máximo Normal (m)	Queda Bruta (m)
km 54	Cavernoso II	1500	560	47
km 59	Cavernoso III	1495	581	21
km 116	Cavernoso IV	389	682	24

7.7.1 – Divisão de Queda Adotada

O estudo da divisão de queda do rio Cavernoso mostrou que, pela pequena dimensão desse curso de água e pela conformação de sua topografia, não trata-se de um rio com vocação para geração hidráulica. Dessa forma, embora tenham sido estudadas e estejam apresentadas na seqüência, alternativas de divisão de queda para aproveitamento energético desse curso de água, existe apenas um eixo no rio Cavernoso que efetivamente tem possibilidade de aproveitamento hidroenergético em um horizonte de curto prazo.

O trecho investigado do rio Cavernoso, estende-se desde o final do reservatório da UH Santiago – km 48 até a proximidade de seus formadores – km 130, que são os rios do Poço e Araras. Entre o final do reservatório da UH Santiago – km 48 e a PCH Cavernoso II – km 54, existem somente 7 m de desnível, ou seja, insuficiente para viabilizar um aproveitamento hidrelétrico para um curso de água das dimensões do rio Cavernoso.

É interessante comentar a existência de um aproveitamento hidrelétrico neste rio pertencente a COPEL, chamado de PCH Cavernoso I, que possui uma potência instalada de 1,3 MW. Este aproveitamento situa-se entre a barragem e o canal de fuga da PCH Cavernoso II prevista nas alternativas de divisão de queda. Trata-se de um aproveitamento implantado na década de 50 visando fornecer e garantir energia isoladamente a região, contudo, atualmente com relação ao sistema interligado, encontra-se submotorizado. Portanto, devido a derivação do fluxo de águas para suprimento da PCH Cavernoso II, este aproveitamento terá disponível somente uma vazão sanitária para manutenção das condições ambientais do rio.

A divisão de quedas do rio Cavernoso foi obtida através de um conjunto de

premissas básicas, colocadas abaixo:

- ✓ Técnica: onde procurou-se apresentar aproveitamentos que são tecnicamente viáveis e não necessitam de soluções complexas para sua implantação, visto tratar-se de PCHs;
- ✓ Energética: onde procurou-se maximizar o potencial energético do rio, e dentro do possível, aproveitá-lo integralmente;
- ✓ Ambiental: onde procurou-se primeiramente diagnosticar as principais restrições ambientais ao longo do rio, e caso necessário, evitar ou minimizar a interferência dos aproveitamentos nestes locais.
- ✓ Econômica: onde procurou-se apresentar somente os aproveitamentos realmente factíveis, seja a curto ou a médio prazo, de modo a não criar falsas expectativas quanto ao real potencial energético do rio.

Considerando essas premissas, muitas vezes conflitantes entre si, porém, buscou-se através da análise em conjunto destes vários aspectos, determinar a melhor combinação de divisão de quedas para o rio Cavernoso.

7.7.2 – Alternativa I

Essa primeira alternativa de divisão de queda prevê a implantação de outros três aproveitamentos hidrelétricos, conforme figuras 03 e 04.

O primeiro aproveitamento, de jusante para montante, situa-se no km 54 e foi denominada PCH Cavernoso II, preservando a denominação PCH Cavernoso I para a PCH existente hoje e que aproveita parte do desnível desse local. A PCH proposta tem um potencial de aproximadamente 19 MW e aproveita a queda natural em um dos meandros do rio. Devido a boa queda natural existente – 35 m e seu posicionamento no trecho mais a jusante, portanto, com maior disponibilidade de vazão, este aproveitamento possui atratividade econômica.

O segundo eixo estudado, posicionado imediatamente a montante do anterior, chama-se PCH Cavernoso III, situando-se no km 59 a partir da foz do rio Cavernoso. Esta PCH tem um potencial de aproximadamente 8 MW e também aproveita a queda natural de um meandro do rio. Esse segundo eixo está bastante próximo do anterior, e portanto não há redução, em termos práticos, da disponibilidade de vazão com relação

ao eixo Cavernoso II (área de drenagem reduzida de 1500 km^2 para 1495 km^2). Contudo, a disponibilidade de queda natural de somente 12 m no local, torna o empreendimento de uma atratividade econômica reduzida e sua implantação dificilmente deve ocorrer em médio prazo, sendo mais provável em um horizonte mais longo.

Seguindo o curso do rio Cavernoso para montante a partir do eixo Cavernoso III, as declividades tornam-se baixas e não existem locais propícios à implantação de empreendimentos hidrelétricos até o km 105 onde novamente a declividade do leito natural do rio aumenta.

O terceiro aproveitamento prospectado, chamado de Cavernoso IV, situa-se no km 116, e também aproveita uma queda natural existente em um meandro do rio. Esse trecho do rio tem uma declividade maior que o trecho anterior, porém uma área de drenagem pequena. Esse eixo, com 16 m de queda natural e uma pequena área de drenagem (389 km^2), tem um potencial de geração de cerca de 2 MW. Pelas características apresentadas (queda e vazão) não apresenta atratividade econômica em um horizonte previsível de tempo.

TABELA 02 – RESUMO DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS.

km	Área de Drenagem (km²)	Nível D'Água de Montante NAm (m)	Nível D'Água de Jusante NAj (m)	Queda Bruta (m)	Altura da Barrragem NAm-NAbase (m)	Área do Reservat. (km²)	Potência Instalada (MW)
54	1500	560,00	513,00	47,00	12,00	0,43	19
59	1495	581,00	560,00	21,00	9,00	4,04	8,20
116	389	682,00	658,00	24,00	8,00	0,12	2,33

Outras características dos aproveitamentos identificados podem ser observados na tabela a seguir:

TABELA 03 – OUTRAS CARATERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS.

APROVEITAMENTO	ALTURA DA BARRAGEM (m)	N.A. NORMAL JUSANTE (m)	QUEDA LÍQUIDA (m)	VAZÃO MÍNIMA DEFL. (m³/s)	VAZÃO PROJETO VERTE-DOURO (m³/s)	VAZÃO PROJETO DESVIO (m³/s)	VAZÃO DE LONGO PERÍODO (m³/s)	TIPO DE TURBINA
PCH Cavernoso II (km54)	12	513	45,59	1,85	2052	419	36,3	3 x F.h.
PCH Cavernoso III (km 59)	9	560	20,37	1,7	2047	658	36,2	3 x F.h.
PCH Cavernoso IV (km 116)	8	658	23,28	0,4	593	191	9,4	2 x F.h.

Legenda: F.h. – Francis Horizontal

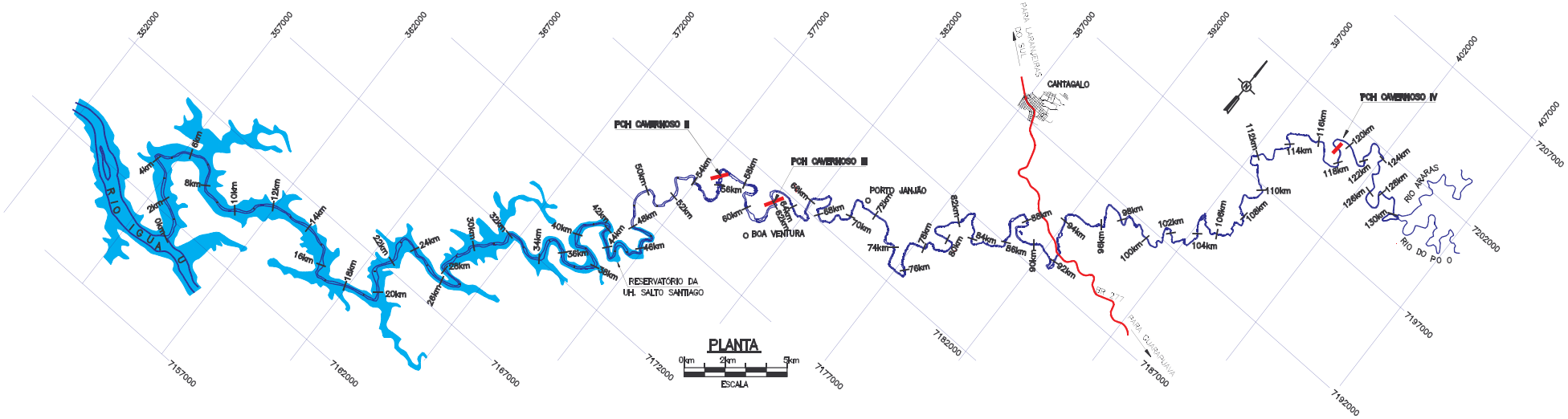


Figura 03 – Alternativa I, prevendo três aproveitamentos hidrelétricos.

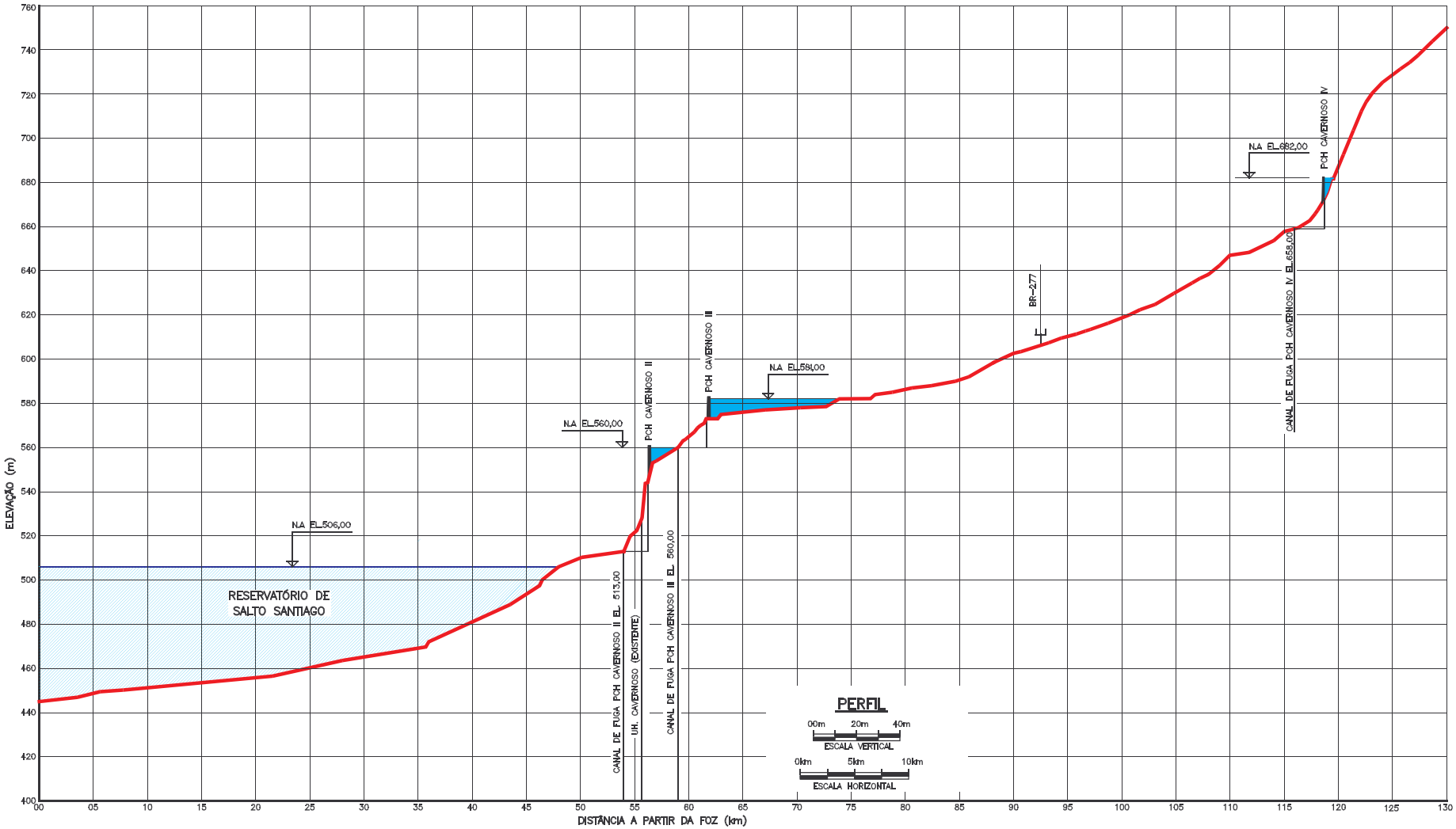


Figura 04 – Alternativa I, prevendo três aproveitamentos hidrelétricos (perfil).

7.7.3 – Alternativa II - Adotada

Tendo em vista os aspectos econômicos extremamente desfavoráveis do terceiro aproveitamento (eixo PCH Cavernoso IV), e vislumbrando uma eventual possível utilização futura do trecho mais alto do rio Cavernoso apenas por pequenos autoprodutores, onde a definição de arranjo e de potência instalada é bastante específica e decorrente quase exclusivamente das necessidades particulares da instalação em questão, que não pode ser colocada em termos de aproveitamento ótimo do recurso sob pena de futuramente impossibilitar esse micro aproveitamento ou levar à necessidade de uma revisão do estudo de inventário, foi considerado adequado criar uma segunda divisão de queda eliminando esse último aproveitamento.

Dessa maneira, a alternativa II de divisão de queda contempla os eixos Cavernoso II e Cavernoso III descritos no item anterior, retendo os dois aproveitamentos de melhores características da divisão de queda anterior.

Com essa consideração, a Tabela 04 apresenta a divisão de queda da alternativa II, que foi adotada para o rio Cavernoso.

TABELA 04 – RESUMO DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS NA ALTERNATIVA II - ADOTADA.

km	Área de Drenagem (km²)	Nível D'Água de Montante NAm (m)	Nível D'Água de Jusante NAj (m)	Queda Bruta (m)	Altura da Barrragem NAm-NAbase (m)	Área do Reservat. (km²)	Potência Instalada (MW)
54	1500	560,00	513,00	47,00	12,00	0,43	19
59	1495	581,00	560,00	21,00	9,00	4,04	8,20

Outros detalhes dos aproveitamentos selecionados estão na tabela a seguir:

TABELA 05 – OUTRAS CARACTERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS IDENTIFICADOS NA ALTERNATIVA II - ADOTADA.

APROVEITAMENTO	ALTURA DA BARRAGEM (m)	N.A. NORMAL JUSANTE (m)	QUEDA LÍQUIDA (m)	VAZÃO MÍNIMA DEFL. (m³/s)	VAZÃO PROJETO VERTE-DOURO (m³/s)	VAZÃO PROJETO DESVIO (m³/s)	VAZÃO DE LONGO PERÍODO (m³/s)	TIPO DE TURBINA
PCH Cavernoso II (km54)	12	513	45,59	1,85	2052	419	36,3	3 x F.h.
PCH Cavernoso III (km 59)	9	560	20,37	1,7	2047	658	36,2	3 x F.h.

Dessa maneira, o aproveitamento do rio Cavernoso para fins energéticos atende a Lei nº 9.074/95 que dispõe sobre o aproveitamento ótimo do potencial das bacias hidrográficas, resultando na obtenção da melhor divisão de queda, melhor arranjo físico das obras, aproveitamento energético máximo, mínimo custo e mínima interferência sobre o meio ambiente.

Os níveis dos reservatórios foram limitados de forma a se obter áreas alagadas compatíveis com os aproveitamentos, principalmente nos trechos onde a topografia é mais plana e sujeita a grandes áreas alagadas. A área dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos atende a Resolução n° 652, de 9 de Dezembro de 2003, que estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica - PCH.

Como os eixos estudados prevêem o aproveitamento de meandros do rio, foi considerada a manutenção da vazão mínima a jusante do barramento, correspondente a 50% de $Q_{10,7}$ (vazão de estiagem de 7 dias de duração com 10 anos de recorrência). Este critério é estabelecido para o estado do Paraná pela SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, por meio da portaria nº 06/96.

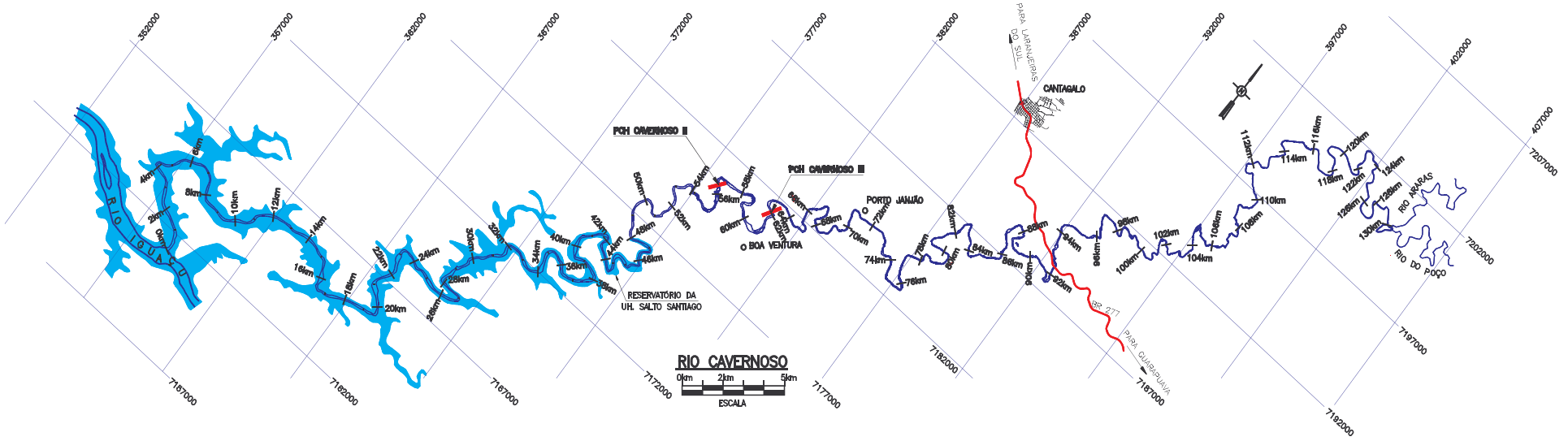


Figura 05 – Alternativa II (adotada), prevendo dois aproveitamentos hidrelétricos.

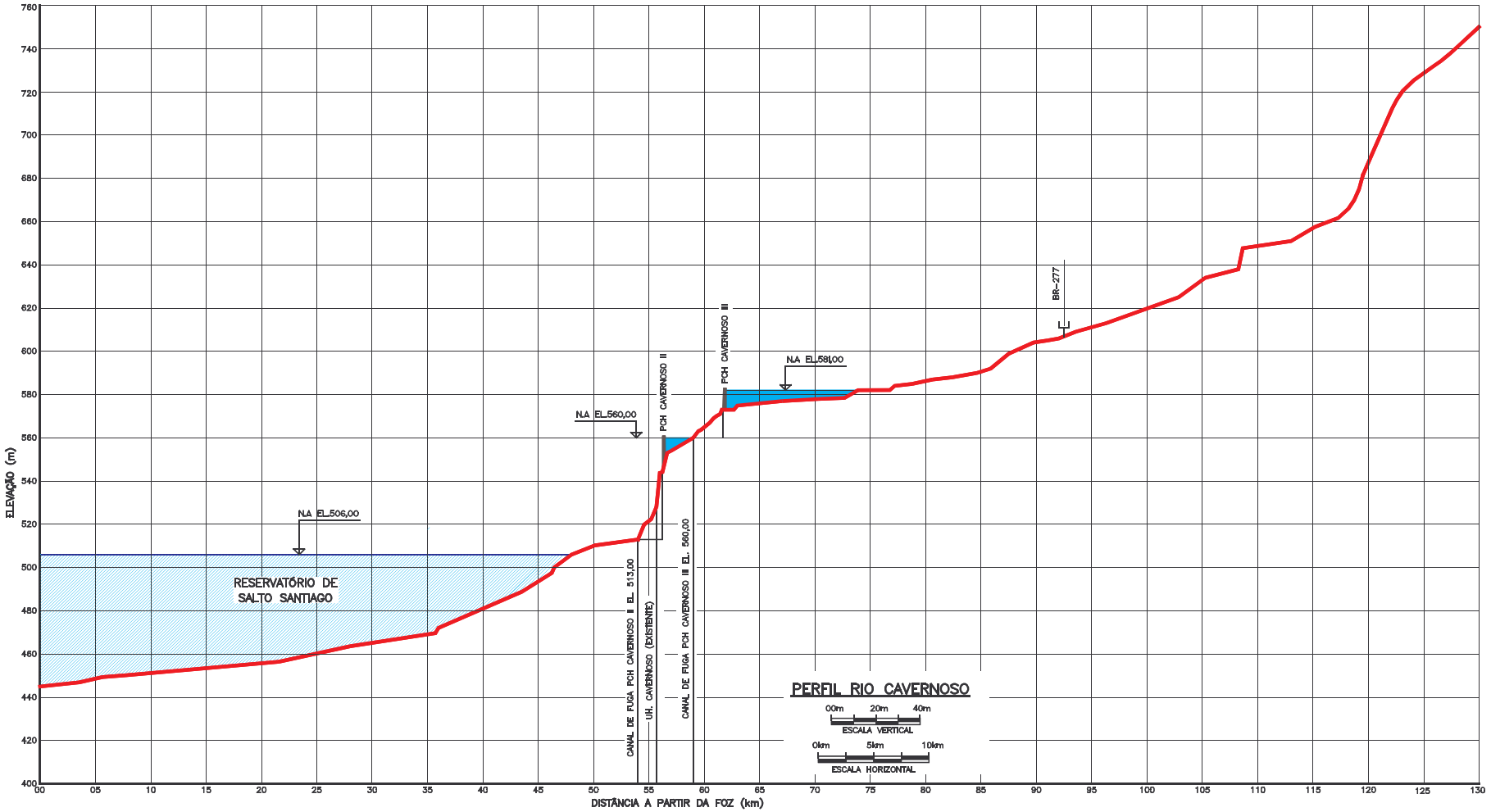


Figura 06 – Alternativa II (adotada), prevendo dois aproveitamentos hidrelétricos (perfil).

7.8 - Descrição dos aproveitamentos propostos na alternativa adotada

As principais características dos aproveitamentos hidrelétricos identificados para o rio Cavernoso estão descritos abaixo:

7.8.1 – PCH Cavernoso II

O arranjo deste empreendimento consiste na implantação de um barramento a montante do reservatório da PCH Cavernoso I, e de um circuito de geração, com sua casa de força situada a jusante deste aproveitamento.

O barramento, com cerca de 550 m de extensão total, está situado 500 m a montante do aproveitamento existente (PCH Cavernoso I), sob um trecho de corredeiras. O circuito de geração, com cerca de 910 m de extensão total, está localizado na margem direita, aproveitando a queda natural de 35 m do meandro formado pelo rio Cavernoso. As águas do reservatório são captadas na ombreira direita do rio, e conduzidas através do canal de adução até a tomada d'água, condutos forçados e casa de força. Posteriormente as águas são restituídas ao rio através do canal de fuga, à aproximadamente 2 km a jusante do aproveitamento existente.

No arranjo proposto para este aproveitamento, o nível de água máximo normal do reservatório, a fio d'água, situa-se na cota 560,00. O nível de água normal no canal de fuga situa-se na cota 513,00, resultando em uma queda bruta de 47,00 m.

O vertedouro de concreto compactado a rolo - CCR, foi dimensionado para uma cheia milenar de 2.052 m^3/s, ou seja, uma capacidade bastante superior ao aproveitamento existente, que é de 500 m^3/s. A jusante não foi previsto nenhum dispositivo de dissipação de energia, pressupondo-se condições geológicas adequadas. Contudo, em uma fase posterior, tais condições deverão ser melhor investigadas. A sobrelevação do reservatório para a passagem de cheia milenar é de 5,0 m. A barragem de terra tem sua crista situada na elevação 566,00.

O desvio do rio será executado em uma única fase e dimensionado para uma cheia de 419 m^3/s, correspondente a um tempo de recorrência de 5 anos. Inicialmente serão executados as adufas e a barragem da margem direita e posteriormente a ensecadeira de montante até a elevação 558,00. Provavelmente não haverá a

necessidade da execução da ensecadeira de jusante. Após a conclusão do vertedouro e da barragem da margem esquerda, a crista da ensecadeira deverá ser parcialmente removida, de modo que não prejudique o desempenho hidráulico do vertedouro e posteriormente as adufas deverão ser tamponadas. Deverá ser previsto uma válvula para manter a vazão sanitária de 1,85 m^3/s.

O canal de adução, tem cerca de 630 m de extensão e fundo variando entre as elevações 550,00 e 534,15. Em sua porção final, imediatamente a montante da tomada d'água, está previsto uma câmara de carga com fundo na elevação 448,00. Em sua porção intermediária, haverá necessidade de executar um pequeno dique de terra com crista na elevação 566,00.

A tomada d'água, com crista na elevação 567,00 e soleira na elevação 550,00, é dotada de uma comporta, ensecadeira, grade, monovia e limpa-grade.

Foi previsto preliminarmente um único conduto forçado, de 3,9 m de diâmetro e 95 m de extensão, sendo em sua porção final trifurcado.

A casa de força, com potência instalada total de 19,0 MW, será do tipo abrigada contendo três unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal.

A área de montagem, no lado direito da casa de força, situa-se na elevação 520,10. As galerias elétrica e mecânica e a sala de comando estão posicionadas a montante da casa de força.

O canal de fuga, com fundo na elevação 510,50, tem 80 m de extensão e 20 m de largura.

O reservatório, em seu nível de água máximo normal - 560,00, ocupará uma pequena área de 0,43 km^2, e em seu nível de água máximo maximórum - 565,00, 0,73 km^2.

A subestação elevadora, localiza-se na elevação 532,00, à direita da casa de força.



Figura 07 - Vista do rio Cavernoso e Margens no Final do Reservatório da Alternativa da PCH Cavernoso II (primeiro plano) e Local do Canal de Adução e da Usina para Cavernoso III (segundo plano à esquerda), com destaque à quase inexistente floresta ciliar.



Figura 08 - Vista do rio Cavernoso no Trecho de Implantação da Barragem para a Alternativa da PCH Cavernoso II (à direita) e Parte de seu Reservatório (à esquerda).

7.8.2 – PCH Cavernoso III

Este aproveitamento está situado logo a montante do reservatório da PCH Cavernoso II, onde também aproveita a queda existente ao longo de um meandro do rio Cavernoso.

O barramento, com cerca de 500 m de extensão total, é formado em sua maior

parte por barragem de terra. O circuito de geração, com cerca de 600 m de extensão total, está localizado na margem direita, aproveitando a queda natural de 12 m do meandro formado pelo rio Cavernoso. As águas do reservatório são captadas na ombreira direita do rio, e conduzidas através do canal de adução até a tomada d'água, condutos forçados a céu aberto e casa de força. Posteriormente as águas são restituídas ao rio através do canal de fuga, à aproximadamente 3 km a jusante do barramento.

No arranjo proposto para este aproveitamento, o nível de água máximo normal do reservatório, a fio d'água, situa-se na cota 581,00. O nível de água normal no canal de fuga situa-se na cota 560,00, resultando em uma queda bruta de 21,00 m.

O vertedouro de concreto compactado a rolo - CCR, foi dimensionado para uma cheia milenar de 2.047 m^3/s. A jusante não foi previsto nenhum dispositivo de dissipação de energia, pressupondo-se condições geológicas adequadas. Contudo, em uma fase posterior, tais condições deverão ser melhor investigadas. A sobrelevação do reservatório para a passagem de cheia milenar é de 5,0 m. A barragem de terra tem sua crista situada na elevação 587,00.

O desvio do rio será executado em uma única fase e dimensionado para uma cheia de 658 m^3/s, correspondente a um tempo de recorrência de 5 anos. Inicialmente será executado as adufas e a barragem da margem esquerda, e posteriormente a ensecadeira de montante até a elevação 580,00. Após a conclusão do vertedouro e da barragem da margem direita, a crista da ensecadeira deverá ser parcialmente removida, de modo que não prejudique o desempenho hidráulico do vertedouro, e posteriormente as adufas deverão ser tamponadas. Deverá ser previsto um descarregador para manter a vazão sanitária de 1,7 m^3/s.

O canal de adução, tem cerca de 350 m de extensão, e fundo na elevação 575,00. Em sua porção final, imediatamente a montante da tomada d'água, está previsto uma câmara de carga com fundo na elevação 569,00. Ao final do canal, haverá necessidade de executar um dique de terra com crista na elevação 587,00.

A tomada d'água, com crista na elevação 587,00 e soleira na elevação 571,00, é dotada de uma comporta ensecadeira, grade, monovia e limpa-grade.

Foi previsto um único conduto forçado, de 4,1 m de diâmetro e 85 m de extensão, sendo em sua porção final trifurcado.

A casa de força, com potência instalada total de 8,20 MW, será do tipo abrigada contendo três unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal.

A área de montagem, no lado direito da casa de força, situa-se na elevação

570,00. A fim de ficar protegida de uma vazão milenar. As galerias elétrica e mecânica e a sala de comando estão posicionadas a montante da casa de força.

O canal de fuga, com fundo na elevação 558,20, tem 150 m de extensão e 40 m de largura.

Embora a barragem seja relativamente baixa, o reservatório, em seu nível de água máximo normal - 581,00, ocupará uma área de 4,04 km^2.

7.9. – Estudos energéticos para a alternativa adotada

A forma de operação das usinas hidrelétricas pode ser dividida em dois grupos: o que opera integrado ao Sistema Interligado Brasileiro e o que atende a um mercado isolado. As usinas integradas, a critério do Sistema Operador Nacional – ONS estão sujeitas às regras de operação, ou seja, o despacho dessas usinas é centralizado, otimizando a operação. Em contrapartida, o ONS garante ao empreendedor do projeto uma Energia Assegurada durante todo o seu período de concessão, definida por ocasião do Edital de Licitação da outorga de Concessão.

Usinas de potência menor ou igual a 30 MW, como os aproveitamentos localizados no presente Estudo de Inventário, são consideradas, na legislação atual, usinas não Integradas, mesmo que estejam eletricamente conectadas ao Sistema Interligado. Estas usinas, portanto, não estão sujeitas às regras de operação do ONS – Operador Nacional do Sistema. Em contrapartida, a menos que exista essa previsão no acordo operativo entre o empreendedor e o Distribuidor/Comercializador local, não fica assegurada ao empreendedor nenhuma geração complementar à efetivamente gerada no empreendimento, ou seja, em períodos hidrologicamente desfavoráveis estas usinas não teriam a possibilidade de usufruir o benefício da interligação elétrica com o Sistema (operação otimizada), para garantir o atendimento a um mercado ou contrato que, nestas situações hidrológicas desfavoráveis, poderá ser superior à geração efetiva da usina.

Em outras palavras, a operação otimizada do Sistema Interligado garante, teoricamente um maior aproveitamento do potencial hidrelétrico local, pois existem diversidades hidrológicas entre as diversas bacias hidrográficas que compõem o Sistema Interligado. Neste caso, o dimensionamento ótimo do aproveitamento deve ter por base os benefícios incrementais de energia firme decorrentes da sua entrada em operação, sendo esses benefícios de energia firme calculados para o período crítico do Sistema Interligado.

Portanto, usinas não integradas, porém interligadas, poderão ser dimensionadas como se fossem usinas eletricamente isoladas, a menos que o empreendedor consiga negociar um acordo operativo com o Distribuidor/Comercializador local para, de alguma forma, se beneficiar da operação otimizada, o que lhe garantiria o suprimento adicional ao efetivamente gerado em situações hidrologicamente desfavoráveis no local do empreendimento ou, de outra forma, admitir que a diferença entre a energia firme da usina, calculada como se fosse uma Usina Integrada, e o efetivamente gerado, seria contratado no mercado livre.

Tendo em vista o acima exposto, o dimensionamento energético das usinas integrantes da divisão de queda proposta foi realizado sob a ótica de operação isolada. Para isso quantificou-se o benefício energético, pela chamada energia firme incremental, que é a diferença entre as energias firmes do sistema com e sem a usina. A energia firme incremental capta os aumentos de energia firme local dos aproveitamentos situados a jusante da usina em questão, caso existam esses incrementos, devidos à regularização adicional proporcionada por esta usina. Para usinas do porte das inventariadas não há diferença prática entre a energias firme local e incremental.

Observando o estabelecido no parágrafo acima, a determinação da energia firme dos aproveitamentos pode ser feita diretamente a partir das vazões médias mensais do período crítico do Sistema no qual a bacia hidrográfica está inserida, sem a utilização de modelos de simulação. Nessa determinação, foi sempre considerada a manutenção da vazão mínima a jusante dos empreendimentos inventariados (50% de $Q_{10,7}$) ao longo do rio conforme legislação ambiental em vigor.

Com base na série histórica de vazões médias mensais, obtidas para a seção de cada aproveitamento, passou-se à simulação das potências médias mensais, as quais levaram em conta os aspectos ambientais acima mencionados, além de condicionantes operacionais colocadas na sequência.

O fluxograma da Figura 09 a seguir, apresenta de maneira esquemática o procedimento computacional e os testes realizados para cada valor de vazão média diária da série apresentada anteriormente neste relatório.

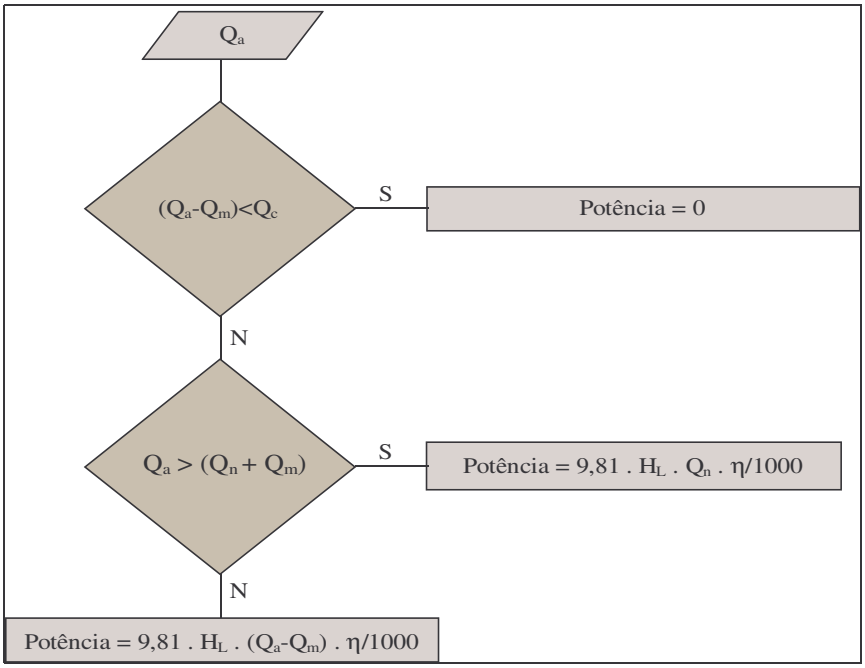


Figura 09 - Fluxograma das Simulações Energéticas.

Nessa figura, Q_a indica a vazão afluente mensal; Q_m é a vazão ecológica mínima que deve escoar no trecho entre a captação e a restituição, estipulada como 50% da vazão $Q_{10,7}$; Q_n é a vazão nominal de turbinamento, arbitrada para um dado valor de potência instalada; Q_c é vazão de corte, valor mínimo para que o equipamento de geração possa operar; H_L é a queda líquida no trecho e η o rendimento do conjunto turbo-gerador.

Com o procedimento descrito, obtém-se o gráfico da potência em função da vazão, esquematizado na Figura 10 a seguir.

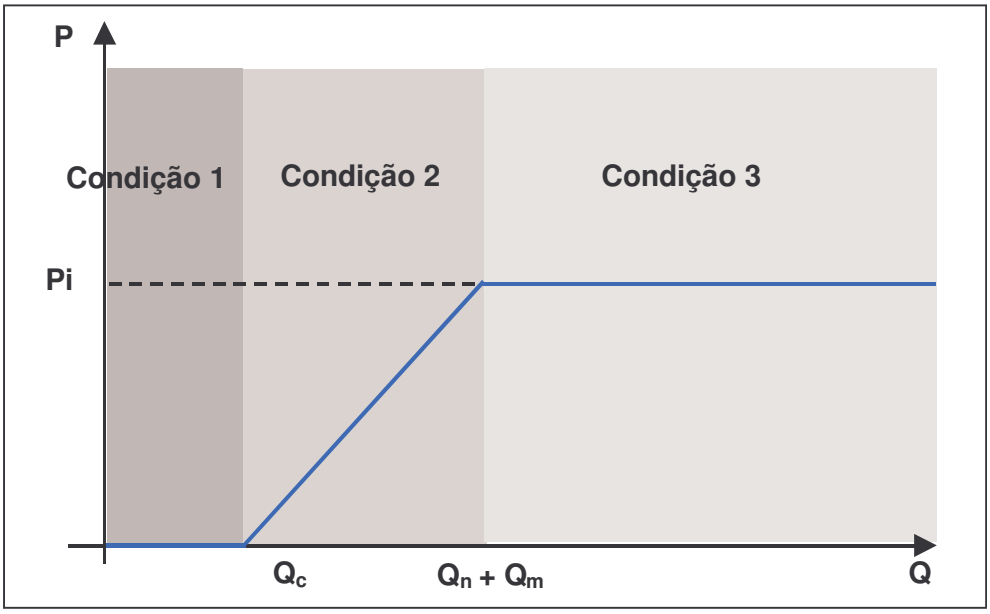


Figura 10 - Relação Potência-vazão Admitida nas Simulações.

As vazões ocorridas na condição 1 implicam em potências nulas, por restrição operacional, vazão abaixo da vazão de corte das turbinas. Na condição 2, as vazões não são suficientes para a geração plena tendo que satisfazer, ainda, as restrições ecológicas. Já na condição 3, a disponibilidade hídrica é tal que há o aproveitamento total da potência instalada além de poder ocorrer vertimento.

Assim, para cada vazão média mensal foi calculada uma potência média mensal correspondente, gerando-se uma série de valores relacionados com a série histórica. O valor da potência médio é dado pela média aritmética de todos esses valores calculados.

Os resultados da simulação energética fornecem informações sobre os benefícios energéticos esperados caso as condições hidrológicas se repitam conforme as tendências médias do período simulado.

A potência instalada de cada uma das alternativas (PCH Cavernoso II = 19,00 e PCH Cavernoso III = 8,20) foi estimada com base nos valores da queda bruta existente no local do aproveitamento, nas vazões médias diárias do período crítico do sistema interligado e nos seguintes parâmetros:

- ✓ Fator de capacidade de 56 %;
- ✓ Fator de rendimento de 0,897 para o conjunto turbo-gerador (0,925 para a turbina e 0,970 para o gerador);

- ✓ Fator de indisponibilidade forçada e programada de 5%;
- ✓ Perda de carga no sistema de adução de 3% da queda bruta (circuito hidráulico curto).

A energia firme no período crítico é a energia média obtida pela simulação energética usando os dados do período compreendido entre Julho/49 a Novembro/56. Desse modo obteve-se o valor médio da energia, definido como sendo aquele cuja potência instalada gerou um valor do fator de capacidade igual a 0,56 para o período total.

As planilhas referentes aos Estudos Energéticos de cada aproveitamento inventariado, tanto para o período total quanto para o período crítico, são mostradas nas Tabelas 06. à 09 a seguir:

TABELA 06-RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO II NO PERÍODO TOTAL.

Vazão Nominal de Engolimento (m^3/s)	Perda de Carga (m)	Queda Líquida Média (m)	Diâmetro Econômico (Três Máquinas) (m)	Velocidade Média (m/s)	Potência Instalada (MW)	Potência Média Limitada ao Engolimento[1] (MW)	Fator de Capacidade	Energia Média Anual (MWh/ano)
35	1,41	45,59	2,16	4,79	14,04	9,17	0,65	76308
35,6	1,41	45,59	2,17	4,8	14,28	9,25	0,65	76949
36,2	1,41	45,59	2,19	4,81	14,52	9,32	0,64	77547
36,8	1,41	45,59	2,2	4,82	14,76	9,39	0,64	78161
37,4	1,41	45,59	2,22	4,83	15	9,46	0,63	78728
38	1,41	45,59	2,23	4,85	15,24	9,53	0,63	79306
38,6	1,41	45,59	2,25	4,86	15,49	9,6	0,62	79858
39,2	1,41	45,59	2,26	4,87	15,73	9,66	0,61	80394
39,8	1,41	45,59	2,28	4,88	15,97	9,73	0,61	80932
40,4	1,41	45,59	2,29	4,89	16,21	9,79	0,6	81439
41	1,41	45,59	2,31	4,9	16,45	9,85	0,6	81948
41,6	1,41	45,59	2,32	4,91	16,69	9,91	0,59	82446
42,2	1,41	45,59	2,34	4,92	16,93	9,96	0,59	82919
42,8	1,41	45,59	2,35	4,93	17,17	10,02	0,58	83392
43,4	1,41	45,59	2,37	4,94	17,41	10,08	0,58	83860
44	1,41	45,59	2,38	4,95	17,65	10,13	0,57	84323
44,6	1,41	45,59	2,39	4,96	17,89	10,18	0,57	84733
45,2	1,41	45,59	2,41	4,97	18,13	10,23	0,56	85140
45,8	1,41	45,59	2,42	4,98	18,37	10,28	0,56	85591
46,4	1,41	45,59	2,43	4,99	18,61	10,33	0,56	85994
47	1,41	45,59	2,45	5	18,86	10,38	0,55	86417
47,6	1,41	45,59	2,46	5	19,1	10,43	0,55	86830
48,2	1,41	45,59	2,47	5,01	19,34	10,48	0,54	87222
48,8	1,41	45,59	2,49	5,02	19,58	10,53	0,54	87625
49,4	1,41	45,59	2,5	5,03	19,82	10,57	0,53	87998

TABELA 07 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO II NO PERÍODO CRÍTICO.

Vazão Nominal de Engolimento (m^3/s)	Perda de Carga (m)	Queda Líquida Média (m)	Diâmetro Econômico (Três Máquinas) (m)	Velocidade Média (m/s)	Potência Instalada (MW)	Potência Média Limitada ao Engolimento[1] (MW)	Fator de Capacidade	Energia Média Anual (MWh/ano)
35	1,41	45,59	2,16	4,79	14,04	8,08	0,58	67228
35,6	1,41	45,59	2,17	4,8	14,28	8,15	0,57	67792
36,2	1,41	45,59	2,19	4,81	14,52	8,21	0,57	68342
36,8	1,41	45,59	2,2	4,82	14,76	8,28	0,56	68891
37,4	1,41	45,59	2,22	4,83	15	8,34	0,56	69427
38	1,41	45,59	2,23	4,85	15,24	8,41	0,55	69956
38,6	1,41	45,59	2,25	4,86	15,49	8,47	0,55	70477
39,2	1,41	45,59	2,26	4,87	15,73	8,53	0,54	70953
39,8	1,41	45,59	2,28	4,88	15,97	8,58	0,54	71418
40,4	1,41	45,59	2,29	4,89	16,21	8,63	0,53	71851
41	1,41	45,59	2,31	4,9	16,45	8,68	0,53	72274
41,6	1,41	45,59	2,32	4,91	16,69	8,74	0,52	72697
42,2	1,41	45,59	2,34	4,92	16,93	8,79	0,52	73120
42,8	1,41	45,59	2,35	4,93	17,17	8,84	0,52	73543
43,4	1,41	45,59	2,37	4,94	17,41	8,89	0,51	73966
44	1,41	45,59	2,38	4,95	17,65	8,94	0,51	74389
44,6	1,41	45,59	2,39	4,96	17,89	8,99	0,5	74794
45,2	1,41	45,59	2,41	4,97	18,13	9,04	0,5	75196
45,8	1,41	45,59	2,42	4,98	18,37	9,08	0,49	75598
46,4	1,41	45,59	2,43	4,99	18,61	9,13	0,49	75999
47	1,41	45,59	2,45	5	18,86	9,18	0,49	76401
47,6	1,41	45,59	2,46	5	19,1	9,23	0,48	76803
48,2	1,41	45,59	2,47	5,01	19,34	9,26	0,48	77035
48,8	1,41	45,59	2,49	5,02	19,58	9,31	0,48	77437
49,4	1,41	45,59	2,5	5,03	19,82	9,33	0,47	77663

TABELA 08 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO III NO PERÍODO TOTAL.

Vazão Nominal De Engolimento (m^3/s)	Perda de Carga (m)	Queda Líquida Média (m)	Diâmetro Econômico (Três Máquinas) (m)	Velocidade Média (m/s)	Potência Instalada (MW)	Potência Média Limitada ao Engolimento[1] (MW)	Fator de Capacidade	Energia Média Anual (MWh/ano)
35	0,63	20,37	2,42	3,8	6,27	4,1	0,65	34095
37.4	0,63	20,37	2,49	3,84	6,7	4,23	0,63	35176
39,8	0,63	20,37	2,56	3,88	7,13	4,35	0,61	36161
42,2	0,63	20,37	2,62	3,91	7,56	4,45	0,59	37049
44,6	0,63	20,37	2,68	3,94	7,99	4,55	0,57	37859
47	0,63	20,37	2,75	3,97	8,42	4,64	0,55	38612
49,4	0,63	20,37	2,81	4	8,85	4,72	0,53	39318
51,8	0,63	20,37	2,86	4,02	9,29	4,8	0,52	39966
54,2	0,63	20,37	2,92	4,05	9,72	4,87	0,5	40550
56,6	0,63	20,37	2,97	4,07	10,15	4,94	0,49	41082
59	0,63	20,37	3,03	4,1	10,58	5	0,47	41572
61,4	0,63	20,37	3,08	4,12	11,01	5,04	0,46	41973
63,8	0,63	20,37	3,13	4,15	11,44	5,09	0,45	42348
66,2	0,63	20,37	3,18	4,17	11,87	5,13	0,43	42676
68,6	0,63	20,37	3,23	4,19	12,3	5,16	0,42	42975
71	0,63	20,37	3,28	4,21	12,73	5,2	0,41	43288
73,4	0,63	20,37	3,32	4,23	13,16	5,23	0,4	43509
75,8	0,63	20,37	3,37	4,25	13,59	5,26	0,39	43735
78,2	0,63	20,37	3,42	4,27	14,02	5,29	0,38	43984
80,6	0,63	20,37	3,46	4,29	14,45	5,31	0,37	44196
83	0,63	20,37	3,5	4,3	14,88	5,33	0,36	44340
85,4	0,63	20,37	3,55	4,32	15,31	5,34	0,35	44472
87,8	0,63	20,37	3,59	4,34	15,74	5,36	0,34	44590
90,2	0,63	20,37	3,63	4,36	16,17	5,36	0,33	44607
92,6	0,63	20,37	3,67	4,37	16,6	5,37	0,32	44700

TABELA 09 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA PCH CAVERNOSO III NO PERÍODO CRÍTICO.

Vazão Nominal De Engolimento (m^3/s)	Perda de Carga (m)	Queda Líquida Média (m)	Diâmetro Econômico (Três Máquinas) (m)	Velocidade Média (m/s)	Potência Instalada (MW)	Potência Média Limitada ao Engolimento[1] (MW)	Fator de Capacidade	Energia Média Anual (MWh/ano)
35	0,63	20,37	2,42	3,8	6,27	3,61	0,58	30038
37,4	0,63	20,37	01/02/49	01/03/84	6,7	3,73	0,56	31021
39,8	0,63	20,37	2,56	3,88	7,13	3,83	0,54	31910
42,2	0,63	20,37	2,62	3,91	7,56	3,93	0,52	32671
44,6	0,63	20,37	2,68	3,94	7,99	4,02	0,5	33419
47	0,63	20,37	2,75	3,97	8,42	4,1	0,49	34137
49,4	0,63	20,37	2,81	4	8,85	4,17	0,47	34700
51,8	0,63	20,37	2,86	4,02	9,29	4,25	0,46	35340
54,2	0,63	20,37	2,92	4,05	9,72	4,32	0,44	35922
56,6	0,63	20,37	2,97	4,07	10,15	4,38	0,43	36440
59	0,63	20,37	3,03	4,1	10,58	4,43	0,42	36902
61,4	0,63	20,37	3,08	4,12	11,01	4,48	0,41	37313
63,8	0,63	20,37	3,13	4,15	11,44	4,52	0,4	37591
66,2	0,63	20,37	3,18	4,17	11,87	4,53	0,38	37728
68,6	0,63	20,37	3,23	4,19	12,3	4,55	0,37	37901
71	0,63	20,37	3,28	4,21	12,73	4,56	358	37947
73,4	0,63	20,37	3,32	4,23	13,16	4,55	0,35	37875
75,8	0,63	20,37	3,37	4,25	13,59	4,58	0,34	38139
78,2	0,63	20,37	3,42	4,27	14,02	4,61	0,33	38393
80,6	0,63	20,37	3,46	4,29	14,45	4,64	0,32	38582
83	0,63	20,37	3,5	4,3	14,88	4,64	0,31	38612
85,4	0,63	20,37	3,55	4,32	15,31	4,64	0,3	38630
87,8	0,63	20,37	3,59	4,34	15,74	4,64	0,3	38607
90,2	0,63	20,37	3,63	4,36	16,17	4,6	0,29	38305
92,6	0,63	20,37	3,67	4,37	16,6	4,62	0,28	38418

7.9.1 – Conclusões da alternativa adotada

Com os estudos para este inventário da alternativa adotada, verifica-se o aproveitamento de duas (2) pequenas centrais hidrelétricas, totalizando 27,20 MW de potência instalada, ao longo de aproximadamente 130 km e uma queda disponível de 244 metros. Os reservatórios atingem respectivamente áreas de 0,43 e 4,04 km², com as barragens variando entre 9 a 12 metros de altura.

O rio Cavernoso é limitado a jusante pelo reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, situada no rio Iguaçu, do qual o rio Cavernoso é afluente pela margem direita.

Os aproveitamentos hidrelétricos da alternativa selecionada são:

- PCH CAVERNOSO II – 19,00 MW;
- PCH CAVERNOSO III – 8,20 MW.

A determinação da energia assegurada foi feita diretamente a partir das vazões médias mensais do período de 1931 a 2002. A manutenção da vazão mínima de jusante ($Q_{10,7}$) foi considerada nos ensecamentos de longo trecho do rio.

É interessante comentar a existência de um aproveitamento hidrelétrico neste rio pertencente a COPEL, chamado de PCH Cavernoso I, que possui uma potência instalada de 1,3 MW. Este aproveitamento situa-se entre a barragem e o canal de fuga da PCH Cavernoso II. Trata-se de um aproveitamento implantado na década de 50 visando fornecer e garantir energia isoladamente a região, contudo, atualmente com relação ao sistema interligado, encontra-se submotorizado. Portanto, devido a derivação do fluxo de águas para suprimento da PCH Cavernoso II, este aproveitamento terá disponível somente uma vazão mínima de manutenção das condições ambientais do rio.

7.10 – Meio Ambiente

7.10.1 - IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NO INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DO RIO CAVERNOSO

Os impactos possíveis decorrentes das alternativas apontadas para este inventário são todos de âmbito restrito, praticamente localizados, face ao pequeno porte dos empreendimentos que poderão vir a ser implementados.

Entre esses impactos, com relação ao meio físico, verificar-se-á a instalação de processos erosivos decorrentes da obras de ampliação e melhoramento das vias de acesso e diretamente no local de construção das obras da usina (barragem, canais de adução e casa de força) e a degradação de paisagem natural, também pelas mesmas razões. Ao longo do reservatório poderá ocorrer a desestabilização de algumas encostas nos locais de terrenos com maior declive e solos mais frágeis.

Para o meio biológico ocorrerá a supressão e submersão de vegetação, decorrente das obras e da formação do reservatório, ocasionando em conseqüência a fragmentação de alguns ecossistemas, principalmente os ambientes marginais aos

rios, e o deslocamento da fauna terrestre que a ocupa. Também haverá a alteração e o desaparecimento de ambientes aquáticos em razão do seccionamento do rio Cavernoso e de sua bacia devido às barragens e a possível transformação do ambiente lótico dos rios em lêntico nos reservatórios que se formarão. Outros impactos se darão devido ao possível contato do contingente humano afeto aos empreendimentos com a fauna (possibilidade de caça, atropelamento de animais, atração de fauna sinantrópica junto ao canteiro de obras, e acidentes com animais peçonhentos), estes no entanto de caráter temporário.

Os impactos relativos ao meio socioeconômico envolvem o alagamento de áreas com explorações agropecuárias, com a perda de arrecadação de impostos sobre os produtos ali obtidos, e o atingimento da população residente na área diretamente afetada. Os empreendimentos também incrementarão temporariamente a arrecadação de receita nos períodos de implementação, assim como a oferta de mão-de-obra e a afluência de trabalhadores, com destaque para os altamente especializados.

7.10.2 – INTERFERÊNCIAS AMBIENTAIS

Os dois eixos para implantação de usinas hidrelétricas no rio Cavernoso, denominadas de Cavernoso II e Cavernoso III, definidos nos estudos deste inventário situam-se em trechos subsequentes, um pouco abaixo da interseção média da bacia do rio Cavernoso. Para ambas se verificam projetos de uma barragem em um local e a implantação das usinas de geração após as curvas situadas a jusante dos barramentos.

As alterações ambientais para o meio físico são de reduzida amplitude e têm mitigação ou minimização através de medidas de fácil aplicação, como a recuperação de áreas degradadas e o monitoramento de encostas.

Quanto ao meio biológico, este é mais suscetível aos impactos passíveis de ocorrência, em razão da contínua degradação que este vêm sofrendo ao longo do tempo em razão da ocupação antrópica, o que exige uma observação mais atenta. Entretanto, os impactos sobre o bioma da bacia do Cavernoso serão muito restritos, devido em parte à pequena dimensão da área que será afetada, assim como à significativa ocupação antrópica verificada ao longo das margens, afetando poucos ambientes propícios para a fauna terrestre, ao que se soma a permanência de ecossistemas similares no restante da bacia. No caso da ictiofauna já ocorre uma

interferência no trecho considerado apto à implantação das alternativas em decorrência da barragem da PCH Cavernoso I. A Universidade Estadual de Maringá, através do NUPELIA, tem realizado um monitoramento da ictiofauna da bacia, onde foi possível catalogar para a região as espécies ocorrentes e a sua distribuição quali e quantitativa, no entanto por falta de dados relativos a ovos e larvas, não é possível saber o grau desta interferência quanto à permanência das espécies no local represado. A implantação das novas usinas exigirá um acompanhamento mais acentuado com relação a este aspecto. Outrossim, haverá a necessidade de manter uma vazão ecológica ou sanitária para as duas alternativas para manter as condições para as espécies de pequeno deslocamento, além de outras de ambientes aquáticos.

Em razão da área afetada, as interferências de cunho negativo referentes ao meio socioeconômico são de expressão pouco significativa e de resolução simples. Por este lado, em razão dos vários benefícios temporários que estes trazem aos municípios envolvidos são bem vistos pelas administrações municipais e por parte da população.

Analisando a situação com relação a cada alternativa, em primeira instância conclui-se que do ponto de vista ambiental ambos os empreendimentos são viáveis. O eixo Cavernoso II causará impactos de menor monta de modo geral e por essa razão se constitui na mais recomendada. Quanto ao projeto referente à PCH Cavernoso III, em razão da sua maior área de abrangência quanto ao reservatório e da localização, comparativamente apresenta-se como de impacto mais significativo, exigindo medidas mitigatórias e compensatórias maiores.

7.10.3 – CONCLUSÕES AMBIENTAIS DE CADA ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DO RIO CAVERNOSO (PCH CAVERNOSO II, III E IV)

7.10.3.1 - PCH Cavernoso II

De modo geral, este empreendimento causará poucos impactos ambientais,

tanto no que se refere aos ecossistemas quanto a interferências no meio socioeconômico.

O seu reservatório se estenderá por uma distância de 2,3 km do leito do rio Cavernoso atualmente com algumas corredeiras suaves e sua superfície será de 0,43 km². Ocorrerá o alagamento de áreas com relevo mais suave em maior proporção.

Com relação ao uso e ocupação, atingirá terrenos explorados com agricultura mecanizável e com solos em boas condições de exploração e terrenos com pastagem e, em menor dimensão, vegetação ciliar com mata secundária.

Devido à pequena extensão de rio e também à reduzida superfície do seu reservatório, os impactos nos ecossistemas terrestres serão mínimos, envolvendo uma vegetação de estágio secundário, portanto mais restrita quanto à existência de fauna terrestre e que, em razão da diminuta área atingida.

Um impacto sempre presente na implantação de qualquer usina hidrelétrica é com relação à fauna aquática, devido à barreira física que a barragem passa se constituir, isolando segmentos do rio e da bacia hidrográfica envolvida, assim como alterando em determinada extensão o ambiente de rio (lótico) para o de lago (lêntico). Atualmente já existe um barramento de 4m de altura devido à PCH Cavernoso I (500 m a jusante do eixo previsto). A barragem para a Alternativa Cavernoso II, cuja barragem terá 12 m de altura máxima, seccionará novamente o rio Cavernoso, separando um segmento do rio a montante, com pequeno desnível, de outro a jusante, onde a declividade média do rio aumenta até próximo do seu desaguamento no reservatório da UH Salto Santiago.

Outro aspecto a considerar é o estabelecimento da casa de força da usina após a curva que o rio descreve após a barragem, em uma distância de 2,6 km, o que implicará na necessidade de manutenção de uma vazão sanitária durante o período de operação das máquinas.

Os impactos negativos relativos ao meio socioeconômico consequentemente afetarão uma área de uso agrossilvipastoril de significância praticamente nula para os municípios atingidos (Virmond e Candói). Tampouco haverá impacto de ordem significativa quanto aos elementos humanos, pois afetará apenas algumas poucas famílias de modo direto (menos de uma dezena) e algumas propriedades que terão suas áreas total ou parcialmente atingidas.

7.10.3.2 - PCH Cavernoso III

Para esta alternativa a barragem se localizará rio acima a 6,5 km da barragem da PCH Cavernoso I. Comparativamente à alternativa anterior, os impactos ambientais que vierem a se verificar serão em maior grau, tanto no aspecto quantitativo como no qualitativo.

O reservatório ocupará um trecho de 11,7 km do leito do Cavernoso e também de dois afluentes, os rios Cantagalo (4,5 km) e Enlaça. Esse trecho do rio Cavernoso é de baixa declividade média, o que se verifica em quase toda a sua extensão a montante deste ponto. A superfície de 4,04 km² da bacia de acumulação recobrirá terrenos cujo relevo apresenta-se quase aplainado de modo geral e cujos solos são em boa parte mecanizáveis. O uso e a ocupação abrangem áreas com vegetação secundária, pastagens e culturas temporárias.

Os impactos no meio biológico são mais relevantes para esta alternativa. Na margem esquerda do local de implantação da barragem existe uma área de vegetação secundária em estágio avançado que será atingida parcialmente tanto pelas obras de construção assim como pela porção inicial do reservatório a ser formado. Na margem esquerda também serão impactadas formações de vegetação secundária ao longo das margens do rio Cantagalo. Ao longo do restante das margens do rio Cavernoso é escassa a mata ciliar, não atendendo em geral sequer a faixa de preservação mínima estabelecida pelo Código Florestal.

Além da perda da vegetação ali situada, serão afetados os ecossistemas existentes, obrigando o deslocamento forçado da fauna terrestre, que ainda assim poderá encontrar abrigo em remanescentes vegetacionais próximos. Também persistem ecossistemas similares na bacia do rio Cavernoso.

A fauna aquática será afetada de modo similar ao já descrito no que se refere ao isolamento de segmentos do rio e da bacia hidrográfica e de alterações de ambientes. A barragem relativa a esta alternativa terá 9 m de altura. A casa de força da usina também será implantada após uma curva do rio a jusante da barragem, em uma distância de 3,6 km, requerendo a de manutenção de uma vazão sanitária durante o período de operação das máquinas.

Quanto ao meio socioeconômico, acontecerá a redução de áreas de exploração agrossilvipastoril para os municípios atingidos (Virmond, Cantagalo e Candói), porém ainda de pouca significância. Em conseqüência da área impactada pelo reservatório,

um número maior número de propriedades e de famílias serão afetados, o que além destas conseqüências, implicará também em um grau maior de indenização e de ações para a relocação da população atingida.

7.10.3.3 - PCH Cavernoso IV

Foi analisada também uma divisão de queda no trecho superior do rio Cavernoso, à altura do km 116, denominada Cavernoso IV. Esta região da bacia, junto ao rio, apresenta alta declividade em suas margens, de modo geral, com áreas mais suaves de pequena extensão quando ocorrem. A barragem terá uma altura máxima de 8 metros e o reservatório ocupará uma extensão de 1,6 km do leito do rio Cavernoso, com pouca declividade, e a sua superfície será de 0,12 km².

As terras adjacentes ao rio apresentam alta declividade no geral e comportam solos de baixa fertilidade natural. Em razão de suas características, o uso tecnicamente indicado para exploração é apenas para fins de silvicultura. Ocorrerá o alagamento de áreas com relevo declivoso em maior proporção.

Com relação ao uso e ocupação, atingirá terrenos explorados com agricultura mecanizável e com solos em boas condições de exploração e, em menor dimensão, terrenos com pastagens e vegetação ciliar com mata secundária.

Com relação à ocupação, o entorno do rio é ocupado quase que totalmente com reflorestamento de pinus, restando uma faixa de vegetação ripária (mata ciliar) de poucos metros a partir das margens, que sequer atende à exigência mínima de 30 metros de preservação. A área de reflorestamento se estende até o limite de declividade que permita a utilização da terra com culturas mecanizadas, onde o uso passa a ser predominantemente com culturas temporárias de soja, enquanto que em menor escala também se verifica a cultura de milho e, eventualmente, pastagens.

Os impactos ambientais quanto a esta divisão de queda serão de pequeno monta, em razão da extensão de rio afetada, assim como do porte do reservatório. Além disso, serão mínimas as alterações sobre a fauna e a flora locais, em razão da ínfima faixa de mata ciliar e o ambiente restritivo resultante do reflorestamento de *Pinus* sp..

A característica da bacia de drenagem para esta alternativa é de pequenos

trechos correntosos, de pequena profundidade e leito pedregoso, com dominância de espécies de peixes específicas para este biótopo. O impacto provocado pelo barramento não afetará a ictiofauna local, que poderá encontrar ambientes propícios para reprodução no corpo do futuro reservatório e em diversos afluentes situados a montante.

Com relação ao meio socioeconômico, não existem restrições, face à ausência de moradores na área de reservatório e à existência de grandes propriedades, cujo atingimento será pouco significativo. Como o rio Cavernoso neste trecho se constitui em divisa entre os municípios de Goioxim e Guarapuava, estes estariam envolvidos, entretanto com inexpressivas áreas alagadas.

8. LOCALIZAÇÃO e ACESSO À PCH CAVERNOSO II

O empreendimento proposto localiza-se no rio Cavernoso, na bacia hidrográfica do Cavernoso, entre os municípios de Virmond e Candói, ambos no estado do Paraná. A sub-bacia do rio Cavernoso pertence à bacia do rio Iguaçu, ocupando área de 2.593 Km² e atingindo os municípios de Guarapuava, Goioxim, Cantagalo, Foz do Jordão, Chopinzinho, Porto Barreiro, Laranjeiras do Sul e os já citados Virmond e Candói, sendo esta bacia paralela à do rio Jordão.

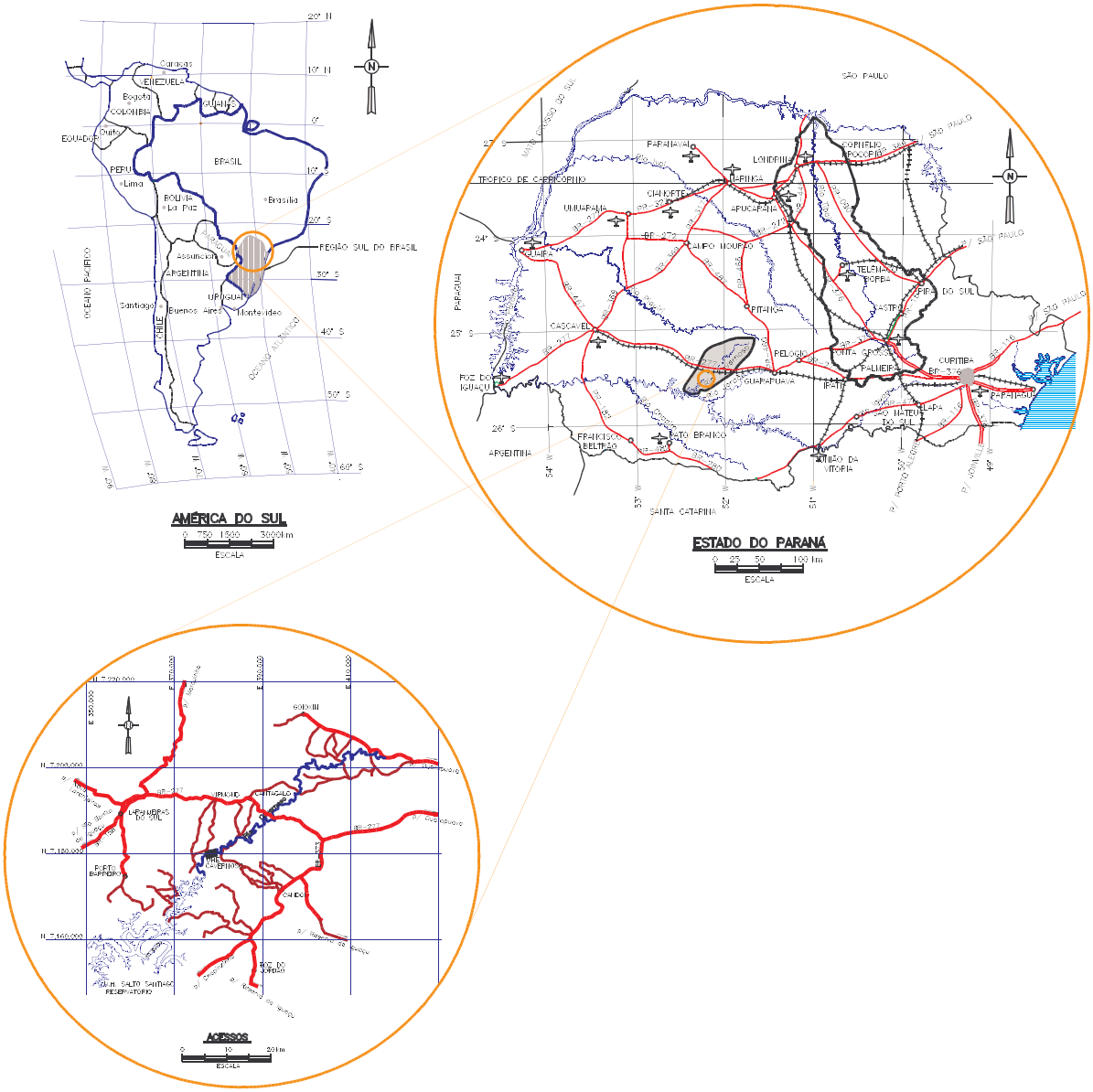


Figura 11 – Localização do futuro empreendimento no estado do Paraná

Este empreendimento estará localizado 500 metros a montante da PCH Cavernoso existente. Abaixo seguem as coordenadas da barragem e casa de força:

- ✓ Coordenada de referência do eixo do barramento: 25°29´17" S e 52°12´56" W
- ✓ Coordenada de referência da casa de força: 25°29´39" S e 52°13´31" W
- ✓ Coordenada UTM no centro do barramento: 7.180.442,706 / 377.844,596
- ✓ Coordenada UTM no centro da casa de força: 7.179,774,409 / 376.870,553

Quanto ao acesso ao local, partindo de Curitiba, a principal via de acesso à área do futuro empreendimento é a Rodovia Federal BR–277. Esta rodovia apresenta-se com pavimentação asfáltica, com pista simples de mão dupla, com trechos de terceira pista em áreas previstas para ultrapassagem, sendo a mesma pedagiada.

Da BR–277, esta via apresenta duas alternativas mais comumente utilizadas para se chegar até a área pretendida para o empreendimento. Uma tem seu início junto à rodoviária de Virmond (percurso de 18 km até a margem do rio Cavernoso) e a outra a cerca de quatro quilômetros do trevo de Virmond no sentido para Foz do Iguaçu, entre Virmond e Laranjeiras do Sul (percurso de 22 km até a margem do rio Cavernoso).

A estrada é vicinal de responsabilidade municipal, sem pavimentação asfáltica, com vários trechos cobertos com cascalho, com largura média da pista de cinco metros, encaixadas em terreno bastante irregular, caracterizado por diversos aclives e declives.

O tráfego da estrada basicamente é formado pelo uso dos próprios moradores da região rural e marcado pelo translado de máquinas e equipamentos agrícolas e por caminhões para escoamento da safra. Para chegar ao local do futuro empreendimento, seguir as placas para a já existente PCH Cavernoso, pois o futuro barramento estará localizado 500 a montante da barragem hoje existente.

De Curitiba até a margem do rio Cavernoso, local onde está planejado a PCH Cavernoso II, percorre-se um total de aproximadamente 350 quilômetros.

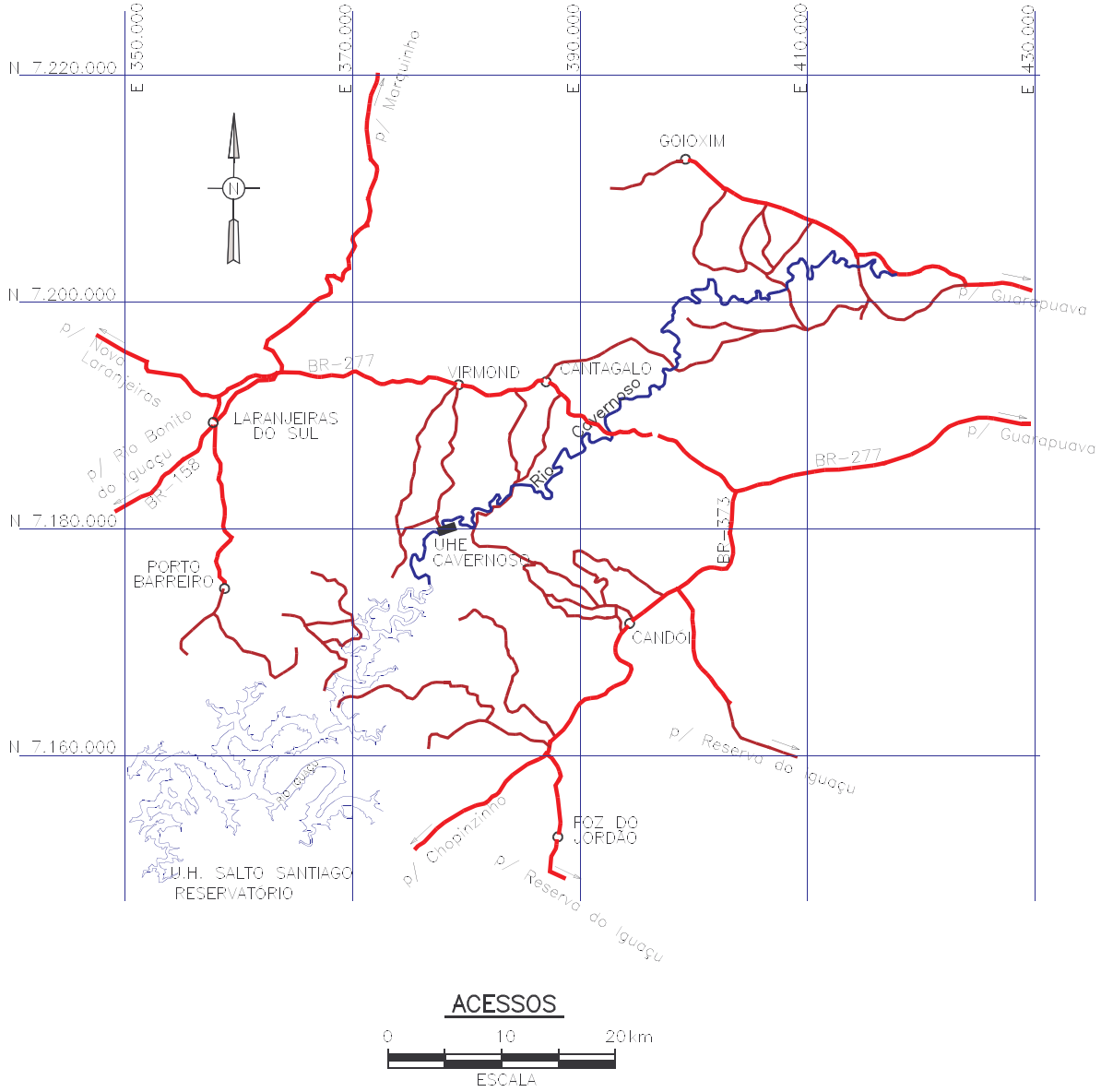


Figura 12 – A partir de Curitiba, seguindo pela BR-277, o acesso à futura PCH Cavernoso II se dá no município de Virmond, de onde deve-se seguir por estrada vicinal por mais 18 ou 22 quilômetros, dependendo da alternativa utilizada. O local pretendido está localizado a 500 metros a montante da PCH Cavernoso localizada no mapa.

9. DEFINIÇÕES E LIMITES DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

9.1 Conceitos Básicos

Os conceitos básicos de área de influência consideram a abrangência espacial das repercussões ou efeitos das ações necessárias para a implantação e operação do empreendimento, que causarão modificações em aspectos físicos, bióticos e antrópicos que caracterizam seu ambiente de referência.

Enquanto algumas modificações (impactos ambientais) ocorrem em espaços limitados ou reduzidos, outras poderão se manifestar em espaços amplos, o que estabelece os requisitos para se distinguir diferentes áreas de influência do empreendimento.

Outra definição considera que "*Áreas de Influência*" são os espaços geográficos onde os impactos diretos e indiretos do empreendimento, em suas fases de implantação e operação, atingem nível relevante. A delimitação deste espaço é item fundamental nos estudos de impacto ambiental, uma vez que somente a partir de seu reconhecimento é possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como a intensidade dos impactos a serem provocados pelo empreendimento.

Para a delimitação destas áreas, é necessário dispor de um razoável número de informações, de forma a garantir a consistência do resultado final. Estas informações deverão versar sobre diversos aspectos, destacando-se, os seguintes:

i) Características do Projeto: dados sobre a área do reservatório, canteiro de obras, áreas de empréstimo e de bota-fora, acessos, acomodação da mão-de-obra, etc.;
ii) Avaliação das características da bacia hidrográfica;
iii) Possíveis interferências no trecho do rio à jusante do empreendimento;
iv) Existência de comunidades no entorno dos barramentos e dos reservatórios, inclusive nas vias de comunicação;
v) Legislação ambiental pertinente, principalmente no que se refere à delimitação da faixa de preservação permanente ao longo do reservatório.

De posse destas informações, foram delimitadas duas áreas: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), que podem ser visualizados nas figuras 13 e 14 e nos anexos A e B – Mapa da Área de Influência Direta e Indireta.

9.2 Área de Influência Direta (AID)

A AID corresponde à região de implantação empreendimento, e seu entorno imediato, onde a abrangência dos impactos incide diretamente sobre os recursos naturais e antrópicos locais. Pelos estudos realizados e magnitude do empreendimento, considera-se que as alterações ambientais nos meios físicos e biótico restringe-se à Área de Influência Direta.

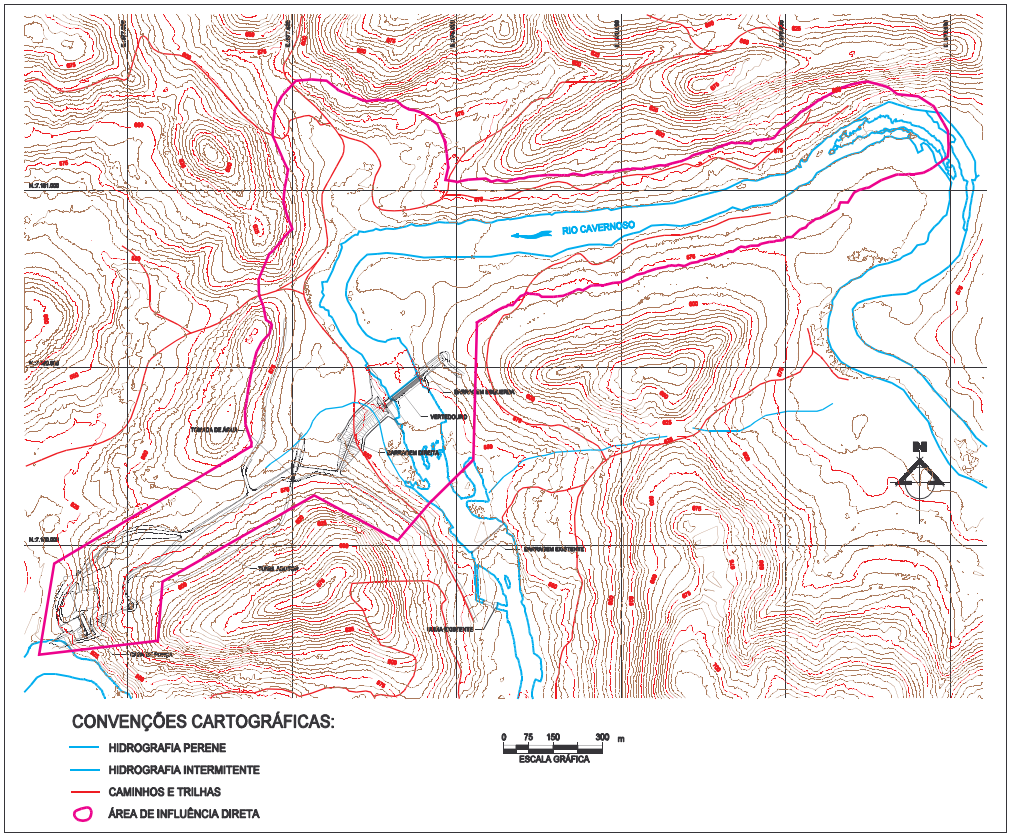


Figura 13 – Delimitação da Área de Influência Direta (AID).

Abrange, em geral, conforme figura 13, a área de intervenção direta, necessária à implantação do empreendimento e de seus componentes, tais como barramentos, casa de força, reservatório, acessos, canteiros, alojamentos, bota-fora, áreas de empréstimo e área de preservação permanente de 100 metros de largura no entorno do futuro reservatório.

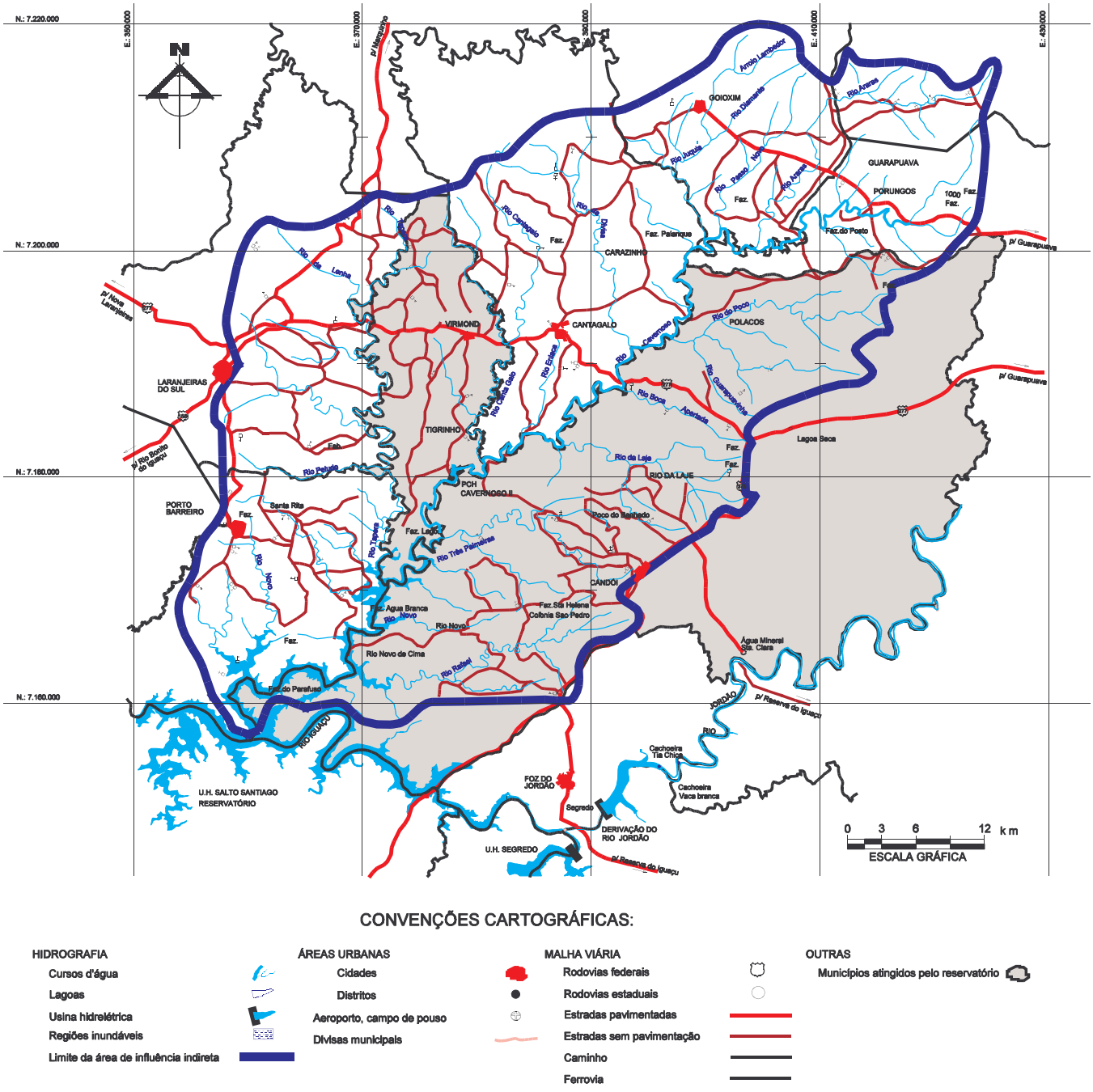
9.3 Área de Influência Indireta (AII)

A AII, por sua vez, corresponde à região onde os impactos são sentidos de forma indireta, mais especificamento no meio socioeconômico, sendo definida através da análise de dois aspectos:

i) O conjunto de aglomerações urbanas, considerando a área territorial dos municípios e;

ii) Através da adoção da Bacia Hidrográfica, como unidade territorial básica de análise, seguindo as diretrizes de avaliação já universalmente empregadas como o cenário potencial de processos naturais ou socioeconômicos e que, de alguma forma, podem interferir ou sofrer interferências do aproveitamento.

Considerou-se então, como área de influência indireta, a Bacia do Rio Cavernoso, mais especificamente o trecho que engloba os municípios de Virmond e parte de Candói, conforme pode ser visualizado na figura 14.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

HIDROGRAFIA
- Cursos d'água
- Lagoas
- Usina hidrelétrica
- Regiões inundáveis
- Limite da área de influência indireta

ÁREAS URBANAS
- Cidades
- Distritos
- Aeroporto, campo de pouso
- Divisas municipais

MALHA VIÁRIA
- Rodovias federais
- Rodovias estaduais
- Estradas pavimentadas
- Estradas sem pavimentação
- Caminho
- Ferrovia

OUTRAS
- Municípios atingidos pelo reservatório

Figura 14 – Delimitação da Área de Influência Indireta (AII), composta pelos municípios que compõe a bacia do rio Cavernoso, mais especificamente os municípios de Virmond e parte de Candói.

10. MEIO FÍSICO

10.1 Clima e Hidrologia

Os estudos climáticos são de excepcional importância, quando da realização de estudos de cunho ambiental ou para atividades de planejamento humano, pois sua dinâmica influencia os processos em outros setores ambientais, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera, afinal todo o sistema físico-ambiental funciona em termos de calor e umidade.

As próprias atividades humanas apresentam características relacionadas com os eventos climáticos. Tais atividades incluem a agricultura, o comércio, a indústria, assim como o transporte e a comunicação.

Contudo, os quatro domínios globais, atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera, não se superpõem uns aos outros, mas continuamente permutam matéria e energia entre si.

AYOADE (2002) destaca a importância do clima como componente do ambiente natural, e este afeta diretamente nos processos geomorfológicos, de formação dos solos, crescimento e desenvolvimento das plantas e organismos, inclusive o homem. As principais bases para a humanidade, principalmente ar, água, alimento e abrigo estão na dependência do clima. Bem como o vigor físico e mental do homem é influenciado pela temperatura, umidade e vento.

Este item tem por objetivo apresentar os estudos desenvolvidos para a caracterização da bacia hidrográfica em termos de condições climáticas, meteorológicas e hidrológicas, assim como as características do reservatório resultantes dos estudos.

Esta análise está fundamentada nos seguintes trabalhos:

- Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Cavernoso, de janeiro de 2005;
- Projeto Básico PCH Cavernoso II, de dezembro de 2005;
- Dados fluviométricos e pluviométricos, obtidos junto a SUDERHSA;
- Dados climatológicos obtidos junto ao Instituto Tecnológico SIMEPAR.

10.1.1 Clima e Condições Meteorológicas

A área do futuro empreendimento está localizada no Terceiro Planalto

Paranaense ou Planalto de Guarapuava, na divisa dos municípios de Virmond e Candói, na coordenada geográfica latitude 25° 29' 17" Sul e longitude 52° 12' 56" Oeste, a uma altitude de 560 metros.

Para a análise hidroclimática foram obtidos os registros do posto meteorológico Laranjeiras do Sul, operado pelo IAPAR (código ANEEL: 02552009), instalado em junho/1972, na latitude 25º 25' Sul e longitude 52º 25' Oeste, na altitude 880 m. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar correspondem ao período entre os anos de 1974 a 2007; os dados de vento e insolação corresponde ao período entre 1973 e 1996. Os valores médios mensais dos dados meteorológicos encontram-se apresentados na Tabela 10.

TABELA 10 - DADOS METEOROLÓGICOS COLETADOS NA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE LARANJEIRAS DO SUL – PR (02552009).

Mês	Temperatura Média (°C)			Umidade Relativa do Ar	Vento	Insolação
	Mínima	Média	Máxima	%	m/s	h/dia
Janeiro	18,0	22,5	28,2	75	2,4 E	6,7
Fevereiro	17,8	22,0	27,9	77	2,4 NE	6,6
Março	16,9	21,4	27,5	76	2,3 E	6,8
Abril	14,6	19,0	25,1	76	2,3 E	6,7
Maio	11,6	15,9	21,7	76	2,4 E	6,3
Junho	10,7	14,8	20,6	75	2,6 E	6,0
Julho	10,3	14,7	20,9	71	2,9 E	6,6
Agosto	11,5	16,5	23,1	66	2,9 E	6,6
Setembro	12,5	17,4	23,7	68	2,9 E	6,0
Outubro	14,5	19,5	25,6	71	2,9 E	6,5
Novembro	15,7	20,8	26,8	69	2,8 E	7,1
Dezembro	17,2	21,9	27,7	72	2,8 E	6,7
Anual	**14,3**	**18,9**	**24,9**	**73**	**2,6 E**	**6,6**

Nesta análise, utilizou-se a classificação de Wladimir Köppen por ser a mais difundida. Segundo este método, os climas da Terra estão divididos em cinco grandes grupos em relação às características gerais do clima, que correspondem a cinco das mais importantes paisagens vegetais do globo; os cinco tipos climáticos são designados por letras maiúsculas de A até E.

A segunda letra (minúscula), representa a distribuição das chuvas, e a terceira minúscula, representa a época das chuvas.

Para o enquadramento dos diferentes climas da Terra em uma determinada

região, na classificação de Köppen, são analisados dados referentes à precipitação e à temperatura da área estudada (médias mensais de um período superior a 30 anos).

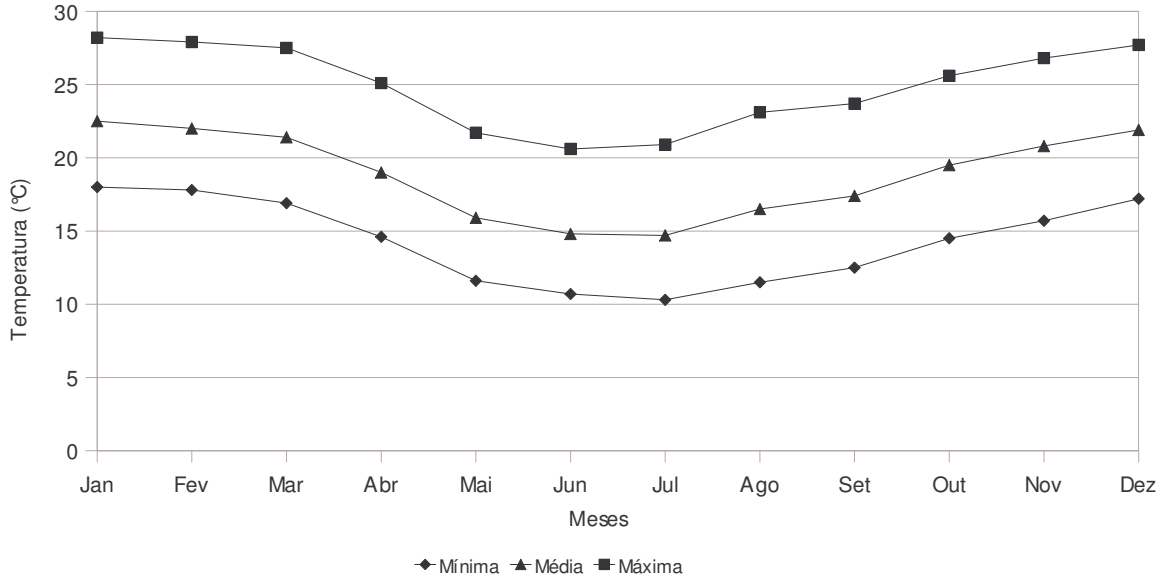
O clima da região do empreendimento, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa – Clima subtropical mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, não apresentando estação seca definida. Contudo, deve-se destacar que a região está muito próxima ao limite com o tipo climático Cfb – Clima temperado propriamente dito, mesotérmico, com verões frescos, e sem estação seca definida, que ocorre principalmente no primeiro e segundo planaltos.

A letra “C”, segundo esta classificação, indica um clima mesotérmico ou temperado chuvoso e quente. A segunda letra o “f”, significa que as chuvas são bem distribuídas durante o ano, com todos os meses com uma média superior a 60 mm, e a terceira letra que indica a temperatura “a” indica verões quentes.

A região apresenta um clima com temperatura média de 18,9ºC, média das máximas de 24,9ºC e média das mínimas de 14,3ºC. Os meses mais quentes vão de novembro a março, com temperaturas médias mensais médias variando entre 20,8 e 22,5°C, conforme pode ser observado no Gráfico 01.

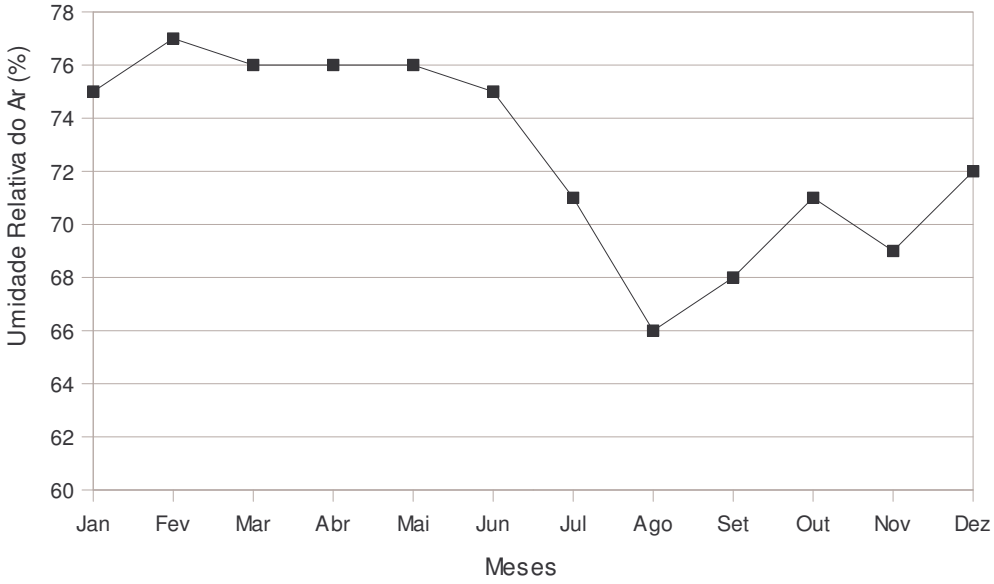
A umidade relativa do ar média anual foi de 73%, oscilando entre 66% em agosto a 77% em fevereiro. De uma maneira geral a umidade é mais baixa nos meses de julho a dezembro, quando as velocidades médias do vento são maiores, e vice-versa (Gráfico 02).

GRÁFICO 01: TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS MENSAIS.



A intensidade média anual dos ventos é de 2,6 m/s e a direção predominante é leste. A insolação média anual é de 6,6 h/dia. Segundo o IAPAR (1994), a região está entre as isolinhas de 2.200 a 2.400 horas de total anual de brilho solar.

GRÁFICO 02: UMIDADE RELATIVA DO AR EM (%).



10.1.2 Precipitação

A importância de se conhecer a precipitação deve-se ao fato que a mesma influencia na determinação do tipo de vegetação que naturalmente ocorre na região, como também no manejo e gestão agrícola.

A região do empreendimento possui chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Na Usina Cavernoso, localizada 500 m a jusante do futuro empreendimento, há um posto pluviométrico e fluviométrico operado pela COPEL (código ANEEL: 02552005), instalado em janeiro/1952, na latitude 25º 29' Sul e longitude 52º 13' Oeste, na altitude 560 m. Os registros históricos de outras estações localizadas na bacia do rio Cavernoso e entorno foram utilizados nos estudos de inventário hidrelétrico e no projeto básico da PCH Cavernoso II, para consistência e complementação dos estudos climatológicos e hidrológicos.

A distribuição anual da precipitação (mínima, média e máxima mensal) nas estações de Usina Cavernoso e Laranjeiras do Sul, consideradas como representativas da bacia do rio Cavernoso e para a PCH Cavernoso II, é apresentada na Tabela 11. O Gráfico 03 mostra as precipitações mínimas, médias e máximas mensais dessas estações.

Analisando a Tabela 11 e o Gráfico 03 observa-se que os mínimos totais mensais nas duas estações ocorrem geralmente no período de abril a agosto, observando-se meses com precipitações quase nulas; contudo, os totais mensais médios variam bastante ao longo do ano, sem apresentar uma sazonalidade bem definida, o que também ocorre com os totais máximos, resultando em marcada irregularidade hidrológica.

TABELA 11 – PRECIPITAÇÕES MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS MENSAIS (MM/MÊS) E MÉDIAS ANUAIS (MM/ANO) DAS ESTAÇÕES USINA CAVERNOSO (PERÍODO DE 1952 A 2003) E LARANJEIRAS DO SUL (PERÍODO DE 1973 A 2003).

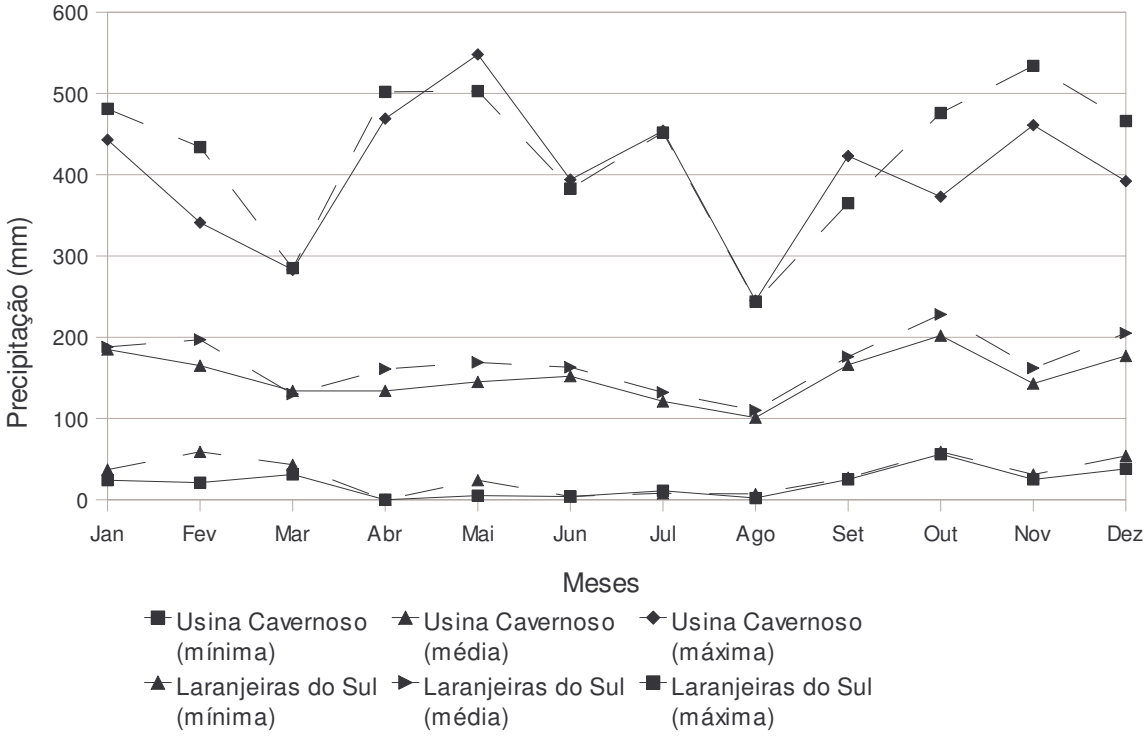
Meses	Usina Cavernoso			Laranjeiras do Sul		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	24	185	443	37	188	481
Fevereiro	21	165	341	59	197	434
Março	31	134	283	43	130	285
Abril	0	134	469	0	161	502
Maio	5	145	548	24	169	503
Junho	4	152	394	4	163	383
Julho	11	121	454	8	132	452
Agosto	2	101	245	7	110	244
Setembro	25	166	423	27	176	365
Outubro	56	202	373	59	228	476
Novembro	25	143	461	31	162	534
Dezembro	38	177	392	54	205	466
Total Anual	1249	1834	2772	1334	2026	2986

Dos totais apurados, o ano mais úmido foi 1983, com precipitação total anual de 2.986 mm medidos no posto meteorológico Laranjeiras do Sul e 2.772 mm medidos no posto pluviométrico Usina Cavernoso.

O ano mais seco registrado no posto Laranjeiras do Sul foi 1968, com precipitação total de 1.334 mm. Já no posto Usina Cavernoso, que possui observações apenas a partir de 1973, o ano mais seco foi 1974, com 1.249 mm.

Em média, na estação Usina Cavernoso, o número de dias de chuva é menor nos meses de abril a agosto, porém em termos de número máximo de dias de chuva já não se observa esta tendência.

GRÁFICO 03: PRECIPITAÇÕES MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS DAS ESTAÇÕES USINA CAVERNOSO E LARANJEIRA DO SUL.



10.1.3 Evaporação e Evapotranspiração

A avaliação quantitativa da evaporação e da evapotranspiração pode ser feita através de medidas diretas, modelos climatológicos ou com auxílio de fórmulas empíricas e semi-empíricas. Médias anuais de longo período podem ainda ser obtidas a partir do balanço hídrico simplificado ao se desprezar a variação da água armazenada no solo.

As medidas diretas de evaporação provenientes do Tanque Classe A e do Evaporímetro Piché suscitam algumas restrições em serem usadas na avaliação da evaporação de reservatórios. Por isso, tem-se preferido calcular a evaporação e a evapotranspiração através de modelos climatológicos.

Neste estudo, a evaporação real foi calculada utilizando métodos de transferência de massa, e a evapotranspiração real utilizando a equação de Thornthwait a partir dos dados meteorológicos da estação de Laranjeiras do Sul.

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios mensais da evaporação e da evapotranspiração real na região e da evaporação líquida, sendo esta calculada para o

futuro reservatório da PCH Cavernoso II pela diferença ponderada entre as duas primeiras, considerando a área do reservatório 0,43 km².

TABELA 12 – EVAPORAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E EVAPORAÇÃO LÍQUIDA

Mês	Evaporação (mm)	Evapotranspiração (mm)	Evaporação Líquida (mm)
Janeiro	133	56	25
Fevereiro	107	48	29
Março	119	52	21
Abril	100	39	23
Maio	85	27	36
Junho	79	21	42
Julho	95	24	37
Agosto	124	30	27
Setembro	120	29	36
Outubro	128	41	50
Novembro	144	49	34
Dezembro	144	53	27
TOTAL	1378	469	387

10.1.4 Escoamento Superficial

Para a realização deste estudo utilizou-se os dados do posto fluviométrico Usina Cavernoso, localizado no rio Cavernoso, afluente do Rio Iguaçu, pela sua margem direita. Este posto localiza-se em uma região caracterizada pela formação de basalto, fator que interfere no escoamento do rio, devido à esta formação não ser caracterizada pela absorção da água, por não ser muito porosa. A Tabela 13 apresenta as seguintes informações sobre esta estação: código (DNAEE), município, rio, bacia, área de drenagem (km²), latitude, longitude, altitude (m), tipo, entidade e data de instalação. Os dados foram obtidos junto à SUDERHSA.

TABELA 13 – CARACTERÍSTICAS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA UTILIZADA NO ESTUDO.

Estação:	**Usina Cavernoso**
Código DNAEE:	65855000
Município:	VIRMOND
Rio:	CAVERNOSO
Bacia:	Iguaçu
Área de drenagem:	1500 km^2
Latitude:	25° 29' 02" S
Longitude:	52° 12' 00" W
Altitude:	850 m
Tipo *(*)*:	FD
Entidade:	COPEL
Data instalação:	03/04/1951

(*) tipo de estação: F: leitura de régua; R: tem registrador; T: é telemétrica; D: tem medições de descarga líquida; S: tem medições de descarga sólida; Q: tem análise de qualidade de água.

Foi realizada uma análise de consistência para a estação fluviométrica em estudo, que consistiu em: (1) revisão da curva de descarga; (2) preenchimento de falhas; (3) análise dos eventos de vazões máximas.

Verificou-se que a curva de descarga apresenta-se satisfatória e compatível com os níveis e vazões do rio, conforme apresentado no projeto básico.

a) VAZÕES MÉDIAS

A série histórica de vazões médias mensais na estação Usina Cavernoso apresenta-se com duas falhas que foram preenchidas através da correlação com a estação Santa Clara. A primeira falha refere-se ao trecho anterior à instalação da estação, neste caso a partir de janeiro de 1931 até dezembro de 1951, e a segunda falha refere-se ao trecho entre março de 1961 e abril de 1964.

No estudo dessa correlação desconsiderou-se a variação meteorológica entre as duas localidades, tendo em vista a proximidade entre as localidades e ao fato que para uma análise de registros mensais a diferença dessa variação, entre as duas estações, é insignificante.

A correção da séria histórica na Usina Cavernoso foi ajustada considerando-se

a média da correlação para cada mês em estudo, para que a sazonalidade da bacia fosse respeitada. Com isso pode-se obter uma fórmula entre as vazões que foi usada para esta correção através da correlação, que está indicada na seguinte expressão:

$$Q_{cav} = Q_{scl} / k$$

Sendo:

Q_{cav} =vazão média mensal na estação Usina Cavernoso, em m^3/s;
Q_{scl} =vazão média mensal na estação Santa Clara, em m^3/s e
k =correlação entre as duas estações.

Através dos resultados obtidos nesta correlação pôde-se preencher as falhas existentes e determinou-se a série histórica utilizada neste estudo.

Esta série histórica possui dados de vazões médias mensais desde 1931 até 2002, representando uma série satisfatória para os estudos que são apresentados neste relatório. A Tabela 14 apresenta a série histórica de vazões médias mensais final para a estação Usina Cavernoso, que corresponde à mesma área de drenagem PCH Cavernoso II.

TABELA 14 – SÉRIE HISTÓRICA DE VAZÕES MENSAIS DA ESTAÇÃO USINA CAVERNOSO – PCH CAVERNOSO II – AD = 1500 KM².

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	33,7	16,6	13,3	10,4	89,9	95,4	54,2	21,9	48,8	41,0	21,4	24,2
1932	23,1	32,1	41,9	91,2	55,3	72,9	39,5	28,9	48,3	92,4	27,2	31,0
1933	12,4	13,2	13,0	8,4	10,7	7,1	8,1	5,1	10,8	25,0	18,1	9,2
1934	11,9	24,3	18,6	27,8	23,0	14,4	11,4	10,1	12,6	29,0	12,0	24,4
1935	11,8	8,9	16,6	13,1	9,1	33,0	34,8	63,0	75,5	206,9	48,0	29,9
1936	52,4	17,5	10,2	8,4	18,0	171,4	32,3	60,6	50,1	43,6	31,3	19,2
1937	24,3	17,8	25,5	25,5	20,2	17,4	12,0	15,9	17,0	56,7	73,2	28,3
1938	21,8	48,4	15,6	19,2	57,1	107,5	127,5	29,7	24,0	23,1	20,6	13,1
1939	14,0	17,4	27,5	20,5	34,3	27,3	35,8	14,6	26,8	21,3	71,0	96,6
1940	32,4	21,2	11,9	30,4	31,1	20,3	14,6	12,9	13,8	12,9	15,6	18,0
1941	25,5	51,9	22,0	18,2	27,5	36,8	24,1	60,4	31,3	36,0	39,8	36,6
1942	19,8	40,2	28,2	39,9	31,8	43,7	43,9	31,9	23,5	27,5	13,2	9,2
1943	9,4	15,1	11,0	7,8	7,1	33,8	23,5	38,7	32,0	41,1	27,3	13,2
1944	20,1	12,0	27,9	13,7	6,8	6,2	5,5	4,2	10,7	8,3	23,6	19,9
1945	5,9	10,9	16,7	8,3	6,3	11,3	43,0	13,8	11,8	20,4	15,8	14,9
1946	26,7	90,7	61,7	28,7	24,4	38,7	71,5	28,0	26,9	59,2	37,9	40,3
1947	27,5	38,9	28,6	18,6	14,4	41,1	29,3	42,8	81,2	77,8	28,3	29,6
1948	21,5	29,5	24,1	20,7	30,4	26,7	18,1	50,1	22,6	33,4	41,5	11,6
1949	10,7	6,2	10,6	27,5	23,6	32,6	13,8	12,4	10,4	15,3	10,5	8,8
1950	26,8	30,9	38,7	16,6	21,1	17,0	22,1	11,8	17,5	68,4	34,3	17,3
1951	26,9	37,1	40,3	13,7	10,0	12,4	12,8	8,6	6,6	56,2	60,7	36,1
1952	13,4	9,9	4,9	8,8	3,5	24,8	13,3	8,2	41,6	79,6	79,5	24,4
1953	14,0	16,7	12,6	35,0	27,1	25,7	13,7	8,4	40,6	54,5	68,3	31,3
1954	58,8	26,8	20,5	12,8	113,9	87,0	41,7	18,7	28,7	57,3	34,7	20,3
1955	15,4	8,1	10,5	16,8	51,0	139,4	103,0	52,0	40,1	13,6	10,5	6,5
1956	8,7	8,9	12,4	62,8	65,4	52,4	45,8	82,8	33,2	17,8	7,9	5,3
1957	8,4	12,3	7,8	7,7	7,8	39,5	90,6	106,5	206,4	54,3	37,0	22,5
1958	11,8	7,9	7,3	6,1	4,9	9,9	9,8	15,2	56,2	28,5	25,4	20,2
1959	15,7	48,3	15,7	18,7	24,6	31,4	19,3	17,6	19,0	21,2	14,9	10,3
1960	11,4	26,1	13,0	20,9	19,2	30,7	20,4	52,5	76,1	60,5	63,3	22,8
1961	13,8	15,2	57,7	39,1	38,4	42,1	20,2	11,0	33,2	38,6	75,2	37,1
1962	16,3	31,5	32,8	15,5	13,1	15,4	12,2	8,9	21,4	78,0	32,0	28,1
1963	15,8	29,8	34,9	25,7	10,9	9,7	6,1	5,4	7,2	57,6	81,3	47,0
1964	16,1	13,9	18,4	42,2	38,9	54,9	44,8	67,2	58,6	46,7	20,2	40,1
1965	26,2	57,8	40,8	28,2	103,9	36,0	63,7	47,4	31,4	87,2	54,8	44,7
1966	43,5	68,8	37,0	18,4	15,7	23,1	24,3	14,1	29,5	73,1	41,3	30,8
1967	26,7	26,5	29,0	14,4	13,4	32,5	35,5	29,2	34,6	19,2	22,0	35,3
1968	26,5	15,3	11,8	17,2	20,2	19,0	18,7	18,8	17,9	37,8	31,6	20,6
1969	44,3	22,3	17,5	29,5	34,5	66,0	50,6	35,1	36,1	55,0	57,9	43,6
1970	30,9	21,2	23,2	21,4	20,8	51,3	74,3	31,7	36,5	54,4	32,5	50,7
1971	99,9	34,6	25,1	32,3	76,7	69,6	79,8	30,5	42,0	48,1	30,8	35,1
1972	47,0	35,4	34,3	47,7	22,5	48,9	57,8	96,3	97,3	85,1	34,1	40,9
1973	77,2	59,0	28,3	16,1	31,8	47,5	51,9	47,4	68,3	79,9	42,4	18,9
1974	33,9	24,4	33,6	14,8	10,5	31,8	26,7	23,0	35,1	21,1	25,5	34,1
1975	29,5	56,4	26,8	15,3	10,6	23,9	15,7	19,4	37,6	98,3	53,6	57,1

TABELA 14 (continuação) – SÉRIE HISTÓRICA DE VAZÕES MENSAIS DA ESTAÇÃO USINA CAVERNOSO – PCH CAVERNOSO II – AD = 1500 KM² .

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1976	37,1	24,0	14,5	26,1	24,4	62,5	23,7	38,3	47,9	37,5	58,3	38,4
1977	40,0	21,2	18,5	15,6	8,5	26,4	19,1	15,9	16,8	31,7	30,5	28,3
1978	12,4	6,2	5,6	3,2	5,0	5,3	52,1	35,5	28,0	13,7	15,0	15,2
1979	9,1	12,0	9,8	8,6	73,3	22,7	13,8	33,9	51,2	84,2	83,7	49,1
1980	56,9	36,6	35,6	12,3	31,2	27,1	48,7	36,1	84,0	55,0	27,9	51,8
1981	47,8	36,3	20,2	21,0	21,5	26,4	19,1	11,5	7,9	41,7	32,6	107,5
1982	39,1	14,9	12,2	5,7	5,4	72,7	145,5	38,3	16,0	84,9	181,7	81,5
1983	50,3	40,0	73,4	71,5	179,5	148,0	201,8	49,6	93,7	95,0	60,8	26,9
1984	21,3	26,8	17,7	28,1	28,0	63,3	26,2	61,4	44,1	32,7	65,4	63,0
1985	21,6	33,3	26,7	56,4	30,6	22,4	30,2	13,8	13,7	8,2	6,8	3,6
1986	9,2	34,2	25,3	25,7	76,0	45,3	13,8	22,3	30,3	22,5	14,9	39,1
1987	20,8	50,2	18,3	22,1	223,6	70,6	42,7	23,9	12,9	26,9	39,5	29,9
1988	16,8	19,1	21,9	19,9	95,3	63,0	28,4	11,8	6,1	7,1	4,9	4,9
1989	26,3	63,3	26,9	22,7	60,3	16,6	30,9	57,3	105,1	62,4	30,3	15,0
1990	54,5	25,9	13,4	33,3	38,1	70,4	72,7	79,3	82,6	97,9	40,1	19,81
1991	8,4	7,7	4,7	18,1	12,3	55,4	35,5	18,7	9,0	41,7	37,6	62,4
1992	28,0	17,7	16,6	30,6	163,8	120,9	66,3	76,6	79,4	77,6	57,6	31,2
1993	29,1	44,0	34,2	21,1	91,4	46,6	48,5	31,3	49,9	125,9	25,5	57,6
1994	16,2	33,0	16,9	22,0	30,7	83,4	67,1	29,1	12,4	32,4	42,7	41,4
1995	148,3	43,9	27,7	28,2	15,3	21,9	75,7	18,1	28,0	60,9	26,9	14,2
1996	33,2	73,2	57,6	44,8	13,3	13,4	21,4	11,0	19,5	124,3	53,2	61,3
1997	54,0	85,1	42,6	14,0	13,6	80,5	50,3	43,7	39,3	124,5	79,8	36,9
1998	23,2	40,8	51,0	216,3	81,8	27,7	28,7	52,8	132,2	134,2	33,9	14,8
1999	20,8	47,5	25,3	37,0	28,5	66,2	75,4	15,3	20,6	8,9	5,0	8,0
2000	18,5	38,3	23,1	9,0	20,1	26,5	42,2	22,6	126,2	82,6	37,2	21,5
2001	43,6	144,8	50,5	31,1	33,1	48,0	43,8	27,7	24,6	86,6	29,8	30,0
2002	67,8	58,9	16,5	6,3	65,2	27,6	12,4	14,5	38,5	53,9	65,0	56,9
Máx.	148,3	144,8	73,4	216,3	223,6	171,4	201,8	106,5	206,4	206,9	181,7	107,5
Mín.	5,9	6,2	4,7	3,2	3,5	5,3	5,5	4,2	6,1	7,1	4,9	3,6
Média	29,4	32,5	24,5	26,2	38,9	45,0	41,0	32,0	41,0	54,4	39,4	31,5
Q_{MLT}	**36,3 m³/s**											

b) VAZÕES MÁXIMAS

Para a obtenção das vazões máximas de projeto na estação fluviométrica Usina Cavernoso foi escolhida a distribuição de Gumbel como a mais apropriada para o local. Esta estimativa considera as vazões médias mensais máximas de cada ano, que são aplicadas ao método de Gumbel para se obter as vazões máximas de projeto.

Para realizar este estudo não houve a necessidade de ter-se uma série histórica muito longa. Por este motivo adotou-se somente os dados reais da estação,

desconsiderando-se aqueles que foram estimados através da correlação com Santa Clara (série anterior ao ano de 1952 e o período entre 1960 e 1963). Com isso obtém-se uma série histórica de 51 anos que, através da não utilização dos dados entre 1960 e 1963, resulta em 47 anos de dados, estatisticamente suficiente para este cálculo.

Após a determinação das vazões médias máximas de projeto, utilizou-se o método de Fuller (1914) para a determinação das vazões máximas de projeto. Este método é aplicável ao caso, pois sua única variável é a área de drenagem da bacia que já é conhecida. A expressão utilizada é a seguinte:

$$Q_{máx} = Q_{méd} \cdot (1+2,66.A^{-0,3})$$

Sendo:

$Q_{máx}$ = vazão máxima; em m³/s;
$Q_{méd}$ = vazão média mensal; em m³/s; e
A = a área de drenagem em km².

Na Tabela 15 são apresentados os registros das vazões médias diárias máximas anuais.

TABELA 15 – VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS

Ano	Vazão	Ano	Vazão	Ano	Vazão	Ano	Vazão	Ano	Vazão
1952	303,9	1966	235,5	1976	266,0	1986	456,4	1996	457,6
1953	190,3	1967	128,3	1977	126,6	1987	803,8	1997	445,0
1954	358,5	1968	91,3	1978	217,1	1988	485,0	1998	864,0
1955	532,5	1969	160,9	1979	404,2	1989	250,1	1999	280,6
1956	454,1	1970	224,4	1980	351,1	1990	268,4	2000	444,3
1957	511,3	1971	329,1	1981	242,8	1991	244,0	2001	288,7
1958	156,0	1972	427,1	1982	647,5	1992	1.260,0	2002	365,9
1959	163,8	1973	296,1	1983	716,7	1993	689,6		
1964	187,8	1974	382,0	1984	401,3	1994	428,2		
1965	379,0	1975	320,5	1985	179,5	1995	542,0		

Na Tabela 16 são apresentados os valores das vazões médias diárias máximas e as vazões máximas de projeto, para seus respectivos tempos de recorrência.

TABELA 16 – VAZÕES MÁXIMAS DE PROJETO.

TR (anos)	$Q_{média}$ (m^3/s)	$Q_{máxima}$ (m^3/s)
2	323	419
5	509	660
10	650	842
25	835	1083
50	976	1.265
100	1.117	1.448
500	1.443	1.871
1000	1.584	2.053

Através da análise da Tabela 16 pode-se obter os dados da vazão necessários para o dimensionamento da obra hidrelétrica. Verifica-se que o rio, apesar de não possuir uma área de drenagem de grandes dimensões, apresenta uma vazão máxima milenar alta (2.053 m^3/s). Isto ocorre pelo fato de o rio apresentar aspectos favoráveis a formação de cheias rápidas e de grande volume, proporcionalmente à área de drenagem da bacia.

c) VAZÕES MÍNIMAS

A vazão de estiagem Q10,7 (7 dias de duração e 10 anos de recorrência) na estação fluviométrica Usina Cavernoso foi estimada por dois métodos. O primeiro é a distribuição de Gumbel, semelhante ao realizado para a vazão máxima, e o segundo é a distribuição normal.

Para realizar este estudo, para cada ano verificou-se quais os sete dias consecutivos que obtivessem, em sua média, o menor valor. Esta média é determinada como a vazão mínima para aquele ano. Posteriormente, foi realizada o levantamento da vazão de estiagem para todo o período, reunindo a vazão mínima de todos os anos. Através deste levantamento e aplicando-se os dois modelos referidos anteriormente pôde-se obter a vazão de estiagem Q10,7.

Na Tabela 17 são referidas as vazões mínimas de cada ano e na Tabela 18 são indicados os valores da vazão de estiagem resultante.

TABELA 17 – VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS NA ESTAÇÃO USINA CAVERNOSO EM m³/s.

Ano	$Q_{10,7}$	Ano	$Q_{10,7}$	Ano	$Q_{10,7}$	Ano	$Q_{10,7}$	Ano	$Q_{10,7}$
1952	2,9	1966	12,2	1976	8,6	1986	3,2	1996	7,2
1953	6,5	1967	12,8	1977	5,2	1987	11,3	1997	6,1
1954	6,4	1968	11,1	1978	2,9	1988	2,9	1998	12,0
1955	4,7	1969	14,4	1979	4,3	1989	8,9	1999	2,9
1956	3,9	1970	18,3	1980	7,7	1990	11,4	2000	6,4
1957	4,7	1971	18,7	1981	5,4	1991	3,6	2001	17,0
1958	4,3	1972	20,8	1982	3,8	1992	10,9	2002	4,6
1959	7,6	1973	13,1	1983	16,8	1993	13,5		
1964	17,2	1974	7,0	1984	8,5	1994	9,2		
1965	13,7	1975	7,9	1985	3,6	1995	6,7		

TABELA 18 – VAZÕES MÍNIMAS $Q_{10,7}$ EM m³/s.

	Gumbel	Normal
$Q_{10,7}$	3,4	2,5
50% $Q_{10,7}$	1,7	1,2

d) CURVA DE PERMANÊNCIA

A curva de permanência da estação fluviométrica Usina Cavernoso foi determinada a partir da série dados de vazão média mensal histórica. Para realizar esta determinação, completou-se as falhas da série histórica, conforme relatado anteriormente, e verificou-se as probabilidades de permanência de cada vazão mensal.

A curva de permanência é apresentada no Gráfico 04 e Tabela 19. A análise da curva de permanência indica que, na maior parte do tempo, o rio Cavernoso apresenta-se com vazões baixas, inferiores a 50 m³/s (78% do tempo).

GRÁFICO 04 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS.

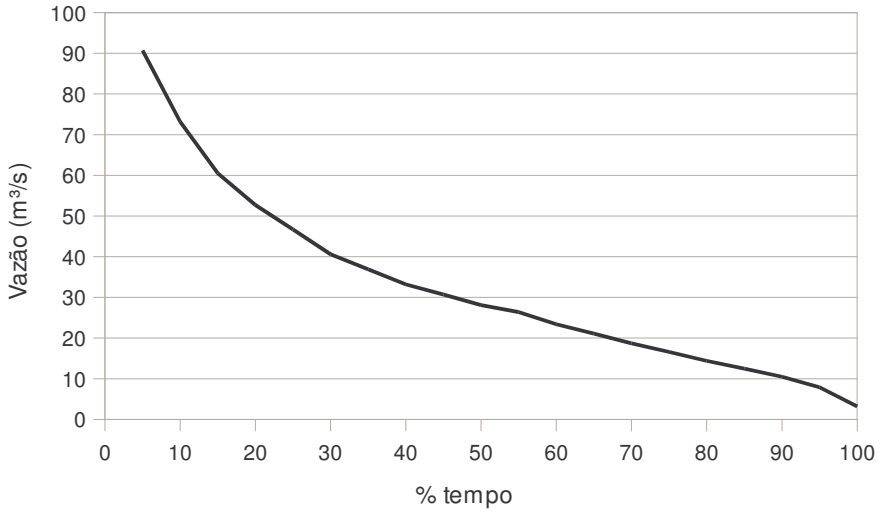


TABELA 19 – FREQUÊNCIA DE PERMANÊNCIA DAS VAZÕES MÉDIAS MENSAIS.

Permanência (%)	Vazão (m³/s)
5	90.7
10	73.2
15	60.5
20	52.8
25	46.7
30	40.4
35	36.8
40	33.2
45	30.7
50	28.1
55	26.4
60	23.2
65	21.1
70	18.7
75	16.5
80	14.4
85	12.4
90	10.4
95	7.9
99.9	3.2

e) VAZÕES MÁXIMAS SAZONAIS

Objetivando verificar qual a sazonalidade das vazões máximas efetuou-se um estudo semelhante ao da determinação das vazões máximas de projeto, porém aplicados para cada mês em estudo. A verificação dessa sazonalidade foi efetuada apenas para a estação Usina Cavernoso em termos de se perceber os períodos mais propícios para a realização da obra de implantação do aproveitamento.

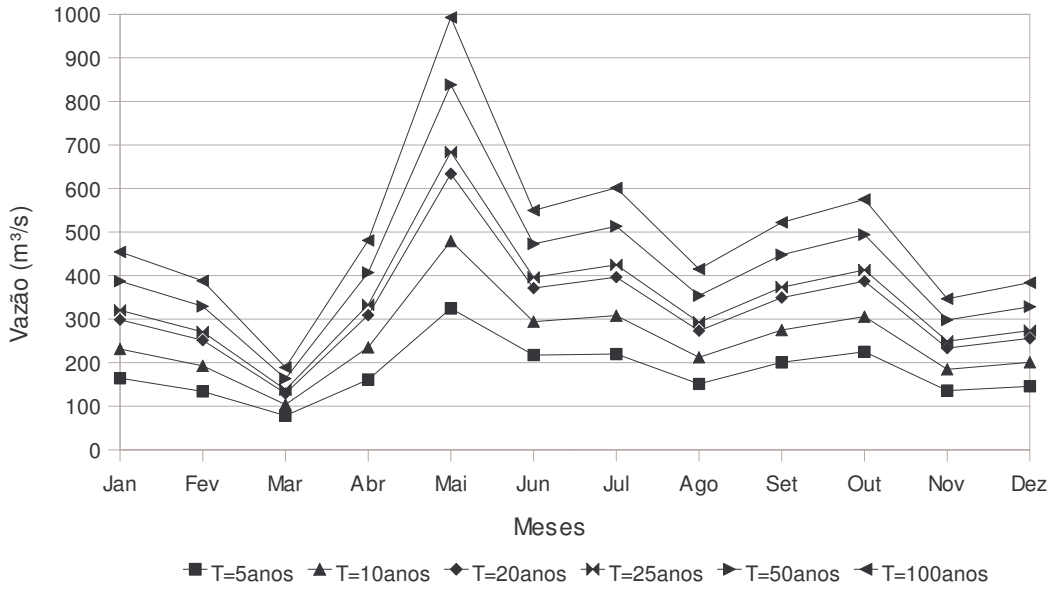
Esta análise foi efetuada selecionando-se para a série histórica os dados de vazão média mensal de cada mês específico e aplicando-se a distribuição de Gumbel e o método de Fuller a esta série. Com isto obtêm-se a vazão máxima histórica de cada mês, aplicável para o cronograma de obras, possibilitando parametrizar as cheias para o período úmido e seco. A Tabela 11 demonstra os valores de vazão máxima de projeto de cada mês e o Gráfico 05 representa graficamente este estudo.

TABELA 20- VAZÃO MÁXIMA DE PROJETO DE CADA MÊS EM m³/s.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5	164,3	134,0	78,2	161,2	324,7	217,4	219,8	151,2	200,7	224,9	135,9	145,8
10	231,4	192,8	103,9	235,2	479,3	294,3	308,0	212,2	275,0	305,9	184,7	200,8
20	298,5	251,6	129,5	309,1	633,9	371,2	396,3	273,3	349,4	386,9	233,5	255,8
25	320,1	270,5	137,8	332,9	683,7	395,9	424,7	292,9	373,3	412,9	249,2	273,5
50	387,2	329,3	163,4	406,9	838,3	472,8	513,0	354,0	447,7	493,9	298,0	328,5
100	454,3	388,0	189,0	480,8	992,8	549,7	601,2	415,0	522,1	574,9	346,9	383,6

A análise do Gráfico 05 permite verificar a existência de um período crítico de cheias que ocorre no mês de maio, influenciando também os meses de abril e junho. Isto indica que este período do ano é mais crítico para a construção da barragem e do desvio do rio. Pode-se verificar que o período de maior estiagem é caracterizado nos meses mais quentes do ano, entre novembro e março, período ideal para o desvio do rio, pois o rio irá apresentar uma vazão baixa.

GRÁFICO 05 – VAZÃO MÁXIMO DE PROJETO DE CADA MÊS.



f) HIDROGRAMA DE ENCHENTE

A análise do hidrograma de enchente foi realizada para a verificação do comportamento das cheias ocorridas no rio. Esta análise é útil para o estudo de verificação da propagação de cheias no rio e analisar um possível efeito de amortecimento no reservatório.

Este estudo foi realizado através da verificação das 6 maiores cheias históricas do posto e suas verificações em gráfico. Através da análise do gráfico, pôde-se concluir quais os pontos que mais se aproximariam da cheia no local e foi determinado que esta seria o hidrograma de enchente.

Para que isto pudesse ter uma fácil interpretação, considerou-se todos os dados de vazão média diária em relação à vazão média diária máxima. Adotou-se que a vazão média diária máxima tem relação igual a 1 e os demais dias tem relação proporcional a ela.

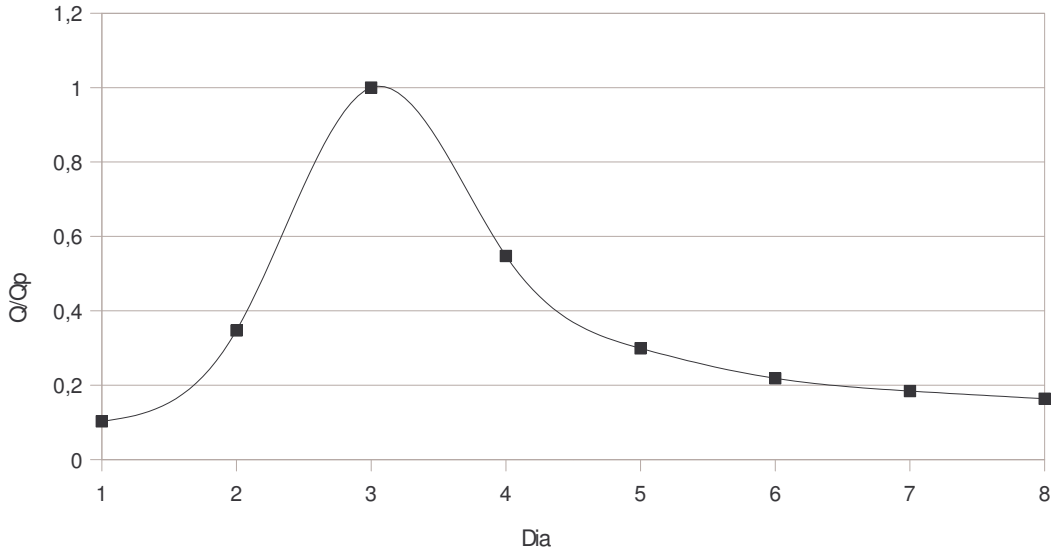
A Tabela 21 relata os coeficientes diários e o Gráfico 06 representa graficamente o hidrograma de enchente.

TABELA 21 – COEFICIENTES PARA O HIDROGRAMA DE ENCHENTE.

Valores Referentes à Máxima Vazão Média Diária								
t (dia)	1	2	3	4	5	6	7	8
Q/Qp	0,1028	0,3472	1	0,5475	0,2991	0,2185	0,1843	0,1636

A análise dos coeficientes indicados na Tabela 21 e a análise do gráfico referente a estes valores indica que a bacia é caracterizada pela formação de cheias rápidas. Este fato pode ser concluído através da verificação de que as vazões médias diárias dos dias anterior e posterior ao dia em que ocorre a cheia possuem um coeficiente de relação baixo e a verificação de que o pico ocorre efetivamente no segundo dia da cheia.

GRÁFICO 06 – HIDROGRAMA DE ENCHENTE DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA USINA CAVERNOSO.

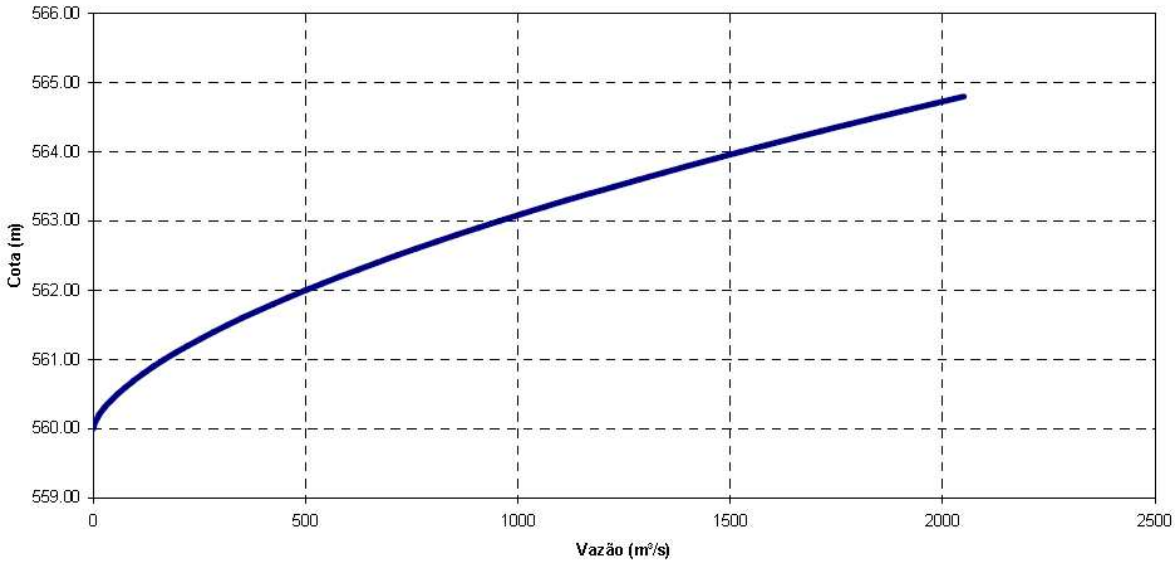


g) CURVA DE DESCARGA DO EIXO DA BARRAGEM, DESVIO E CANAL DE FUGA

O conhecimento das curvas de descarga em alguns dos locais do empreendimento é fundamental para a definição de alguns parâmetros de projeto. O nível do reservatório é determinado pelo comportamento do vertedouro e as suas características de escoamento. O vertedouro da PCH Cavernoso II é do tipo de soleira livre com seu nível na El. 560,00. A sua largura é de 90 m sem pilares intermediários. A carga de projeto é de 5,00 m e o paramento vertical da soleira tem 12,00 m. Com esses dados, a curva de descarga no trecho do reservatório é

mostrada no Gráfico 07.

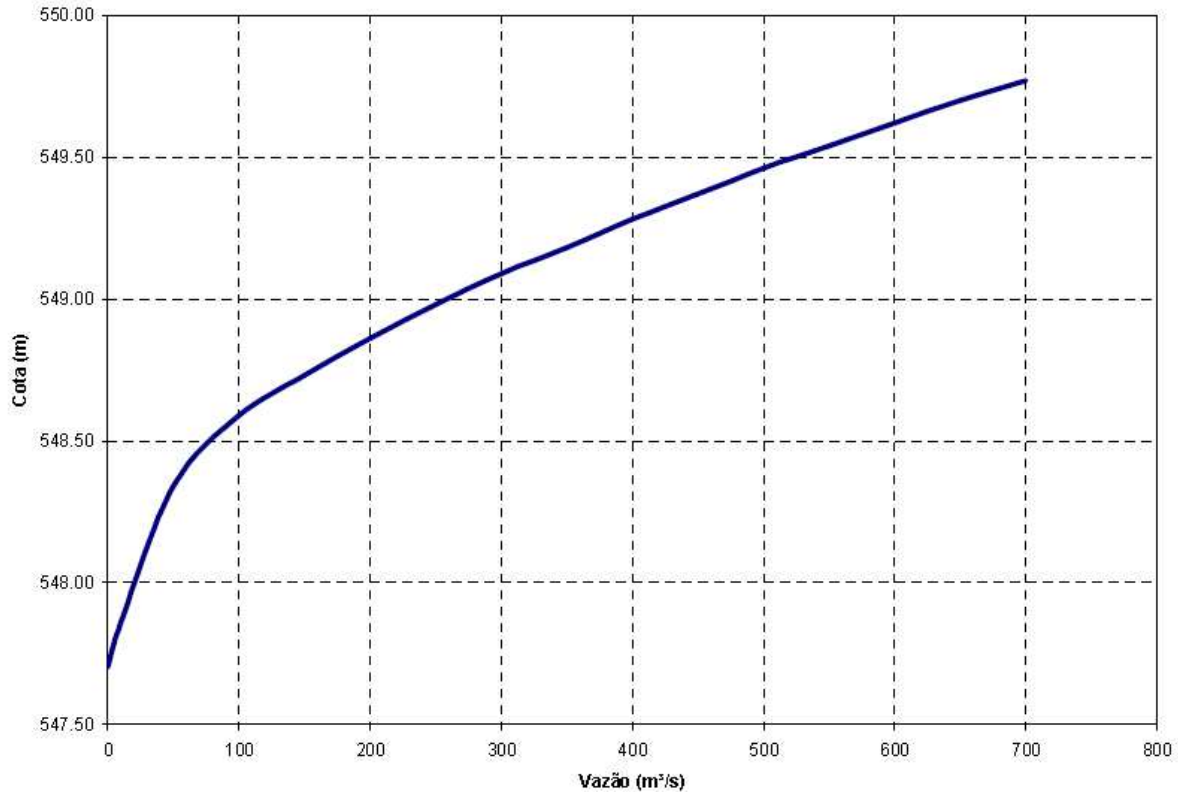
GRÁFICO 07 – CURVA DE DESCARGA DO VERTEDOURO.



Outro local de interesse, situa-se a jusante da barragem, por ser fundamental na avaliação do comportamento do sistema de desvio. Na definição dessa curva, normalmente se leva em conta as restrições físicas que condicionam o nível de escoamento nesse trecho. No caso do empreendimento da PCH Cavernoso II existe a jusante da barragem o vertedouro da PCH Cavernoso I. Esse vertedouro é composto por dois componentes: um vertedouro de soleira livre com 29 vãos de 3,13 m, separados por 28 pilares de 30 cm de largura e um vertedouro lateral de 37 m de largura na entrada do canal de adução do sistema de geração. A cota da soleira do vertedouro principal situa-se na El. 543,70, enquanto que a cota do vertedouro lateral situa-se na El. 544,00.

Com base nessas informações fez-se a reconstituição dos níveis a montante dos vertedouros da PCH Cavernoso I para os diversos estágios de vazões. Os níveis obtidos na seção do vertedouro são transferidas até a seção da barragem da PCH Cavernoso II, utilizando-se o programa HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center, versão 3.1.1). A curva de descarga correspondente ao comportamento nessa situação é mostrada no Gráfico 08.

GRÁFICO 08 – CURVA DE DESCARGA A JUSANTE DA BARRAGEM.



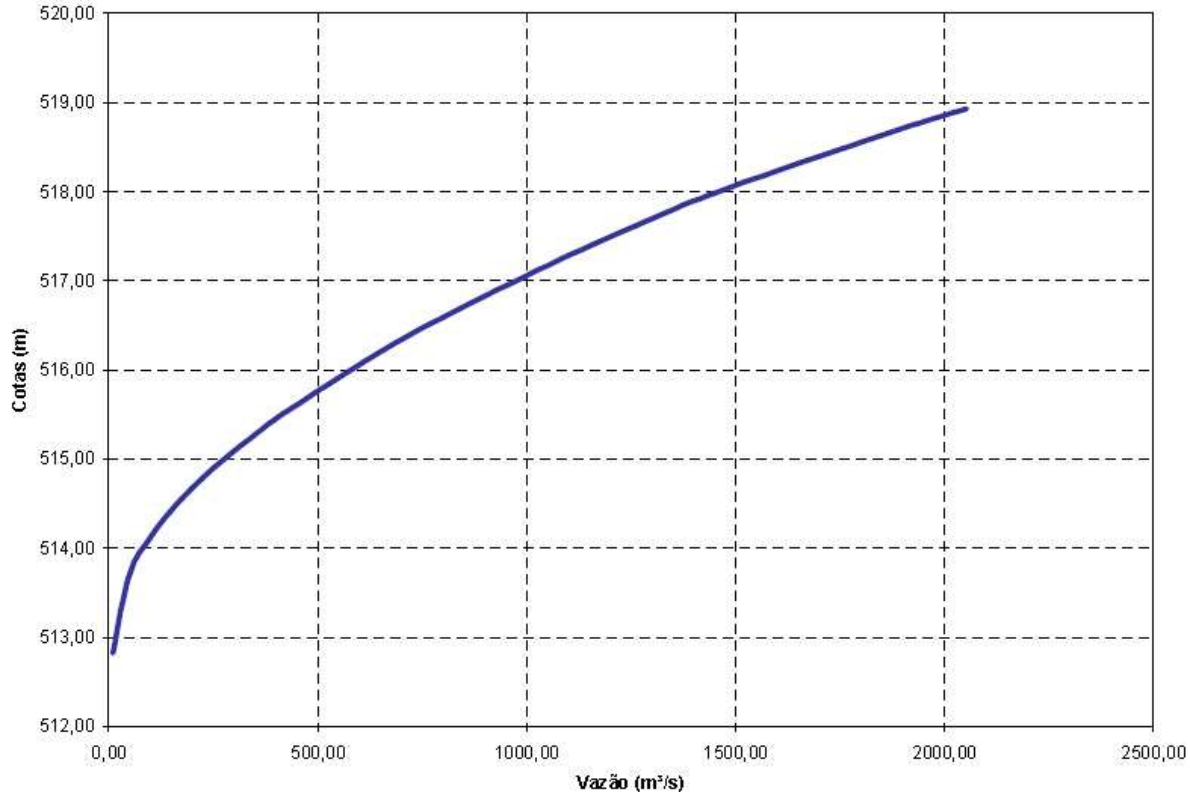
O comportamento dos níveis nas imediações da saída do canal de fuga é determinado pelas condições de escoamento nesse trecho e ainda dependente das vazões pelo leito natural, já que as vazões turbinadas são relativamente insignificantes para produzirem alterações nos níveis.

Foi realizada uma verificação da influência do reservatório da Usina Salto Santiago no comportamento dos níveis de água na saída do canal de fuga. Pelas medições efetuadas verificou-se que não há essa possibilidade e que outras condições físicas condicionam a variação dos níveis nessa região. Desta maneira, foram avaliadas seções topobatimétricas no trecho e foram simuladas as curvas de remanso com o auxílio do programa HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center, versão 3.1.1), conforme detalhado no projeto básico.

Avaliou-se a curva de descarga decorrente nas curvas de remanso obtidas para diversas vazões simuladas. Essa curva pode ser visualizada no Gráfico 09.

Com base nessas informações foi possível determinar alguns parâmetros importantes no projeto, para os diversos elementos do empreendimento.

GRÁFICO 09 – CURVA DE DESCARGA NA SAÍDA DO CANAL DE FUGA.



h) VAZÕES DE PROJETO

Na tabela abaixo estão apresentadas as vazões de projeto das estruturas.

TABELA 22 – VAZÕES DE PROJETO

Estrutura	Critério de Dimensionamento	Vazão (m³/s)
Vertedouro	TR= 1.000 anos	2052
Desvio – 1ª fase	TR= 2 anos	419
Desvio – 2ª fase	TR= 2 anos	419
Circuito de Geração	Máxima Turbinada	3 x 15,9
Vazão Sanitária	50% $Q_{10,7}$	1,85

10.1.5 Caracterização do Reservatório

Alguns elementos são importantes para caracterizar a qualidade da água do reservatório seja do ponto de vista da retenção de sedimentos ou da dispersão de algum poluente. Para esta avaliação foram levantadas:

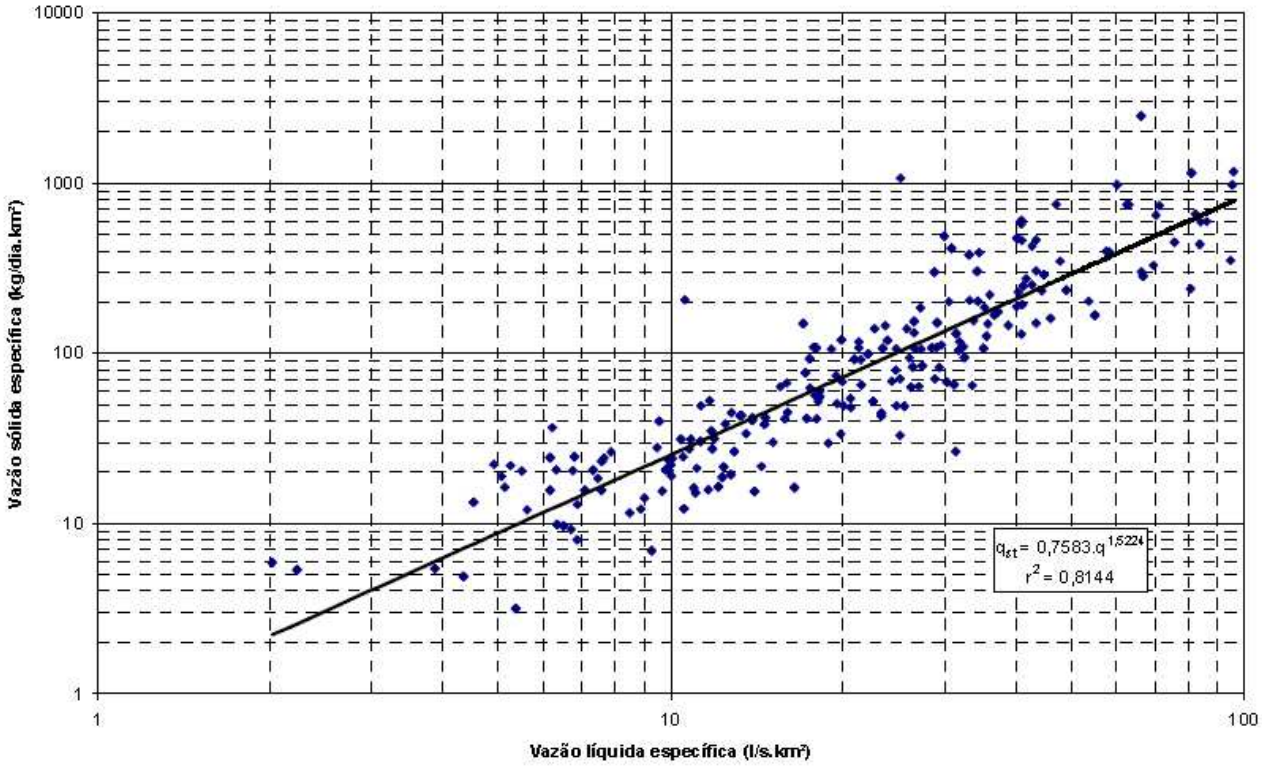
- Características de assoreamento do reservatório;
- Tempo de residência;
- Estudos de remanso;
- Condições de enchimento do reservatório.

a) AVALIAÇÃO DO ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO

As condições de assoreamento do reservatório da PCH Cavernoso II são obtidas pela avaliação do comportamento regional da produção de sedimentos. Esse comportamento pode ser verificado pela curva específica regional de produção de sedimentos, mostrado no Gráfico 10, obtida nos Estudos de Inventário.

Com base nessa curva é possível se estimar o afluxo de sedimentos e a quantidade que ficaria retida no reservatório, segundo as características hidrogeométricas do reservatório. A Tabela 23 mostra as principais informações e resultados da análise realizada no eixo da barragem da PCH Cavernoso II.

GRÁFICO 10 – CURVA ESPECÍFICA REGIONAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS.



As estimativas realizadas mostram que a expectativa média de assoreamento é superior aos 80 anos.

TABELA 23 – DADOS E RESULTADOS DO ESTUDO DE ASSOREAMENTO.

Área de drenagem (km^2)	Vazão média de longo período (m^3/s)	N.A. Máximo Normal (m)	Volume do reservatório[1] (hm^3)	N.A. da soleira do canal de adução (m)	Volume morto[2] (hm^3)	Vazão sólida anual (t/ano)	Razão de eficiência de retenção[3]	Eficiência de retenção[4] (%)	Volume anual de assorea-mento (m^3/ano)	Tempo de assorea-mento do volume morto (anos)
1.500	36,35	560,00	1,507	555,00	0,402	53.193	0,0013	10	4.835	83

Notas: (1) Volume no nível d'água máximo normal.
(2) Volume no nível d'água da soleira do canal de adução.
(3) Razão entre o volume do reservatório e o volume afluente médio anual.
(4) Além de se optar pelo maior valor entre as curvas de Brune e Churchill, utilizou-se 10% como limite mínimo nas estimativas.

b) TEMPO DE RESIDÊNCIA

A avaliação do tempo de residência é importante na avaliação do comportamento de eventuais poluentes que afluem da bacia. É um indicador da capacidade de renovação do volume do reservatório face à afluência média. Numericamente, esse valor é dado pela razão entre o volume do reservatório e a vazão média afluente. Desta forma, o valor obtido foi de 11,5 horas, o que é extremamente rápido.

c) ESTUDOS DE REMANSO

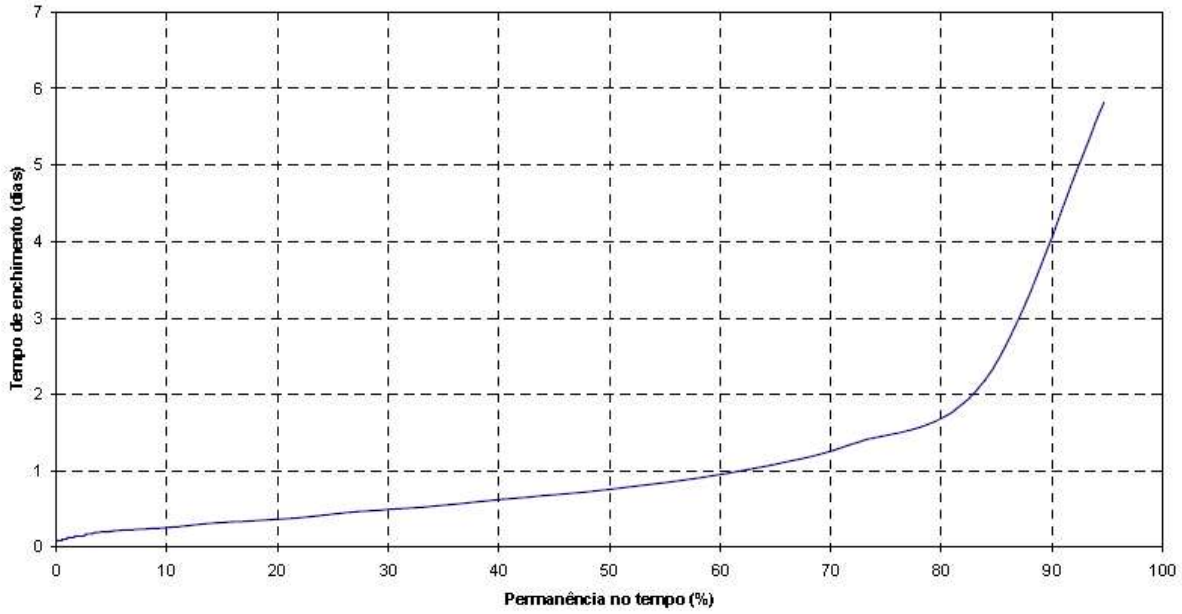
O reservatório é extremamente curto e a determinação dos seus níveis em seu ponto mais a montante não necessita de um estudo de remanso detalhado, sendo esses níveis representados pela curva-chave do vertedouro.

d) CONDIÇÕES DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

A pequena dimensão do reservatório garante a facilidade do seu enchimento, que pode ser verificado Gráfico 11, que relaciona os tempos de enchimento com as permanências de vazões.

O Gráfico 11 mostra que para permanências inferiores a 80%, o enchimento será completado em menos de 2 dias. Mesmo aquelas vazões menores com permanência superior a 90% deverá ter o enchimento completado em menos de uma semana.

GRÁFICO 11 – TEMPO DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA PERMANÊNCIA DAS VAZÕES.



10.2 Geologia e Geomorfologia

10.2.1 Considerações Gerais

As rochas que constituem o substrato rochoso da Bacia do Cavernoso, fazem parte da bacia sedimentar do Paraná. Pertencentes à Formação Serra Geral, tem idade mesozóica, estando inseridas no Terceiro Planalto ou Planalto de Trapp Paranaense (Figura 15).

Foram desenvolvidos trabalhos em campo para a caracterização das unidades a que pertencem os litotipos ocorrentes e aflorantes na região, bem como, do ambiente deposicional à época de sua evolução geológica. O mapa de geologia da região do empreendimento pode ser observado no anexo C.

As eruptivas da Serra Geral, compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos, de textura geral afanítica, cinza escuros a negros, amigdaloidais no topo dos derrames, com desenvolvimento de juntas horizontais e verticais. Na parte basal da formação, são comuns intercalações de camadas arenosas relacionadas à formação Botucatu.

Cada derrame basáltico compõe-se de três partes principais: basal, central e superior. Nos derrames mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina, fraturada por juntas subverticais de contração, dividindo a rocha em colunas. A parte superior do derrame, numa espessura que pode alcançar 20 metros nos mais espessos, toma aspecto meláfiro, apresentando vesículas e amigdalas, com freqüência alongadas horizontalmente, estando aí a maior porcentagem de matéria vítrea na rocha. As amígdalas são parcial ou inteiramente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e montmorilonita, mineral que lhes imprime cor verde. Grandes geodos de quartzo e calcedônia podem existir na parte mais profunda dessa zona meláfira. Também na zona basal dos derrames as rochas apresentam aspectos semelhantes, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas. Tanto nas porções basais como no topo dos grandes derrames, ocorrem juntas horizontais, o que seria, devido ao escoamento laminar da lava no interior dos derrames. No entanto, não são observadas estruturas fluidais.

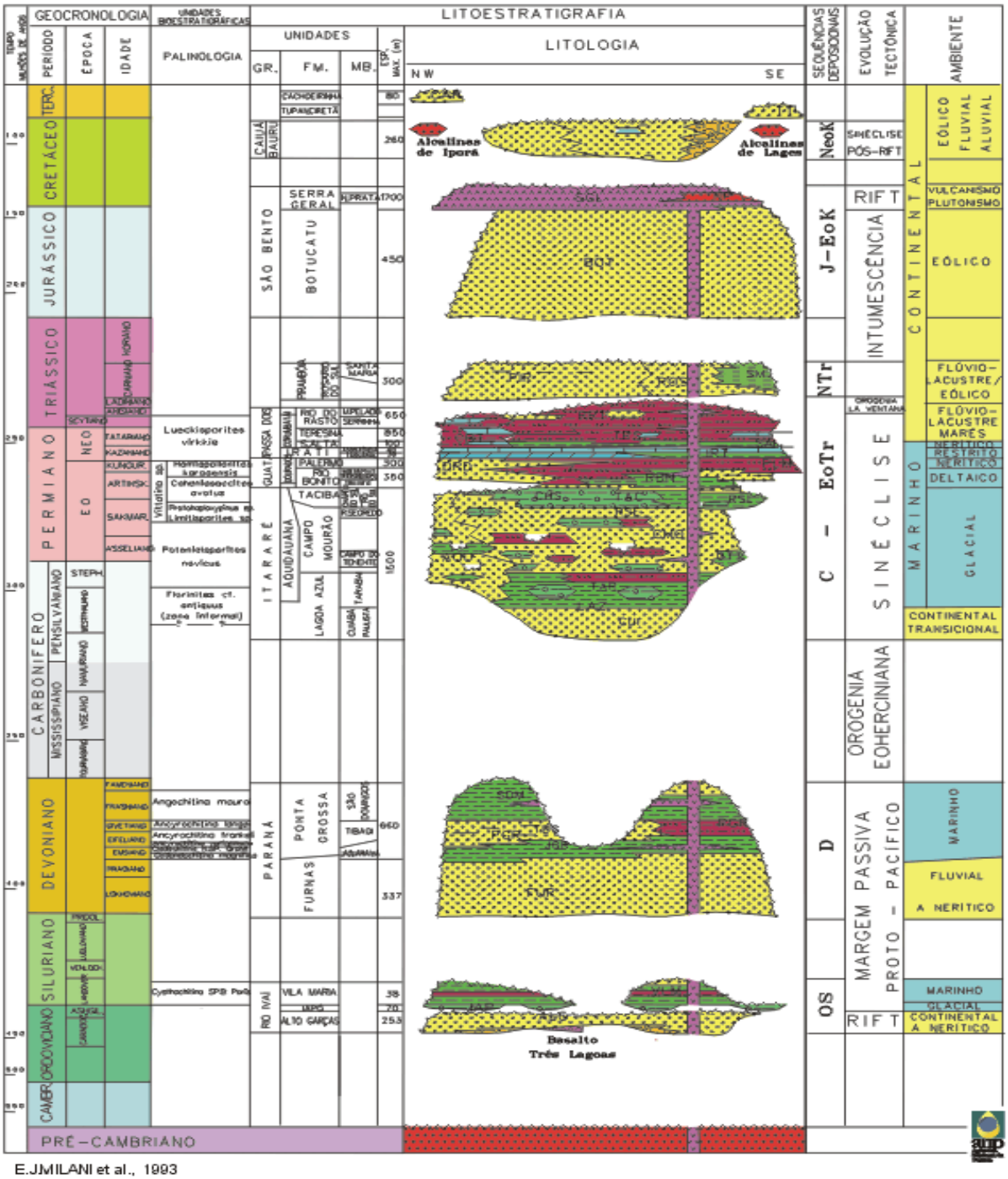


Figura 15 – Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná

Petrograficamente os basaltos da Formação Serra Geral apresentam composição mineralógica muito simples, essencialmente constituídas de labradorita zonada associada a clinopiroxênios (augita e às vezes também pigeonita).

Acessoriamente mostram titano-magnetita, apatita, quartzo e raramente olivina ou seus produtos de transformação. Matéria vítrea ou produtos de desvitrificação podem ser abundantes, sobretudo nas bordas dos derrames. A textura destes é intergranular ou intersertal, fina a muito fina, às vezes microlítica. Os diques e sills têm granulação mais grossa, são holocristalinos e freqüentemente apresentam textura ofítica.

A uniformidade dos derrames, a vasta extensão que cobrem, a associação a diques contemporâneos e a raridade de produtos piroclásticos indicam que os basaltos da Formação Serra Geral se originam do extravasamento rápido de lava muito fluida através de geoclases e menores falhas. Normalmente as fases basálticas possuem de 50 a 200 metros de espessura.

A idade da principal fase de vulcanismo situa-se no Cretáceo Inferior, 120 a 130 milhões de anos. Derrames precursores teriam ocorrido já no Jurássico Superior, há 140 milhões de anos.

10.2.2 Geologia Estrutural

A área abrangida apresenta uma estruturação geológica baseada fundamentalmente na sucessão de derrames tabulares, seccionados por falhamentos regionais com evidências de movimentos verticais de blocos.

Dentre as principais estruturas tectônicas destacam-se a Falha do Rio Jordão e a Falha do Rio Cavernoso. São falhas paralelizadas entre si, com direção geral NE, provocando alinhamentos de drenagens e morros ao longo da estrutura.

Além das estruturas regionais, são comuns também outras lineações estruturais, visualizadas em fotoaéreas convencionais (1:25.000), representadas por fraturamentos verticais e horizontais que afetam toda a área das rochas vulcânicas.

A Bacia do Rio Cavernoso foi reestruturada por processos tectono-magmáticos, bem exemplificados pelo extenso vulcanismo. Os principais sistemas de fraturas que afetam os derrames de basalto possuem orientações em torno de N 60º. E, N 20º - 25º. E, N-S e N 75º. W, N 25º - 45º. W e E-W. Interessante notar que essas fraturas e/ou falhas raramente exibem grandes diferenças de nível, estando adaptadas às drenagens principais e secundárias da região.

Na área em estudo pôde-se observar a ocorrência de pacotes de basalto alterados, que expõe um manto espesso e argiloso, cuja coloração é predominantemente vermelha escura. Junto às drenagens, em áreas mais baixas, nota-se a rocha em estado de alteração com tonalidades mais amareladas.

Quanto às condições de permeabilidade e porosidade dos terrenos da região, a infiltração se dá via percolação em zonas de fraturamento, sendo que o nível hidrostático normalmente situa-se abaixo da interface regolito/rocha pouco alterada.

10.2.3 Hidrogeologia

As águas que ocupam o espaço poroso da Bacia do Paraná resultam da complexa evolução hidroquímica do sistema aquoso no tempo geológico. Este sistema tem por origem os ambientes deposicionais que construíram a bacia.

A água subterrânea nos basaltos da Bacia do Paraná está condicionada a fatores de ordem genética e tectônica. Enquanto o primeiro fator é condicionante intrínseco da permeabilidade horizontal, o segundo condiciona as permeabilidades verticais, as quais intercomunicam as estruturas aqüíferas interderrames (Fraga, 1986).

Dentro deste contexto, o sistema aqüífero Serra Geral consistiu, pela sua extensão e modo de ocorrência, uma importante unidade hidrogeológica.

Face ao modo como os basaltos desenvolveram-se, distribuíram-se e formaram-se, eles constituem um meio aqüífero de notável heterogeneidade física. Segundo Fraga (1986), tem-se observado, através de testes em poços tubulares, que as condições hidrogeológicas são heterogêneas e anisotrópicas, ocorrendo notável variação lateral da permeabilidade do meio. Trata-se, na realidade, de meios mais descontínuos que contínuos.

Através da integração de dados hidrogeológicos (freqüência de capacidade especifica, vazão, razão capacidade específica/espessura útil) permitiu, “introdutoriamente”, dividir o sistema aqüífero Serra Geral nas unidades apresentadas na Tabela 24 a seguir:

TABELA 24 – SISTEMA AQUIFERO SERRA GERAL

Unidade I	Iguaçu, abrangendo Baixo e Médio Iguaçu e a qual pertence a área em questão neste relatório
Unidade II	Piquiri
Unidade III	Ivaí
Unidade IV	Tibagi

Há um nítido contraste de valores das capacidades específicas e vazões entre a unidade Iguaçu e as outras, podendo-se estimar os resultados apresentados nas tabelas 25 e 26 abaixo.

TABELA 25 – SERRA GERAL NORTE (UNIDADES II, III E IV)

(x) Q/s= 1,83 m^3/h.m
(x) Q/s= 31,61 m
(x) Q/s= 57,97 m^3

TABELA 26 – SERRA GERAL SUL (UNIDADE I)

(x) Q/s= 0,49 m^3/h.m
(x) Q/s= 33,08 m
(x) Q/s= 16,48 m^3/h

Portanto, conclui-se que os resultados de maior vazão são raros na Unidade Iguaçu e estão relacionados quase sempre a fraturamentos de importância regional, reflexos provavelmente das forças originadas durante o surgimento do Arco de Ponta Grossa e das condições especiais do processo de disjunção dos basaltos.

Já as rochas arenosas da Formação Botucatu, atualmente definidas como formadoras do Aqüífero Guarani, apresentam uma capacidade armazenadora de água bastante elevada, constituindo-se nos principais reservatórios para captação de água subterrânea, podendo produzir até 300.000 l/h.

10.2.4 Modelo Hidrogeológico/Jazidas de Água Mineral

Na Bacia do Cavernoso a superfície piezométrica é relativamente rasa, na média de 1,2 metro de profundidade. A direção do fluxo é muito provavelmente vertical a sub-vertical, certamente relacionada às fraturas e diaclases dos derrames basálticos.

As jazidas de água mineral da região certamente estão relacionadas ao Aqüífero Guarani (antigo Aqüífero Botucatu – relacionado à formação geológica do mesmo nome), assim definido por estender-se por toda a Bacia do Paraná, desde o sudeste do Brasil, passando por Paraguai, norte da Argentina e atingindo até o Uruguai. Desta forma, a área de recarga bem como o tipo de infiltração e o tempo de residência da água mineral em questão são igualmente de difícil definição. Para tornar-se mineralizada, a água necessita de um longo período em grandes profundidades, temperatura e pressão e estar em contato com diversos minerais que lhe dêem esta característica. Assim, a área de recarga pode tanto ser local, ou seja, estar localizada nas cercanias da fonte, como também, e o que é mais provável, estar localizada a grande distância dali. Da mesma forma, como se dá a infiltração e o tempo de residência são difíceis de precisar, estes devem estar definidos dentro de algumas das hipóteses levantadas.

As estâncias em funcionamento encontradas nas proximidades da área do Cavernoso são: Lagoa Bonita (Virmond) e Santa Clara (Guarapuava).

10.2.5 Geotecnia

A natureza dos solos da região está condicionada à rocha de origem. Desta forma, sendo a região geologicamente constituída por rochas basálticas, observa-se a ocorrência de solos argilosos.

Estes solos têm como característica geotécnica os seguintes índices: são essencialmente argilosos, passando em média 88% ou mais na peneira n° 200, possuem materiais com alto a moderado índice de plasticidade em relação ao limite de liquidez, podendo ser altamente elásticos, bem como sofrer grande variação de volume.

Os depósitos coluvionares que recobrem os basaltos são materiais

preferencialmente utilizados na construção de obras de terras compactas, lembrando que as principais barragens estão implantadas sobre estas rochas. Os maciços basálticos (derrames) constituem pedreiras para produção de agregados com propriedades tecnológicas de boa qualidade. Quando estas rochas estão alteradas (cascalheiras), servem como revestimento para as estradas secundárias, apresentando também boas características tecnológicas.

10.2.5.1 Aspectos Geotécnicos

a) Ventos

A ação do vento é raramente considerada, pois as barragens são construídas em locais abrigados. A ação do vento faz se sentir apenas na face de jusante e tem pequeno valor em face dos empuxos da água na outra face. Em nosso país, não consideramos os efeitos de terremoto ou subsidência do subsolo em PCH, bastante considerados nos Estados Unidos, Japão, Chile, etc.

b) Comportamento Geotécnico dos Materiais

As condições das fundações dependem da espessura e características físicas, químicas e mineralógicas da rocha, que suportará o peso da barragem. Aquelas características incluem a permeabilidade e a presença ou não de determinadas estruturas, como acamamento, xistosidade, dobras, fraturas, etc. As condições estão diretamente ligadas com a altura da barragem, isto é, as condições diferem para uma barragem baixa e uma alta. Normalmente, são encontradas as seguintes condições de fundações:

i. Rocha Sã e Firme ou Maciça: Normalmente aceita qualquer tipo de barragem. Inclui, via de regra, a escavação da camada superficial quando alterada (mesmo sendo rocha) e tratamento eventual por injeção, para consolidação.

ii. Sedimentos (aluviões): Incluem os cascalhos, areias, siltes e argilas. Os cascalhos estão sujeitos a intensa percolação, os siltes e as areias ocasionam recalques e percolação, e as argilas sofrem recalques, principalmente quando saturadas de água. Dependendo do tipo de barragem, a sua altura e com a aplicação de tratamentos adequados, qualquer desses materiais poderá ser

utilizado.

c) Materiais de Construção

Os materiais necessários para a construção de uma barragem são vários e devem estar localizados o mais próximo possível do local da barragem. Esses materiais são os seguintes:

i. Solos, para os diques de terra (que serão disponibilizados durante o processo de terraplenagem);
ii. Rocha, para os diques de enrocamento e proteção dos taludes (poderão ser aproveitadas as rochas provenientes do desmonte durante a execução do canal previsto no projeto);
iii. Agregado, para concreto, que inclui areia, cascalho natural e pedra britada (também poderá ser utilizado o material extraído durante a execução do canal);
iv. Areia, para filtros e concretos.

d) Processos Naturais

O presente estudo geológico do reservatório está dividido em estudo do local da barragem e a área do reservatório. O primeiro se restringe a uma área limitada, que é destinada a receber as fundações e o engastamento da barragem. O estudo geológico do reservatório deve, entretanto, estender-se sobre área muito maior, isto é, toda aquela que for banhada pelas águas da represa.

O estudo geológico do local da barragem visa principalmente conhecer a resistência e a estabilidade da rocha, a sua permeabilidade e o comportamento da mesma, sob a ação da água sob pressão, ao passo que o estudo geológico da área do reservatório visa, tão somente, as suas condições de estanqueidade. Por isso, o estudo da área do reservatório se relaciona essencialmente com a água do subsolo e envolve a aplicação dos princípios e métodos de investigações empregados na pesquisa dos recursos de água subterrânea. Um dos principais fatores a ser considerado é a permeabilidade das rochas.

d1) Sondagens Geotécnicas – local da barragem

Tendo em vista o Relatório Final das Sondagens Geotécnicas para área do PCH de Cavernoso – Virmond/PR (versão 2003), realizado pela empresa Geosistema Terra Pangea S/C Ltda., foram feitas interpretações baseadas no conteúdo apresentado neste trabalho.

O documento apresentado mostra que foram realizados 26 poços de investigação escavados, 10 sondagens SPT e 11 sondagens rotativas. Os resultados foram descritos de uma forma gráfica e de fácil visualização, onde descrevem profundidade, cota, nível de água, coordenadas e composição litológica de cada poço escavado. Além dessas descrições, foram também apresentados os equipamentos utilizados na perfuração dos poços.

Sondagem a Percussão SPT

Este tipo de sondagem foi realizada em 10 furos, onde a empreiteira dispôs de equipamentos padrão para sondagem a percussão, utilizando-se revestimento de 4" (100mm), com barrilete padrão SPT (2" – 1 3/8", 5mm – 3,5mm). Cada furo da sondagem SPT foi descrito na forma de gráfico, através desses dados descritos serão feitas algumas interpretações em relação a profundidade e nível de água.

- ✓ 40% dos furos estão a uma profundidade média de 6m;
- ✓ 30% dos furos estão a uma profundidade média de 2,6m;
- ✓ 30% dos furos estão a uma profundidade média de 1,2m, nestes foram encontrados somente rocha. Impenetrável com sondagem a percussão.

Furos: (535.3850, 535.3310, 532.4960)

Em relação ao nível de água dos 10 furos apresentados em apenas 3 foram encontrados em uma profundidade média de 1,7m.

Sondagem Rotativa

Este tipo de sondagem foi realizado em 11 furos por um equipamento com capacidade para sondar até profundidades de 150m. O equipamento é constituído por barriletes duplos livres e coroas de diamantes impregnadas. Nas sondagens foram utilizados diâmetros NW e hastes (BW).

Os dados foram apresentados em forma de desenho (GDM for Windows, do BRGM), no qual foram feitas algumas interpretações baseadas nestes dados:

Profundidades:

- ✓ 18% profundidade média de 10m;
- ✓ 37% profundidade média de 27m;
- ✓ 45% profundidade média de 16m.

Cotas:

- ✓ 18% média de 531m;
- ✓ 37% média de 554m;
- ✓ 45% média de 564m.

Foram observados que em 27% dos furos após a uma profundidade média de 1,2m foram encontrados apenas basalto pórfiro cinza escuro, antes desta profundidade um solo argiloso orgânico.

Poços de Investigação

Foram escavados um total de 26 poços de investigação. Com relação às descrições serão feitas algumas interpretações envolvendo as cotas, os níveis de água e a profundidade dos furos:

Nível de água:

- ✓ 4% estão em um nível médio de 2,20m;
- ✓ 27% não há nível de água;
- ✓ 31% estão em um nível médio de 1,35m;
- ✓ 38% estão em um nível médio de 0,5m.

Cotas:

- ✓ 19% estão a 532m;
- ✓ 35% estão a 552m;
- ✓ 46% estão a 566m.

Profundidade dos Poços:

- ✓ 12% profundidade média de 5,7m;
- ✓ 23% profundidade média de 0,7m;
- ✓ 23% profundidade média de 2,6m;
- ✓ 42% profundidade média de 1,7m.

d2) Área do Reservatório (Área Basáltica)

A área da PCH caracteriza-se pelos derrames de basalto que constituem, no sul do Brasil, formação geológica das mais importantes, pois chegam a cobrir quase um terço da área dos estados do sul. Os basaltos aparecem sob duas formas distintas:

i. Vesicular, no qual a rocha aparece repleta de vesículas ou amígdalas, de minerais de natureza diversa e geralmente solúveis, pertencentes ao grupo das zeólitas ou da calcita;

ii. Maciça, representada por uma rocha de cor preta e esverdeada, granulação finíssima, dureza elevada e resistência apreciável. São comuns nessa rocha os sistemas de juntas e diáclases.

Dos dois tipos, o maciço é, sem dúvida, de melhor qualidade para fundações, uma vez que os sistemas de fraturas podem ser tratados por injeções de cimento.

O tipo vesicular é mais alterável e menos resistente. Como os dois tipos ocorrem geralmente juntos, no caso do vesicular aparecer nas partes mais superiores, a solução pode ser a remoção dessa camada, quando a mesma não for muito espessa ou seu tratamento por injeção, quando sua espessura é apreciável.

Baseado nos dados contidos no Relatório de Sondagens Geotécnicas feito para a região, pode ser dito que a camada superficial de solo é pouco espessa e o nível d'água é de baixa profundidade tendo em média 1,20m. A base de toda região é formada por basaltos, que podem causar alguns problemas devido ao grande índice de fraturamento nestas rochas.

e) Encostas e Vertentes

Como vertente entende-se o espaço físico situado entre o fundo do vale e o

topo da crista ou divisor de água na Bacia do Rio Cavernoso. As formas geométricas do relevo apresentam-se convexas, côncavas, retilíneas ou composições desses tipos, que resultam da ação de processos erosivos e/ou deposicionais, condicionam a evolução das vertentes e do relevo como um todo. Entre o topo e o fundo do vale transitam sedimentos detríticos ou elementos solúveis associados à água e/ou ao vento, com interação com as forças gravitacionais. Os fundos dos vales coletores podem, então, transferir esses materiais retirados das encostas para jusante, e por meio de fluxos concentrados em canais, interconectar-se com outros sistemas coletores ou de drenagem.

O reconhecimento, a localização e a quantificação dos fluxos de água nas vertentes são de fundamental importância para o entendimento dos processos geomorfológicos responsáveis pela evolução do relevo. As rotas preferenciais dos fluxos superficiais ou subsuperficiais, definem os mecanismos erosivo-deposicionais preponderantes que compõem o ambiente de drenagem. Alterações na composição desses fatores podem induzir modificações significativas na dinâmica espaço-temporal dos processos hidrológicos atuantes nas vertentes, e conseqüentemente, na evolução da paisagem.

f) Movimento de Massa

Na área de influencia da futura PCH Cavernoso II, é observado que a inclinação das camadas, fraturas e planos de falha em geral tem um mesmo sentido de inclinação das vertentes, o que demonstra um risco potencial na estabilidade das mesmas. Outro fator que deve ser visto com cuidado é o contato das camadas de solos e rochas, pois estes apresentam planos potenciais de deslizamentos.

Na área em estudo o movimento de massa que pode vir a ocorrer é a solifluxão, que é um termo que tem sido usado para descrever movimento de solo nas encostas, de caráter essencialmente hidrodinâmico, em virtude da destruição da estrutura do solo, em presença de excesso de água. A saturação com água da camada de solo escorregada caracteriza esse tipo de movimentação de massa, que quando atinge um certo grau de plasticidade e viscosidade, movimenta-se ao longo de planos de cisalhamento. Para desencadear esse processo, não é necessário que as formas topográficas sejam abruptas como em alguns pontos da área de influência da futura PCH, pois nisso influem muito as características de resistência do material. Materiais

argilosos, de baixa resistência, poderão eventualmente ser mobilizados, mesmo em vertentes com inclinações inferiores a 6 graus.

O fenômeno da solifluxão é o resultado de chuvas intensas e concentradas sobre áreas relativamente pequenas, produzindo exagerada erosão das encostas dos morros, formando avalanches de barro, matacões e troncos de árvores, que escorrem encosta abaixo, formando depósitos muito heterogêneos no fundo dos vales, estes fenômenos podem ser desencadeados durante o início dos trabalhos de remoção da cobertura vegetal.

10.2.6 Geomorfologia

O terceiro planalto é talhado em rochas eruptivas básicas, capeadas a noroeste por sedimentos mesozóicos (arenito Caiuá). Apresenta-se como um grande plano inclinado para oeste, limitado a leste pela Serra da Boa Esperança, onde atinge altitudes de 1.100 a 1.250 m, descendo a oeste, a 300 m no Vale do Rio Paraná. A feição dominante é a de uma série de patamares ou mesetas devido à sucessão dos derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível de blocos falhados. Os rios esculpiram na região vales ora mais abertos, formando “lageados” que deram origem a corredeiras, saltos e cachoeiras ou então a vales mais fechados, por sua vez formando *“canyons”.*

Observam-se na área em questão, três compartimentos geomorfológicos principais, quais sejam:

i. *“plateaux”* ou relevo tabular;

ii. vertentes côncavas;

iii. planície aluvial.

O compartimento geomorfológico denominado *“plateaux”* ou relevo tabular é caracterizado por revelar uma topografia suavemente ondulada, onde predominam declividades das classes 1 e 2, ou seja, variam de 0 – 8% a 8 – 15%.

Ao longo do Rio Cavernoso, bem como de alguns de seus afluentes, insere-se uma planície aluvial de pequeno porte, onde as declividades variam entre as classes 2 e 3, ou seja, 8 a 25%. As declividades na área mais próxima ao empreendimento podem ser visualizadas no ANEXO D - Mapa de declividade. O padrão de drenagem

local é nitidamente retangular, condicionado pela tectônica rúptil (falhamentos e fraturamentos), com cursos de curto perfil longitudinal.



Figura 16 – Feições morfológicas da área (ao fundo vale do Rio Cavernoso)

10.2 Pedologia

10.2.1 Introdução

Sob o aspecto pedológico, as formas de relevo normalmente condicionam os tipos de solos encontrados (um dos fatores de formação dos solos). Sendo assim, as áreas de relevo plano, nos aluviões dos cursos d´água, estão ocupadas principalmente por solos aluviais e hidromórficos. Nas áreas de relevo suave ondulado e ondulado ocorrem solos das classes latossólicos, cambissolos, terras roxas e terras brunas e os litólicos estão presentes nas áreas mais acidentadas e nas áreas de campo nativo.

O solo é uma coleção de corpos naturais que recobre porções da superfície terrestre, suporta plantas e que tem propriedades decorrentes da ação integrada de clima e organismos, atuando sobre o material de origem, condicionado pelo relevo, em um determinado período de tempo. Também caracteriza-se por ser um componente ambiental básico e frágil, isto porque, dependem dele as plantas e destas dependem toda a cadeia trófica; frágil porque qualquer alteração em fatores como relevo, textura, permeabilidade, regime hídrico e cobertura vegetal poderá causar alterações no mesmo.

Os solos englobam ecossistemas “vivos” e complexos, ricos em biodiversidade. O processo de formação de um reservatório sobre este ecossistema é determinante em uma série de alterações físicas, químicas e biológicas que determinam seu desaparecimento como solo, em seu sentido amplo. Se transforma em material inerte, resultado da ação do intemperismo sobre uma rocha matriz, sujeito a transformações físicas e químicas diversas, seja pelo meio anaeróbico, seja pela redução dos componentes químicos e mesmo pelos mecanismos de pressão, que alterarão totalmente suas propriedades originais.

Assim, os processos de decomposição dos solos podem interferir na qualidade ambiental de um reservatório, bem como na desestabilização de taludes pela perda de sua capacidade de suporte a raízes da vegetação, ou ainda pela maior ou menor susceptibilidade em sofrer a erosão, ao nível de bacia hidrográfica.

Desta forma, fez-se necessário à efetivação de um levantamento dos solos e a avaliação de sua aptidão agrícola nas áreas de influência direta e indireta, como condição de avaliar as prováveis conseqüências destes solos no empreendimento e do empreendimento nos mesmos.

10.2.2 Levantamento de Dados - Metodologia

Para o levantamento dos dados pertinentes a esta etapa do trabalho, esta ação foi baseada em dados secundários, isto é, em estudos e levantamentos já realizados para a região de influência da PCH Cavernoso II, como o “Inventário do rio Cavernoso” confeccionado pela Copel Geração S.A., além de mapas e imagem de satélite LANDSAT 7 ETM+, multiespectral com resolução de 15 metros nas bandas 3, 4, 5 e pan, para delimitação dos padrões fisiográficos.

10.2.3 Classificação pedológica da área de influência

Nas áreas de influência direta e indireta objeto deste estudo foram encontradas quatro diferenciações de solos, formados por: Latossolos apresentando variações do latossolo roxo e bruno; Cambissolos com comportamento expresso em quatro unidades; Solos Litólicos distribuídos em cinco unidades e, uma pequena mancha de Terra Roxa Estruturada na AII. Foram confeccionados dois mapas de solos: um com a abrangência da bacia do rio Cavernoso e outro abrangendo apenas a área de influência direta (Ver Anexos E e F – Pedologia da Bacia e Pedologia da AID).

10.2.3.1 Latossolos

São solos de coloração vermelha, alaranjada ou amarelada, normalmente muito profundos (mais de dois metros de profundidade). Esta classe é constituída por solos minerais não hidromórficos de seqüência de horizontes A, Bw e C, são bastante porosos, de textura variável, altamente intemperizados e, por conseguinte, a fração de argila é de baixa atividade, apresentando capacidade de troca de cátions de até 13 meq/100g após a correção para carbono constituída, principalmente, de argilo-minerais do tipo 1:1 e de óxidos de ferro e de alumínio podendo ocorrer ou não a predominância de um desses constituintes.

Neles os minerais primários pouco resistentes, bem como silte, estão ausentes ou existem em proporções pequenas. As características morfológicas mais marcantes são a grande profundidade e porosidade, bem como a pequena diferenciação entre horizontes.

Os latossolos são considerados como sendo os solos cujos materiais são os mais decompostos. Eles formam-se em ambientes com intensa umidade e calor. Por

causa do intenso intemperismo a que são submetidos, a maior parte dos latossolos é bastante empobrecida em nutrientes necessários aos vegetais. Alguns ostentam vegetação de floresta que é mantida por uma quantidade mínima de nutrientes periodicamente reciclados pela vegetação. O cultivo intensivo é perfeitamente viável, uma vez que possuem boas propriedades físicas e, estando situados, na maior parte dos casos, em topografia com declives suaves, são bastante favoráveis à mecanização.

A pequena coerência do material do solo e a grande profundidade facilitam os trabalhos de engenharia, que envolvem grandes escavações e fazem com que os latossolos sejam ótimas fontes de matéria-prima para aterros, estradas e barragens de terra.

10.2.3.2 Cambissolos

Compreendem solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos e com horizontes Bi (incipiente), com seqüências de horizontes A, Bi e C ou A e Bi, onde o material subjacente ao horizonte A sofreu alterações em grau não muito avançado, contudo, o suficiente para o desenvolvimento de cor e/ou estrutura, podendo apresentar, no máximo, menos da metade do volume do horizonte B incipiente, constituído por fragmentos de material originário ou não.

O cambissolo é considerado menos desenvolvido porque o horizonte B, pela pequena espessura e pouca diferenciação, ainda não é suficientemente evoluído para poder ser considerado como zonal. Pode também ser considerado como solo intermediário entre os pouco e bem desenvolvidos.

Quando rasos, ou seja, com espessura inferior a 50 centímetros, é de grande importância o tipo de contato com a rocha para inferir sobre a suscetibilidade à erosão ou a possíveis restrições à mecanização.

Devido à grande diversidade litólica, amplitudes altimétricas, assim como uma grande heterogeneidade geomórfica e porque não, diferentes tipos e graus de intervenção antrópica, os solos apresentam feições morfológicas, composições granulométricas e características químicas as mais variadas.

As paisagens são as mais diversificadas e ocorrem de forma descontínua sob várias coberturas vegetais, em quase todas as unidades de relevo, sendo, porém, mais representativas nas superfícies topográficas forte onduladas.

10.2.3.3 Solos litólicos

Esta classe compreende solos minerais não hidromórficos, rudimentares, pouco evoluídos, são solos delgados, possuindo um horizonte A de espessura inferior a 40 centímetros, assentado diretamente sobre a rocha coerente e dura, ou cascalheira espessa, sobre o horizonte C pouco espesso ou mesmo exíguo Bi. Constituído por horizontes A e C de pequena espessura. Em geral, apresentam horizonte A diretamente sobre substrato rochoso, contudo, podem exibir horizonte B incipiente muito pouco espesso, acima do material rochoso pouco intemperizado, sobreposto ao substrato rochoso. Em geral, são solos muito pobres e ácidos.

O contato com a rocha pode se dar de forma lítica, quando o horizonte A e/ou C está assentado sobre a rocha não meteorizada, e litóide, quando os mesmos horizontes estão sobre rocha alterada. Estas formas de contato com a rocha são extremamente importantes, pois condicionam maior ou menor suscetibilidade à erosão, no caso maior em contato lítico. Por sua vez, esta suscetibilidade agrava-se ainda mais quando estes solos ocorrem em relevos declivosos e com textura ainda arenosa, ou com altos teores em siltes.

Suas características morfológicas, físicas e químicas são extremamente dependentes do material que os originou. É muito comum identificar-se, independente de sua textura, a presença abundante de cascalhos, calhaus e pedregosidade. A fase rochosa, embora não tão incomum, apresenta-se mais localizada, próxima de afloramentos, independentes do tipo de rocha.

10.2.3.4 Terra Roxa Estruturada

São solos de coloração bastante uniforme, especialmente nas áreas de clima tropical, estando compreendidos entre o vermelho escuro acinzentado e o bruno avermelhado escuro e o vermelho escuro nos horizontes inferiores. Nos climas mais frios e úmidos a coloração do horizonte superior passa a ser mais escura.

Ocorrem em áreas de relevo ondulado com 8 a 20% de declividade ou em relevo forte ondulado, com 20 a 40% de declividade. São encontrados em alturas variáveis entre 240 e 900 metros. A vegetação natural relaciona-se com floresta tropical, sub-tropical e campo sub-tropical.

Como no mapa de solos da bacia do rio Cavernoso este tipo de solo ocorre em um pequena mancha bastante distante da área de influência direta, não serão tecidos comentários adicionais sobre o mesmo.

10.2.4 Solos na área de influência direta (AID)

Na área de influência direta do futuro empreendimento, o solo característico de abrangência é denominado de Solo Litólico Re7 – Associação de Solos Litólicos Eutróficos de floresta subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato de rochas eruptivas básicas.

Esta variação do Solo Litólico caracteriza-se por sua muito pouca profundidade, alta suscetibilidade à erosão e presença de pedras na superfície. Este solo se bem manejado apresenta “boa” vocação natural para pastagens, pois possui boa fertilidade e não apresenta problemas com troca de alumínio.

A única área onde a profundidade do solo na AID direta é um pouco maior, possibilitando um certo nível de cultivos agrícolas, é na superfície de agradação deste trecho do rio Cavernoso.

10.2.5 Solos na área de influência indireta (AII)

Devido ao tamanho da área da bacia do Cavernoso e suas distinções geográficas presentes no ambiente, grandes são as variações dos tipos de solos ocorrentes na área. Os solos caracterizados no espaço geográfico em questão são:

a) LATOSSOLO ROXO

Esta classe abrange solos de cores vermelho-escura de tonalidades arroxeadas e matizes, preferencialmente 10R e/ou mais vermelhos, e teores de sesquióxidos de ferro (Fe2O3) entre 18 e 40%. São derivados de rochas básicas e sua massa apresenta grande suscetibilidade magnética. Na fração argila há expressiva dominância de hematita e pequenas quantidades de magnetita e nas frações mais grosseiras há dominância de ilmenita e magnetita. Apresentam textura argilosa ou muito argilosa e a estrutura é tipicamente constituída por estruturas granulares ultrapequenas e fortemente desenvolvidas, apresentando aspecto de maciça porosa *in situ*. É usual ocorrer mudanças de coloração da superfície do solo descoberto e nos barrancos de estradas, em função do ângulo de observação e/ou incidência dos raios solares. Também é comum se encontrar, na massa do solo, concreções muito pequenas de manganês, que efervescem quando adicionados a água oxigenada. Nesta classe de solos é mais comum a ocorrência de indivíduos com boa fertilidade natural, o que os qualifica como eutróficos, comum nas áreas de derrame do Trapp. Quatro variações do Latossolo Roxo foram diagnosticadas na área de interesse; são elas:

i. LRa6 – Latossolo Roxo Álico A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo suave ondulado;

ii. LRd3 - Latossolo Roxo Distrófico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado;

iii. LRd4 - Latossolo Roxo Distrófico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado;

iv. LRd8 - Latossolo Roxo + Cambissolo Distrófico Tb substrato rochas do derrame do Trapp ambos A proeminente textura argilosa floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

b) LATOSSOLO BRUNO

Esta classe compreende solos de cores brunadas com matiz, preferencialmente, da ordem de 5YR. Estes solos são derivados de derrame basáltico ou de rochas alcalinas. No caso de solos derivados de rochas basálticas, podemos dizer que são as contrapartes dos latossolos roxos desenvolvidos sob condições de clima subtropical. A cor Bruna e/ou vermelho-amarelada do horizonte Bw, reflete a

predominância de goetita sobre a hematita. Na fração argila há predominância de haloisita entre os argilo-minerais, a caolinita se apresenta desordenada (mal cristalizada) e também há ocorrência regular de vermiculita com hidróxido de alumínio inter-lamelar. A estrutura do horizonte Bw é em blocos subangulares fraca e moderadamente desenvolvida e apresenta muito pouca atração pelo ímã. O horizonte A tem altos teores de matéria orgânica, porém não apresenta coloração escura devido ao clima.

Este solo está associado a paisagens planas e suavemente onduladas, sob vegetação subtropical. São encontradas na área de estudo quatro variações do Latossolo Bruno, são elas:

i. LBa1 – Latossolo Bruno Álico A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado;

ii. LBa2 - Latossolo Bruno Álico A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo suave ondulado;

iii. LBa3 – Associação Latossolo Bruno Álico relevo suave ondulado + Cambissolo Álico Tb relevo ondulado substrato rochas do derrame do Trapp ambos A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia;

iv. LBa4 – Associação Latossolo Bruno Álico relevo suave ondulado + Cambissolo Álico Tb relevo suave ondulado de vertentes curtas substrato rochas do derrame do Trapp ambos A proeminente textura argilosa fase campo subtropical.

c) CAMBISSOLO

São quatro as unidades de variações do solo tipo cambissolo que ocorrem na área de estudo; são elas:

iv. Ca20 – Cambissolo Álico Tb relevo fortemente ondulado substrato de rochas do derrame do Trapp + Latossolo Roxo Álico em relevo ondulados ambos A proeminente de textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia;

v. Ca21 – Associação Cambissolo Álico Tb relevo forte ondulado com substrato de rochas do derrame do Trapp + Terra Bruna Estruturada Álica ambos A

proeminente textura argilosa na fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado;

vi. Ca30 – Associação Cambissolo Álico Tb fase floresta subtropical perenifólia + solos Litólicos Álicos fase floresta subtropical subperenifólia ambos A proeminente textura argilosa, relevo suave ondulado de vertentes curtas e substrato de rochas do derrame do Trapp;

vii. Ca32 – Associação Cambissolo Álico Tb fase floresta subtropical perenifólia + solos Litólicos Álicos fase floresta subtropical subperenifólia ambos A proeminente textura argilosa fase pedregosa relevo ondulado substrato de rochas do derrame do Trapp.

d) SOLOS LITÓLICOS

Os Solos Litólicos são os que apresentaram na região de estudo, maiores diferenciações dentre suas unidades, na ordem de cinco, foram elas:

i. Re7 – Associação de Solos Litólicos Eutróficos de floresta subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato de rochas eruptivas básicas combinado com Terra Roxa Estruturada Eutrófica de floresta subtropcial perenifólia relevo forte ondulado ambos A chernozênico textura argilosa e fase pedregosa;

ii. Rd6 - Associação de Solos Litólicos Distróficos textura argilosa pedregosa substrato rochas do derrame do Trapp + Solos Litólicos Distróficos textura média substrato siltitos e arenitos finos ambos A proeminente fase floresta subtropical subperenifólia relevo montanhoso e escarpado;

iii. Ra9 - Associação de Solos Litólicos Álicos + Cambissolo Álico Tb ambos A proeminente textura argilosa fase pedregosa floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas de derrame do trapp;

iv. Ra16 - Associação de Solos Litólicos Álicos A proeminente textura argilosa fase pedregosa campo subtropical relevo suave ondulado de vertentes curtas substrato rochas do derrame do Trapp + Afloramentos de Rochas do derrame do Trapp + Cambissolo Álico Tb A proeminente textura argilosa fase pedregosa campo subtropical relevo suave ondulado de vertentes curtas substrato rochas do derrame do Trapp;

v. Ra17 - Associação de Solos Litólicos Álicos A proeminente textura argilosa fase pedregosa floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato rochas do derrame do Trapp + Afloramentos de Rocha de derrame do Trapp.

10.3 Aptidão Agrícola

Na presente avaliação, foi adotada à metodologia do sistema de interpretação desenvolvido por BENNEMA *et al*. (1965) e ampliado por Ramalho Filho *et al* (1978), com atualização feita por Ramalho Filho & Beek (1995). Trata-se de um sistema voltado inteiramente para avaliação das potencialidades agrícolas das terras, desconsiderando aspectos de preservação e conservação ambiental.

Na avaliação das condições das terras, torna-se necessário comparar os cinco fatores básicos: deficiência de fertilidade natural, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, com uma terra hipotética considerada ideal, com ótimas condições para o desenvolvimento de várias culturas climaticamente adaptadas.

As condições agrícolas das terras, em geral, não se apresentam ótimas para o desenvolvimento de diversas culturas em relação a um ou mais fatores básicos relacionados acima. As discrepâncias entre várias terras e a terra ideal hipotética são consideradas como desvios ou limitações.

Na avaliação da deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, são admitidos os graus de limitação: Nulo, Ligeiro, Moderado, Forte e Muito Forte.

10.3.1. Níveis de manejo considerados

Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance dos agricultores, num contexto específico, técnico, social e econômico, são considerados três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas em diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentam as terras, em cada um dos níveis abordados.

Somado aos níveis de manejo estão grupos, subgrupos e classes de aptidão agrícola das terras.

Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipo de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavoura, conforme os níveis de manejo.

O subgrupo é resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras.

As classes expressam a aptidão das terras para um determinado tipo de utilização comum, nível de manejo definido, dentro do subgrupo aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras. Assim, a descrição destes níveis de manejo são as seguintes:

a) Nível de Manejo A

Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

b) Nível de Manejo B

Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela "modesta" aplicação de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal. Este sistema não leva em consideração a irrigação, que não está incluída entre as práticas de melhoramento previstas.

c) Nível de Manejo C

Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela intensiva aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, a mecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

O comportamento das terras é avaliado para lavouras nos níveis de manejo A, B e C, para pastagem plantada e silvicultura no nível de manejo B e para pastagem natural no nível de manejo A. Assim, de forma a contemplar diferentes possibilidades de utilização das terras em função dos níveis de manejo adotados, o sistema de classificação é estruturado em grupos, subgrupos e classes de aptidão.

10.3.2 Categorias do sistema

O grupo de aptidão identifica o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão. São reconhecidos seis grupos, representados pelos algarismos de 1 a 6, em escala decrescente, segundo as possibilidades de utilização das terras. Os grupos de aptidão 1, 2 e 3 indicam as terras mais adequadas para lavouras, além de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão conforme os níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam os tipos de utilização: respectivamente, pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural, e preservação da flora e fauna, independente da classe de aptidão.

As limitações que afetam os diversos tipos de utilização aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo conseqüentemente as alternativas de uso e a intensidade com que com as terras podem ser utilizadas.

10.3.3 Subgrupos de aptidão agrícola

A categoria de subgrupo é adotada para atender as variações que se verificam dentro do grupo. Representam, dentro de cada grupo, o conjunto das classes de aptidão para cada nível de manejo, indicando o tipo de utilização da terra. Em certos casos, o subgrupo refere-se somente a um nível de manejo, relacionado a uma única classe de aptidão agrícola.

a) CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA

As classes de aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização (lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural), com relação a um dos três níveis de manejo considerados, refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

Classe Boa – terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz expressivamente a produtividade ou os benefícios e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular – terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios,

elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe boa.

Classe Restrita – terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta – terras não adequadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização.

b) SIMBOLIZAÇÃO

A simbologia adotada tem como objetivo precípuo permitir a apresentação, em um só mapa, da classificação da aptidão agrícola das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo. Nesta representação são utilizados, em conjunto, números e letras.

Os algarismos de 1 a 6, como anteriormente mencionado, referem-se aos grupos de aptidão agrícola e indicam o tipo de utilização mais intensivo permitido, tal como:

1 a 3 – terras indicadas para lavouras;

4 – terras indicadas para pastagem plantada;

5 – terras indicadas para silvicultura e/ou pastagem natural e;

6 – terras indicadas para preservação da flora e da fauna.

As letras que acompanham os algarismos são indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, como indicação dos diferentes tipos de utilização. As letras A, B e C referem-se à lavoura, P à pastagem plantada e N à pastagem natural, e podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, representando, respectivamente, a classe de aptidão boa, regular ou restrita para o tipo de utilização considerado. Ao contrário das demais, a classe inapta não é representada por símbolos. Sua indicação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado, o que indica, na simbolização do subgrupo, não haver aptidão agrícola para uso mais intensivo. Esta situação não exclui, necessariamente, o uso da terra com um tipo de utilização menos intensivo.

10.3.4 Análise da aptidão agrícola na área de influência direta

A Área de Influência Direta apresenta-se associada a Solos Litólicos tipo Ra17, em relevo vigoroso e acidentado, “encaixado” num ambiente litológico formado por rochas basálticas, formado por encostas que acompanham o rio Cavernoso e seus afluentes, faz com que a área em apreço seja qualificada como pertencente ao Grupo 3 – aptidão restrita para lavouras, em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C e ao subgrupo 3(ab), ou seja, aptidão agrícola restrita nos níveis de manejo A e B, conforme pode ser observada no Anexo G – Apdidão Agrícola das Terras da bacia.

Nas observações em campo e utilização atual do solo, é possível verificar que a margem esquerda daquele trecho do rio Cavernoso é mais apta a cultivos agrícolas que a margem direita, especialmente nas áreas mais aplainadas da superfície de agradação do rio.

10.3.5 Análise da aptidão agrícola na área de influência indireta

Na Área de Influência Indireta, são observadas várias diferenciações quanto as classes de aptidão. Isto ocorre devido à sua extensão e diferenciações de solo, relevo, dentre outros fatores.

Assim, na área da bacia do Cavernoso ocorrem os seguintes grupos:

Grupo 1 – aptidão boa para lavouras, em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C. Com subgrupos 1”(a)BC – aptidão boa nos níveis de manejo B e C, e 1”(a)Bc e 1” aBc – aptidão boa no nível de manejo B. Este grupo esta associado a áreas de solo latossolo roxo de melhor condição, nas áreas de relevo mais suaves da bacia hidrográfica, a litologia local é basicamente basáltica, porém algumas porções do tipo 1”(a)BC, sofrem nuances das unidades ácidas.

Grupo 2 – aptidão regular para lavouras, em pelo menos um dos níveis de manejo A, B e C, com subgrupos 2”(b)c – aptidão regular no nível de manejo C, e 2”bc – aptidão regular nos níveis de manejo B e C. Está associado a ambientes pedológicos ligados a Latossolo Roxo de menor fertilidade e Latossolo Bruno, em relevo de ondulação suave e ondulado dos terrenos mais altos e passíveis de uso com lavouras mecanizadas. A litologia está associada a ambientes de basalto.

Grupo 3 – aptidão restrita para lavouras, em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C, com subgrupos 3(bc) – aptidão restrita nos níveis de manejo B e C, e subgrupo 3(ab) – aptidão restrita nos níveis de Manejo A e B. Este grupo acompanha a configuração do relevo acidentado da bacia, estando vinculado às encostas do rio cavernoso e de seus afluentes. A associação pedológica deste grupo está ligada a solos litólicos de boa fertilidade e Solos Cambissolos.

Grupo 4 – aptidão boa, regular ou restrita para pastagem plantada, com subgrupo 4P – aptidão boa para pastagem plantada. Esta classificação ocorre em porções menores da bacia, estando associada a Latossolo Brunos e Cambissolos.

Grupo 5 – aptidão boa, regular, restrita ou sem aptidão para silvicultura e/ou pastagem natural, consideradas como tipos de utilização dos níveis de manejo B e A respectivamente, com subgrupos 5n – aptidão regular para pastagem natural, e subgrupo 5s aptidão regular para silvicultura; sem aptidão para pastagem natural. Está associado a ambientes pedológicos de Solos Litólicos e Cambissolos, de ocorrência basáltica e em geral próximos a trechos de rios de primeira e segunda ordem.

Grupo 6 – sem aptidão agrícola, a não ser em casos especiais, indicadas para preservação da flora e da fauna ou para recreação, com subgrupo 6 sem aptidão agrícola. Esta associado às áreas circunvizinhas do rio Cavernoso e alguns de seus afluentes, em Solos Litólicos.

10.4 Uso e Ocupação do Solo

O Conhecimento das principais utilizações ou usos do solo se caracteriza como um instrumento de avaliação das atividades existentes em uma determinada área ou região. Quando integrado a outras informações como tendência do mercado agrícola, projetos de assentamento, pedologia, aptidão agrícola e forma de relevo, torna-se um precioso indicador socioeconômico e ambiental, permitindo projeções futuras quanto a perspectivas de mudanças ou desenvolvimento de uma região.

São identificadas na área em apreço, remanescentes florestais distribuídos irregularmente em toda a região, de forma esparsa. Na AID estes remanescentes florestais são bastante reduzidos e sobre-explorados. Também são verificadas áreas utilizadas para pastagens e áreas de agriculturas, que apresentam sazonalidade temporal e espacial bastante significativa de ano para ano.

Para elaboração do levantamento do uso e ocupação do solo foram consultadas as pesquisas mais recentes e disponíveis para a região da bacia hidrográfica do rio Cavernoso, sendo utilizado o “Inventário do Rio Cavernoso” (COPEL, 2004) e ainda o apoio de imagem de satélite LANDSAT 7 ETM+ com quinze metros de resolução. Também foi efetuada análise de campo para identificação dos usos do solo na AID, face sua pequena extensão.

10.4.1 Classes Mapeadas de Ocorrência

As classes mapeadas basearam-se no sistema de classificação do Sistema de Informações para Planejamento Ambiental da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Este sistema agrupa as classes de ocorrência de acordo com sua predominância, como: floresta em estágio médio ou avançado, floresta em estágio inicial, pastagem, agricultura cíclica, além de áreas urbanas e de superfícies de água. Também foram diferenciadas as florestas ciliares

Assim, resultou que nas áreas de influência tanto direta como indireta, o ambiente encontra-se bastante antropizado, com a mata original derrubada já no processo histórico de ocupação da região, o qual foi acelerado na intensificação de “frentes agrícolas” para o local.

Atualmente, a região compõe-se de grandes áreas agrícolas e agropastoris, formada por plantações cíclicas e pastagens. A vegetação tipo floresta tem ocorrência dispersa, sendo o maior remanescente localizado na região de Cantagalo.

Basicamente em toda a bacia do Cavernoso a mata ciliar foi substituída por plantações. A vegetação secundária apresenta pouca regeneração natural de extrato superior devido à atividade pastoril, dispersa entre as áreas agrícolas.

Quanto à área diretamente afetada há ocorrência de pequena faixa de floresta ciliar, com predominância de uso do solo por agricultura e pastagem. O cultivo predominante da área é o milho. Quanto às áreas residências, estas encontram-se bastante dispersas sobre o local.

Para melhor expor a utilização e ocupação do solo, foi elaborado o Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Anexo H, que, juntamente com a Imagem de Satélite da área – Anexo I, pode dar uma real noção da situação local.

10.5 Qualidade da Água

A qualidade da água pode ser alterada por processos naturais ou por atividades desenvolvidas pelo homem na bacia hidrográfica. Os principais fatores que intervem diretamente na alteração da qualidade da água podem ser classificados como geológicos, hidrológicos e biológicos. A decomposição de biomassa, a salinização do solo, a decantação de sedimentos, a presença de elementos nocivos, como por exemplo, matéria orgânica, nutrientes, óleos, graxas, dejetos, são alguns fatores que podem contribuir para a degradação do ecossistema aquático.

O monitoramento da qualidade da água é realizado através da análise de suas características físicas, químicas e biológicas. Através do conhecimento destas características é possível avaliar se a qualidade da água é adequada aos usos desejados, à manutenção do ecossistema e à legislação pertinente.

O estudo de qualidade da água permite atingir, dentre outros, os seguintes objetivos:

i. Determinar e avaliar as características físico-químicas e biológicas das águas de superfície, que estão relacionadas aos principais usos de água na região;
ii. Auxiliar nos estudos de impacto ambiental e subsidiar a elaboração de planos de monitoramento e propostas de ações;
iii. Prognosticar as possíveis alterações na qualidade do corpo hídrico advindos da implantação e operação do empreendimento.

10.5.1 Metodologia

A qualidade de um corpo hídrico é variável com o tempo, sendo passiva a alterações naturais sazonais (clima, ciclo hidrológico, geologia, entre outros) e antrópicas (uso do solo, esgoto, etc). Assim, o monitoramento de qualidade da água deve ser conduzido periodicamente, para que seja capaz de identificar essas alterações.

Para a avaliação da qualidade da água da bacia do rio Cavernoso foram empregados dados das estações E1, E2 e E3, dados esses que a Copel monitora e emite relatórios ao órgão ambiental. Não se identificou monitoramento contínuo existente em outros pontos da bacia.

A estação E1 está localizada a montante do reservatório da Usina Cavernoso

(PCH Cavernoso I), no rio Cavernoso. A distância entre esta estação e o eixo da barragem da PCH Cavernoso II é de 700 m.

A estação E2 está localizada no reservatório da Usina Cavernoso, a cerca de 500 m da barragem, e a E3 encontra-se no rio Cavernoso a 500 m a jusante do reservatório. Cabe lembrar que a água turbinada pela PCH Cavernoso II será lançada a jusante da estação E3. A Figura 17 apresenta a localização das estações de monitoramento da Usina Cavernoso.

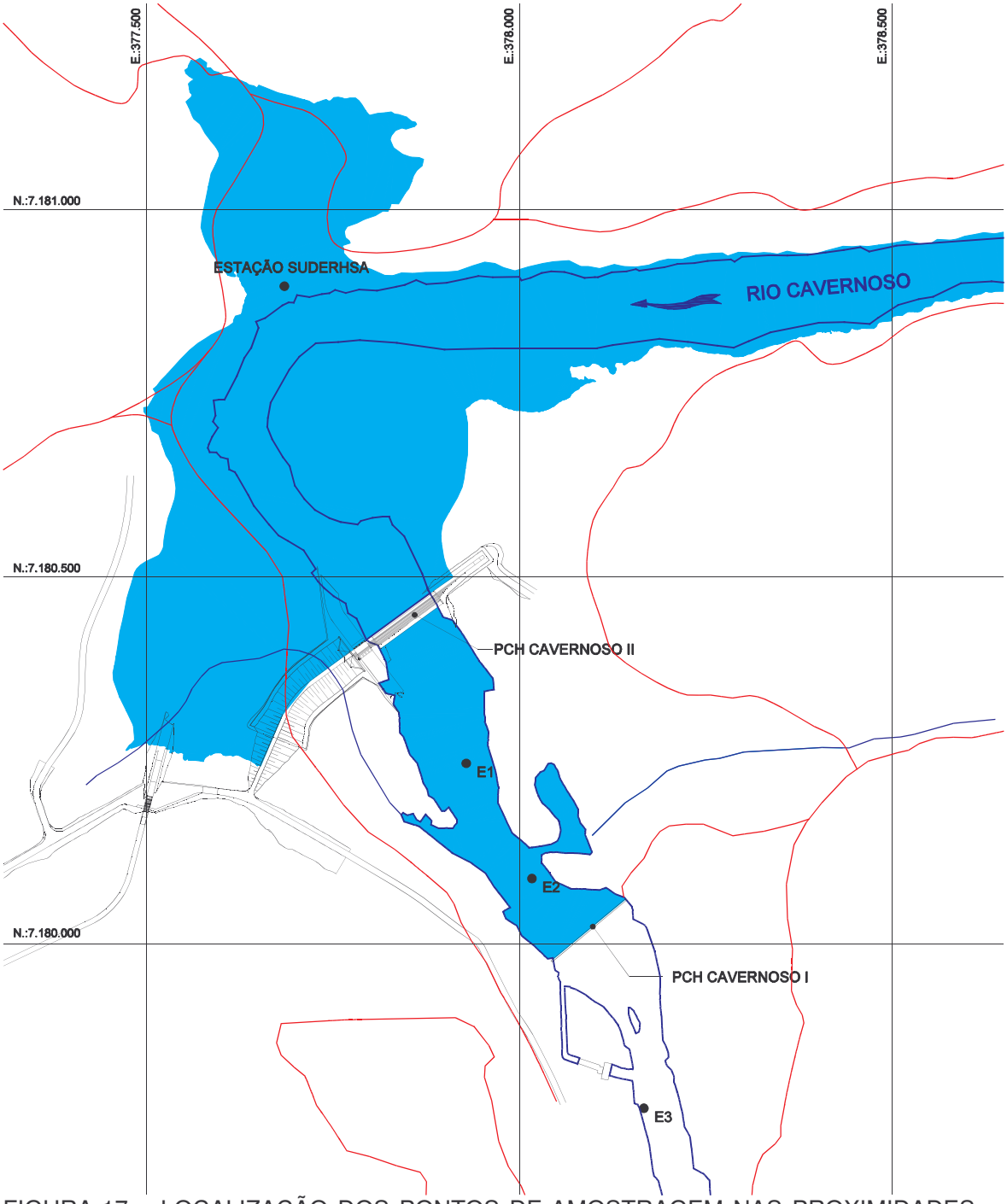


FIGURA 17 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS PROXIMIDADES DA PCH CAVERNOSO II, COM A PROJEÇÃO DA ÁREA DE INUNDAÇÃO DO FUTURO RESERVATÓRIO.

10.5.2 Coleta e Análise das Amostras

Para atender a legislação e variáveis que possam auxiliar em estudos ambientais, a Copel desde 2003 monitora trimestralmente dados de análises físico-químicas e biológicas.

Os parâmetros analisados atendem tanto ao cálculo do IQA e do IQAR e a resolução Conama 357/05. Dentre os parâmetros analisados encontram-se: temperatura do ar e da água, oxigênio dissolvido e % de saturação de oxigênio dissolvido, profundidade do disco de secchi, pH, condutividade, fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, turbidez, coliformes totais e termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio. A estação E2 apresenta maior quantidade de dados monitorados, já que trata-se do reservatório, possibilitando análise de elementos como clorofila-a, fitoplâncton, cianobactérias, série nitrogenada e outros.

As amostragens foram do tipo manuais e efetuadas a meio caminho da margem do rio, aproximadamente 30 cm abaixo da superfície, como determina a Norma Técnica NBR 9898 - “Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores”. Na estação E2, além da amostragem da superfície, é possível coletar em outras profundidades de acordo com o valor obtido do disco de Secchi.

Para a preservação de amostras e a realização dos procedimentos analíticos, tanto em campo quanto em laboratório, segue-se a metodologia apresentada no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA) e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR-9798 e NBR-9898).

As análises são realizadas em laboratórios confiáveis os quais emitem certificados de qualidade, possibilitando assim a obtenção de dados seguros.

10.5.3 Critérios Utilizados para a Interpretação dos Resultados

No presente relatório, será descrito dados da estação E1, uma vez que ela continuará sendo a entrada tanto para a Usina Cavernoso I quanto para a Cavernoso II, e os dados da estação E2 para avaliar a influência do tempo de residência do reservatório na qualidade da água.

A interpretação dos resultados foi realizada pela comparação entre os dados obtidos nas análises, levando-se em conta o IQA e os parâmetros estabelecidos para cada classe do rio conforme Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005.

A Resolução CONAMA 357/05 determina limites físicos, químicos e biológicos a serem atingidos nos corpos hídricos através do estabelecimento de classes de qualidade, que segundo a própria resolução consiste do conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros.

De acordo com a Portaria Surehma nº 005 de 19 de setembro de 1991, os cursos d'água da bacia do rio Iguaçu nos domínios do estado do Paraná, com algumas exceções, foram enquadrados como pertencentes à classe 2.

Os usos a que se destinam as águas de classe 2, conforme a Resolução CONAMA 357/05, são:

- ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

10.5.4 Diagnóstico da Qualidade da Água na Estação E1

10.5.4.1 - IQA – Índice de Qualidade de Água

Após a implantação de uma rede de monitoramento das águas superficiais, existe a geração de uma grande quantidade de dados analíticos, tornando-se difícil a sua avaliação e compreensão. Buscando sintetizar e facilitar a análise dos dados, foram criados índices que procuram expressar a qualidade da água.

O índice de qualidade de água – IQA foi desenvolvido pela “National Sanitation Foundation” dos EUA e adaptado para padrões brasileiros pela CETESB. É composto pela análise e compilação de 9 parâmetros: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais (termotolerantes), temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

O cálculo do IQA é efetuado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes às seguintes variáveis:

TABELA 27 - PESOS DOS PARÂMETROS PARA A FORMAÇÃO DO IQA

Parâmetro	Peso
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

O IQA é determinado pelo produto ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro, conforme a expressão:

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} qi^{wi}$$

IQA – Índice de qualidade de água

Qi – qualidade do i-ésimo parâmetro (obtida nas curvas)

Wi – peso relativo do i-ésimo parâmetro ($\sum_{i=1}^{n} wi = 1,0$)

TABELA 28 – CLASSIFICAÇÃO CONFORME OS VALORES DO IQA

IQA	Classificação	Classe do rio
0 - 19	Qualidade péssima	Excede classe IV
20 - 36	Qualidade ruim	Excede classe IV
37 - 51	Qualidade aceitável	Classe IV
52 - 79	Qualidade boa	Classe II e III
80 - 100	Qualidade ótima	Classe I

Fonte : SUDERHSA, CETESB

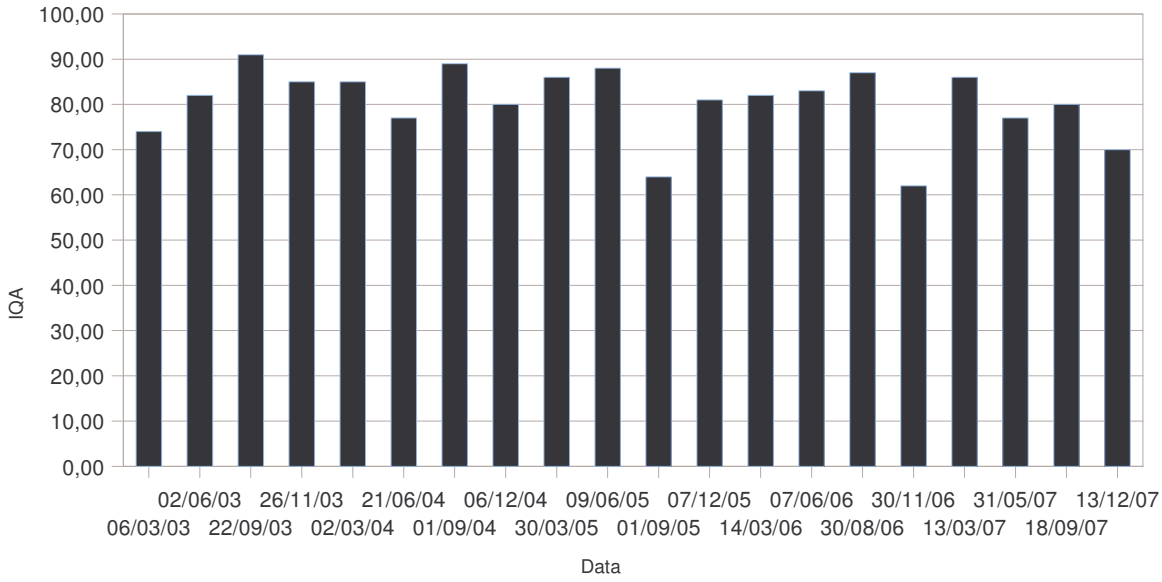
A qualidade da água bruta pode ser avaliada conforme o valor do IQA.. Na composição do IQA não são considerados os elementos tóxicos como poluentes químicos, orgânicos e metais pesados.

A Tabela 29 apresenta os dados monitorados na estação E1, incluindo os parâmetros utilizados para o cálculo do IQA. Os valores em desacordo com a legislação, segundo a Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2,

estão assinalados em negrito.

Os valores obtidos para IQA (Gráfico 12) estiveram entre 62 e 91, indicando águas de BOA e ÓTIMA qualidade, passíveis de potabilização segundo os padrões da CETESB desde que não apresentem qualquer nível de toxicidade.

GRÁFICO 12 – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA ESTAÇÃO E1 (2003-2007)



Os menores valores de IQA ocorridos no período monitorado estão relacionados a altos valores de sólidos totais, fósforo total e demanda bioquímica de oxigênio, na amostragem de setembro de 2005, e a altos valores de coliformes fecais, fósforo total, nitrogênio total, na amostragem de novembro de 2006.

TABELA 29: RESULTADOS ANALÍTICOS DAS ÁGUAS DE SUB-SUPERFÍCIE NA ESTAÇÃO E1 (2003-2007).

Parâmetro		Data da Coleta																			
	Limites*	06/03/03	02/06/03	22/09/03	26/11/03	02/03/04	21/06/04	01/09/04	06/12/04	30/03/05	09/06/05	01/09/05	07/12/05	14/03/06	07/06/06	30/08/06	30/11/06	13/03/07	31/05/07	18/09/07	13/12/07
Temperatura do ar (°C)	-	24,9	16,2	19,9	21,9	27,5	14,2	26,0	25,0	20,0	13,2	14,5	17,8	22,3	15,8	10,9	18,9	24,8	8,6	17,5	33,8
Temperatura da água (°C)	-	22,7	12,6	19,2	22,0	24,8	15,0	21,9	24,5	23,9	16,5	18,0	22,1	24,3	17,5	14,5	22,6	25,0	11,7	20,2	25,2
OD (mg/L)	**≥ 5,0**	6,9	9,3	7,9	7,5	7,5	9,2	7,4	7,4	7,8	9,1	9,0	8,0	7,7	8,7	10,7	8,0	7,0	9,0	8,1	7,0
%OD Saturação	-	85,4	93,3	91,3	91,6	96,0	96,8	89,7	94,2	98,1	98,8	100,7	97,5	98,0	96,0	111,0	98,0	89,5	88,0	94,7	90,2
Disco de Secchi (m)	-	0,8	0,5	0,4	0,6	0,4	1,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	-	0,6	0,4	0,1	0,9	0,4	1,6	0,3
pH	**6,0 a 9,0**	7,4	7,4	7,7	7,8	8,4	7,5	8,5	8,2	7,9	7,5	7,2	7,4	7,9	7,8	7,4	8,0	7,5	7,2	7,8	7,8
Condutividade (µS/cm)	-	39	35	48	30	41	29	30	29	46	34	33	30	47	51	51	37	42	28	51	30
Fósforo Total (mg/L)	**≤ 0,1**	0,06	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	**0,15**	0,02	<0,01	0,01	0,03	0,09	0,03	0,04	0,01	0,06
Nitrogênio Total (mg/L)	**≤ 2,18**	0,5	0,6	1,7	1,0	0,5	1,2	0,6	1,7	0,7	<0,5	1,6	<0,5	0,5	1,1	1,3	**4,0**	0,6	0,9	0,8	1,1
Sólidos Totais (mg/L)	-	52	34	21	37	36	36	33	48	39	39	108	34	44	37	46	86	43	44	39	56
Turbidez (NTU)	**≤ 100**	24	11	3	15	2	9	8	7	2	8	48	8	-	-	-	-	4	17	2	23
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	-	3.000	470	4	2.400	2.000	1.500	110	240	1.500	230	13.000	580	1.100	260	6	3.300	34.000	24.000	2.200	3.300
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	**≤ 1.000**	110	30	<2	2	14	140	2	49	18	11	430	34	17	42	<1	**2.300**	10	130	47	330
DBO (mg/L)	**≤ 5,00**	3,49	2,28	1,09	4,87	1,86	3,37	<1,00	3,02	2,15	<1,00	**7,46**	4,46	**5,78**	2,82	**6,01**	<2,00	<2,00	<2,00	4,97	4,87
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,96	6,00	18,50	16,96	8,96	23,97	16,00	17,07
IQA	-	74	82	91	85	85	77	89	80	86	88	64	81	82	83	87	62	86	77	80	70
Vazão Média Diária (m^3/s)	-	45,93	9,98	6,74	55,08	5,50	47,16	14,07	29,47	2,90	16,50	95,30	21,00	4,46	2,79	4,14	29,47	9,98	69,71	3,58	38,51
Precipitação (mm)**	-	9,70	43,20	0,00	51,40	0,90	0,00	0,00	3,60	3,80	0,00	115,70	26,80	0,00	9,80	12,50	59,70	37,60	19,80	3,60	65,80

* Estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, para rios de classe 2

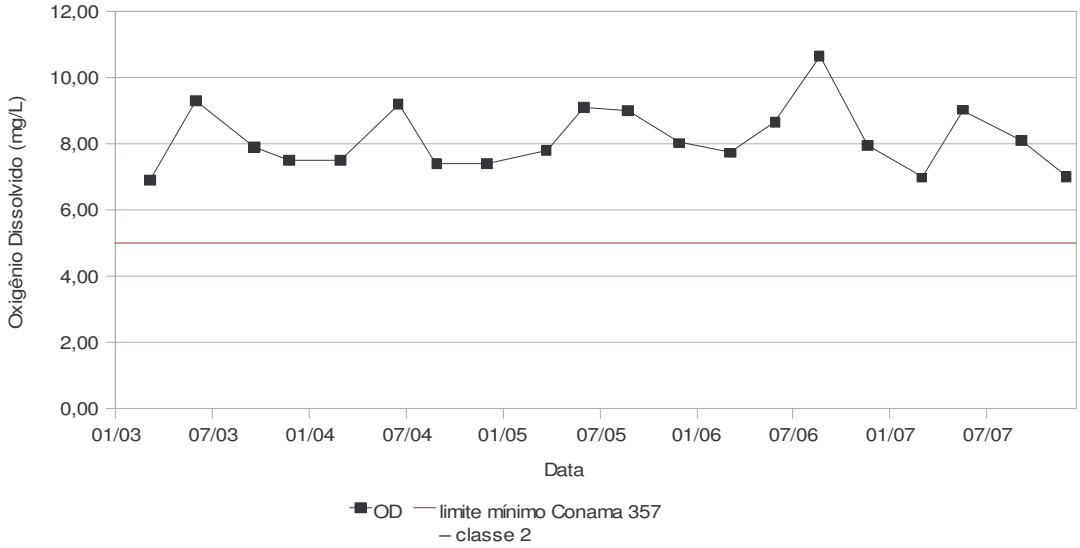
** Precipitação acumulada do dia da coleta, dois dias antes e depois

10.5.4.2 - Oxigênio Dissolvido - OD

Os níveis de oxigênio dissolvido indicam a capacidade de um corpo d'água manter a vida aquática. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Como característica principal deste parâmetro destaca-se o fato de que o aumento da poluição provoca sua diminuição.

As concentrações de oxigênio dissolvido na estação E1 situaram-se entre 6,90 mg/L e 10,65 mg/L, acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 de 5,0 mg/l para águas de classe 2.

GRÁFICO 13 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (2003-2007).



10.5.4.3 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um corpo d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. A DBO surgiu com o objetivo de

quantificar a potencialidade de um determinado despejo em causar impacto em um corpo d'água, em termos de consumo de oxigênio.

Simplificadamente, o método consiste na incubação de uma amostra à 20°C por cinco dias, fazendo a medição da concentração de OD no início e no fim da incubação. A DBO é computada pela diferença entre as concentrações iniciais e finais de OD, e é também expressa como $DBO_{5,20}$.

A demanda de oxigênio é devida a três classes de materiais:

i. Matéria orgânica carbonácea usada como fonte de alimentação pelos organismos aeróbios;

ii. Nitrogênio oxidável derivado de nitritos, amônia e compostos de nitrogênio orgânico que servem de alimentação para bactérias específicas, Nitrosomonas e Nitrobactéria;

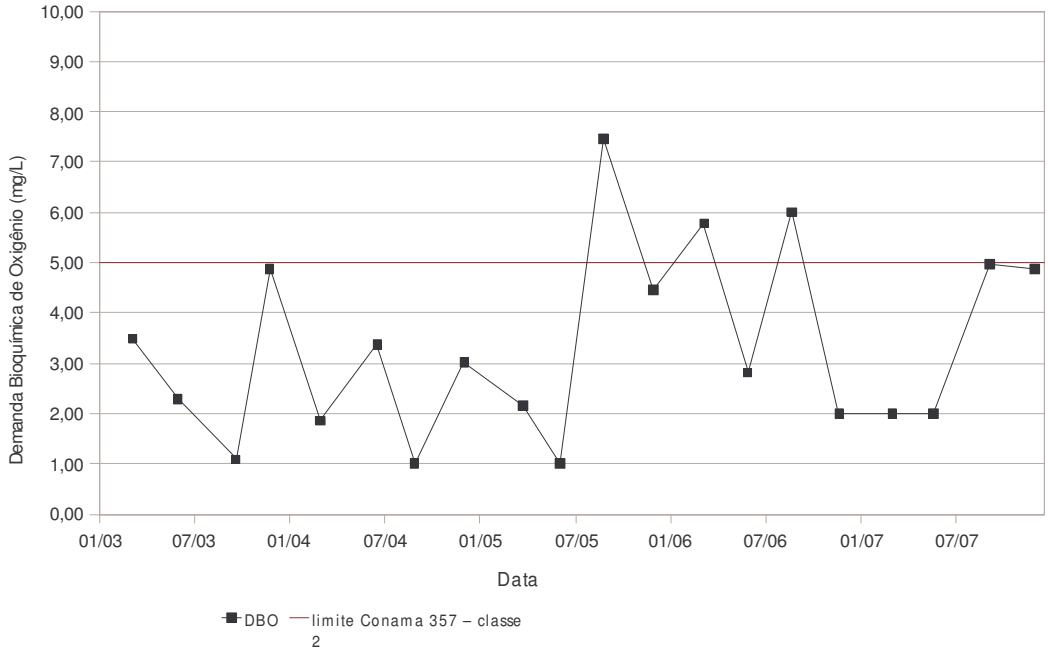
iii. Compostos redutores químicos, íon ferroso , sulfatos que são oxidados por oxigênio dissolvido.

Em ecossistemas naturais, a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Elevadas concentrações de matéria orgânica pode também resultar em um incremento da micro-flora e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de causar prejuízos à potabilidade e ao tratamento das águas.

Os principais elementos contribuintes com este tipo de poluição são os esgotos domésticos (ricos em proteínas, aminoácidos, amônia, gordura, açucares) e despejos industriais. Em áreas rurais a lixiviação do solo também pode contribuir para o aumento da DBO e a conseqüente redução de oxigênio dissolvido.

Os resultados obtidos indicaram baixos teores de DBO, com valores situados na maior parte do tempo abaixo de 5,0 mg/L, correspondente ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para a classe 2. Porém foram observados alguns valores que excederam ao limite da classe, referentes às amostras de setembro de 2005, março de 2006 e agosto de 2006, conforme pode ser observado na Tabela 03 e na Figura 03. O aumento da DBO pode estar relacionado à poluição difusa, ao crescimento populacional e aumento de despejos de efluentes na água e no solo.

GRÁFICO 14 - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (2003-2007).

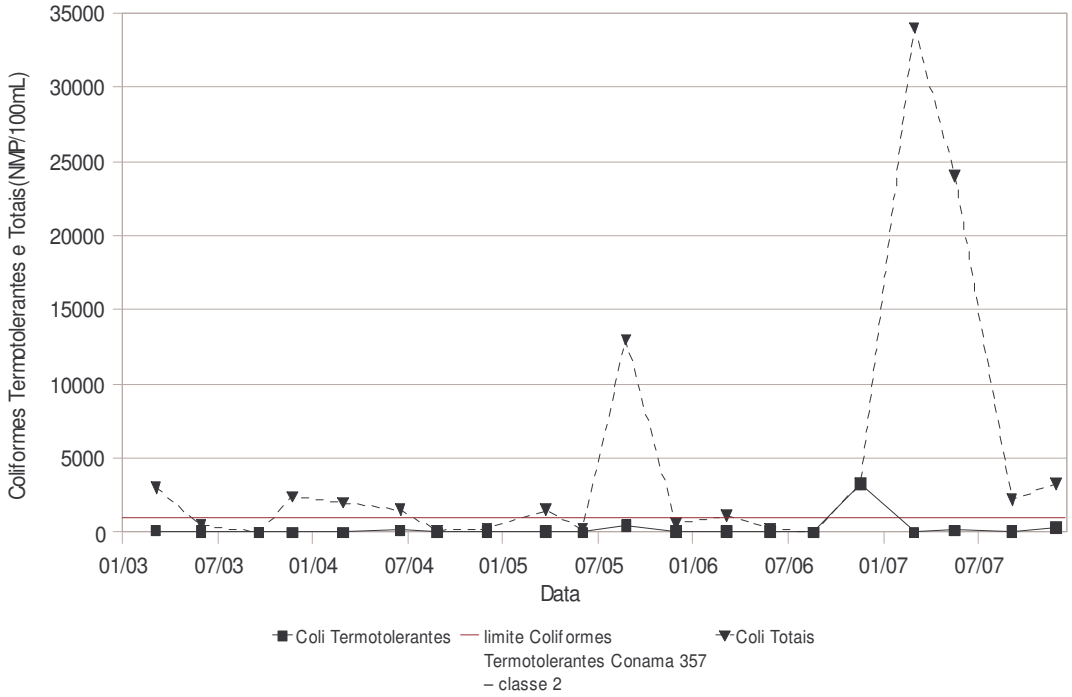


10.5.4.4 Coliformes Totais e Termotolerantes (*Escherichia coli*)

As bactérias coliformes, como a *Escherichia coli* e os estreptococos fecais (enterococos), são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância devido a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os resultados obtidos nas análises encontram-se apresentados na Tabela 29 e Gráfico 15. As concentrações de coliformes termotolerantes situaram-se abaixo do limite da Resolução CONAMA 357/05, que é de 1.000 NMP/100 mL, exceto na coleta de novembro de 2006. Não é estabelecido limite pela resolução para coliformes totais.

GRÁFICO 15 - COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS (2003-2007).



10.5.4.5 pH

As alterações do pH nas águas podem resultar em alteração do sabor da água, efeitos sobre a flora e fauna, corrosão ou incrustações em equipamentos e estruturas e aumento da toxidez de certos compostos tais como amônia, metais pesados, gás sulfídrico etc. Os valores mais favoráveis de pH são os mais próximos à neutralidade.

Os valores de pH do rio Cavernoso situaram-se entre 7,2 a 8,5, conforme pode ser observado na Tabela 29. Os valores estão de acordo com o intervalo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, de 6,0 a 9,0.

10.5.4.6 Nitrogênio e Fósforo

O processo de eutrofização é caracterizado pelo enriquecimento das águas com nutrientes, resultando na proliferação excessiva da flora aquática – algas e plantas aquáticas. Além de poder causar alterações na qualidade da água tais como

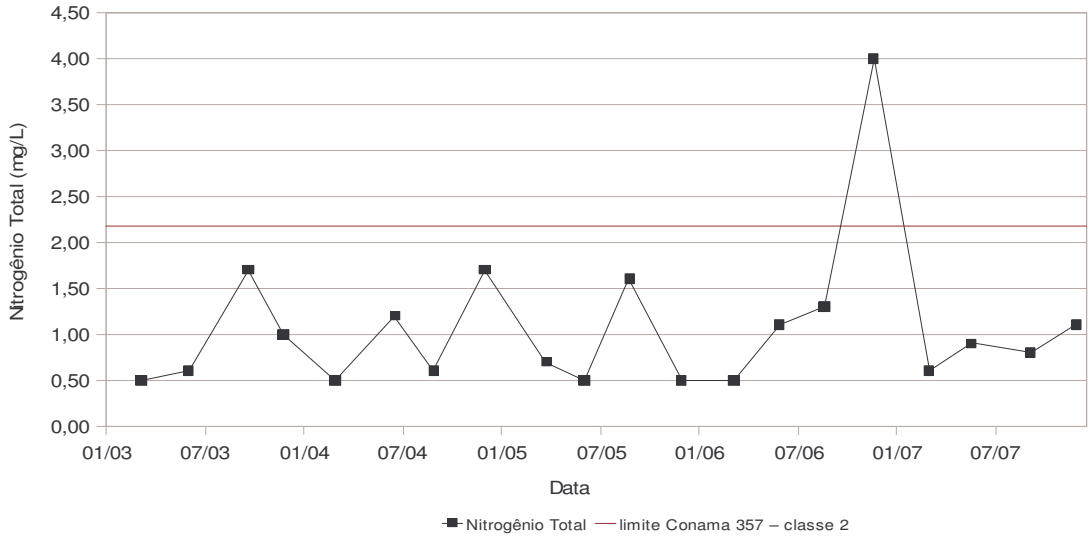
diminuição do teor de oxigênio dissolvido, alteração da cor, turbidez, cor, odor, sabor e presença de toxinas na água.

Os principais nutrientes causadores da eutrofização são o nitrogênio e o fósforo e, portanto, tratam-se de elementos limitantes. O aporte de nutrientes está associado à ocupação da bacia hidrográfica, seja pela urbanização ou por atividades agrícolas e industriais.

As concentrações limites segundo a Resolução CONAMA 357/05 para a classe 2 são de 2,18 mg/L para o nitrogênio total e de 0,1 mg/L para o fósforo total, ambos considerando o ambiente como lótico.

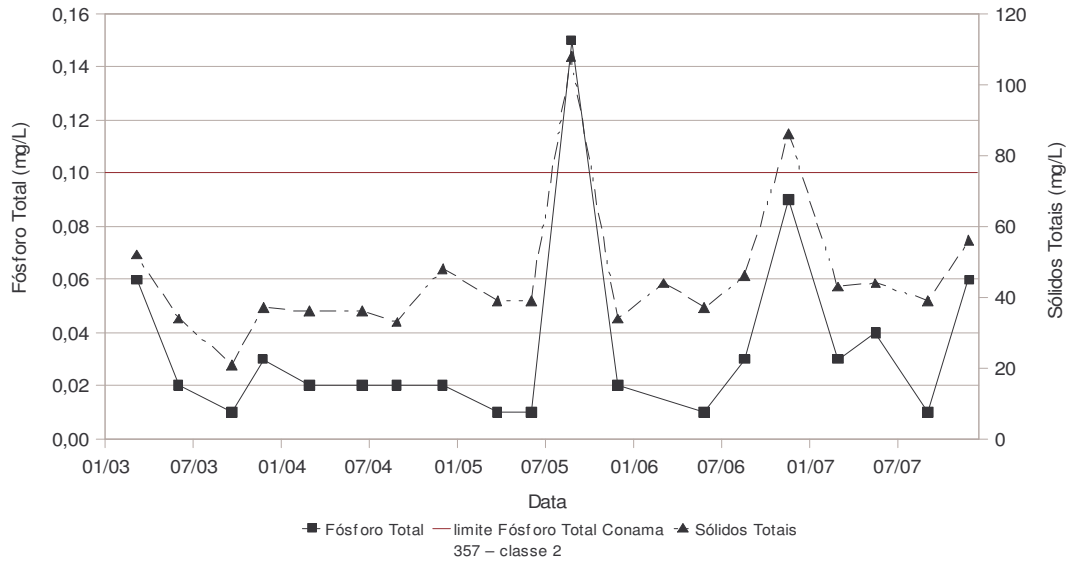
Os resultados das concentrações de nitrogênio total encontrados foram considerados bons com relação a qualidade da água, com variações entre 0,5 mg/L (limite de detecção) e 1,8 mg/l, com exceção da coleta de novembro de 2006 que apresentou a concentração de 4,0 mg/L (Gráfico 16).

GRÁFICO 16 - NITROGÊNIO TOTAL (2003-2007).



As concentrações de fósforo total resultaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, com exceção da coleta de setembro de 2005 (Gráfico 17). Este parâmetro apresentou correlação com sólidos totais, podendo ser um indicativo da influência da poluição difusa proveniente do escoamento superficial, especialmente de áreas agrícolas que utilizam fertilizantes.

GRÁFICO 17 - COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS FÓSFORO TOTAL E SÓLIDOS TOTAIS PARA O PERÍODO ENTRE 2003 E 2007.



10.5.4.7 Turbidez

A turbidez da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que advém de efluentes domésticos e industriais ou de processos erosivos. Desta maneira, a transmissão de luz na coluna d'água será menor, podendo criar uma zona afótica que impactará diretamente a produtividade primária e consequentemente os teores de oxigênio, afetando desta maneira o ecossistema aquático.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece o limite de 100 NTU para turbidez em rios de classe 2. A turbidez do rio Cavernoso apresentou resultados muito abaixo do valor limite, como pode ser observado na Tabela 29.

10.5.4.8 Sólidos Totais

Os sólidos totais são classificados em sólidos fixos e voláteis, onde se estará analisando o caráter orgânico e inorgânico do sólido, bem como também é classificados em dissolvidos e em suspensão.

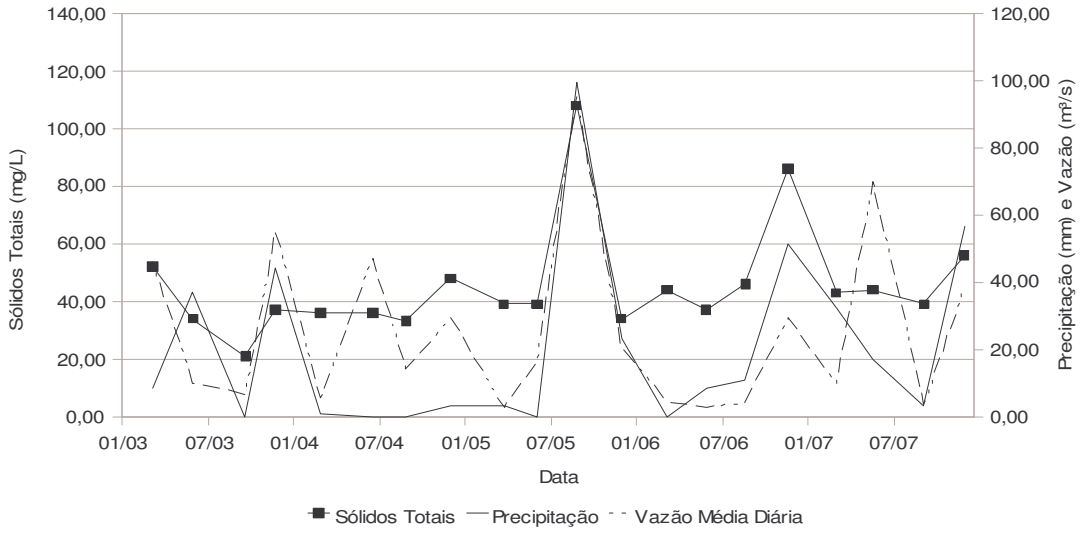
Os sólidos poderão causar danos aos peixes e à vida aquática. Uma dessas questões está no fato de eles poderem sedimentar no leito dos rios, afetando a fauna bentônica e podendo destruir ovos e ninhos de certas espécies de peixes.

Ao sedimentarem, os sólidos podem criar um ambiente propício ao desenvolvimento de bactérias anaeróbicas no fundo, pois entre as várias formas que poderão estar presentes encontram-se os resíduos orgânicos, e de bactérias aeróbicas próximo à superfície, devido a presença de matéria orgânica suspensa ou dissolvida. Além disso, altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, poderão estar presentes nesses sólidos, o que poderão auxiliar no processo de corrosão de estruturas.

Materiais erodidos provenientes de área da agricultura e pastagem, além de assorearem os corpos de água, carreiam para água nutrientes, agrotóxicos e outras formas de poluição, e poderão estar correlacionados a outros parâmetros de qualidade da água.

A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para sólidos totais. Contudo, para sólidos dissolvidos totais, o limite para a Classe 2 é de 500 mg/l. Nas análises foram verificadas concentrações médias abaixo de 50 mg/l, com exceção da coleta de setembro de 2005, que apresentou a concentração de 108 mg/L. Este parâmetro apresentou forte correlação com a vazão média diária e com a precipitação (valor acumulado da precipitação no dia da coleta, dois dias antes e dois dias depois), conforme pode ser observado no Gráfico 18.

GRÁFICO 18 - COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS SÓLIDOS TOTAIS, PRECIPITAÇÃO E VAZÃO MÉDIA DIÁRIA (2003 E 2007).



10.5.5 Influência do Reservatório na Qualidade da Água

A influência de reservatórios na qualidade da água está relacionada, entre outros fatores, a sua morfologia e características hidráulicas. Por exemplo, quanto menor o tempo de retenção e a área inundada, menor a ocorrência de processos de degradação da qualidade da água, como a eutrofização.

O reservatório da PCH Cavernoso II apresenta as seguintes características físicas e hidráulicas:

- Nível de água máximo normal: 560 m
- Área do reservatório: 0,43 km²
- Volume do reservatório: 1,5070 hm³
- Tempo de residência: 11,5 horas
- Profundidade média: 4,7 m
- Vazão média de longo termo: 36,35 m³/s

A Resolução CONAMA 357/05 classifica como ambiente lótico, ou seja, com características de rio, ambiente com tempo de residência menor que 2 dias. Desta forma, o reservatório da PCH Cavernoso II pode ser classificado como lótico.

Da mesma maneira, o reservatório da PCH Cavernoso I é classificado como ambiente lótico, apresentando pouca ou nenhuma influência sobre a qualidade da água do rio, conforme pode ser observado no relatório de automonitoramento elaborado pelo LACTEC à serviço da Copel, se assemelham muito as condições de montante e jusante.

10.5.5.1 IQAR – Índice de Qualidade de Água de Reservatório

O IAP (Instituto Ambiental do Paraná), tendo como base científica o estudo das condições de 19 reservatórios entre 1987 e 1994, Itaipu a partir de 1982 e Reservatório de Passaúna no início de 1983, estabeleceu padrões para avaliação da qualidade das águas, ao desenvolver um sistema capaz de classificar os reservatório de acordo com o seu comprometimento, indicando, quando necessário, medidas de saneamento e manejo, visando a conservação e/ou recuperação da qualidade das águas destes ecossistemas em função de seus usos.

Segundo IAP (2002), o método do IQAR visa conhecer as principais características ecológicas do reservatório, determinando em particular a qualidade das águas e sua tendência ao longo do tempo. Conforme o IQAR, o reservatório pode ser classificado em diferentes níveis de comprometimento (classes I a VI, que vão de não impactado a muito pouco degradado – Classe I, até extremamente poluído – Classe VI), demonstrando a atual situação da qualidade das águas. Portanto, com base no nível de eutrofização, analisado em conjunto com outros parâmetros físicos e químicos, é possível estabelecer padrões para a avaliação da qualidade das águas.

Para o cálculo do Índice da Qualidade de Água de Reservatório, as variáveis selecionadas receberam pesos distintos, em função de seus diferentes níveis de importância na avaliação da qualidade da água de reservatório:

TABELA 29-A - PESOS DOS PARÂMETROS PARA A FORMAÇÃO DO IQAR

Variáveis "i"	Pesos w_i
Déficit de oxigênio dissolvido- (%)*	17
Fósforo Total - (O_2-mg/l)**	12
Nitrogênio inorgânico total - (N- mg/l)**	08
Clorofila a - (mg/m^3)***	15
Profundidade Secchi - (metros)	12
Demanda Química de Oxigênio - DQO - (O2 - mg/l)**	12
Fitoplânton (diversidade e florações)**	08
Tempo de residência - (dias)	10
Profundidade média - (metros)	06

(*) média da coluna d'água; (**) média das profundidades I e II; (***) profundidade I

O IQAR é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$IQAR = \sum w_i . q_i / \sum w_i$$

Onde:

wi = pesos calculados para as variáveis "i"

qi = classe de qualidade de água em relação a variável "i" , q pode variar de 1 a 6

A qualidade da água é estabelecida em classes segundo seus níveis de comprometimento, apresentando normalmente as seguintes características:

- Classe I – não impactado a muito pouco impactado corpos de água saturados de oxigênio; concentração de nutrientes e matéria orgânica muito baixa; alta transparência das águas; densidade de algas muito baixa; pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.
- Classe II – pouco degradado corpos de água com pequena depleção de oxigênio dissolvido; baixa concentração de nutrientes e matéria orgânica; transparência das águas relativamente alta, considerando-se as características regionais; baixa biomassa fitoplanctônica; pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média.
- Classe III- moderadamente degradado corpos de água com depleção considerável de oxigênio dissolvido podendo ocorrer hipolimnio anóxico em determinados períodos; concentrações significativas de nutrientes e matéria orgânica; transparência das águas limitada; grande variedade e densidade de algas, sendo que algumas espécies podem ser predominantes; tendência moderada a eutrofização (corpos d' água mesotróficos); tempo de residência das águas considerável.
- Classe IV – criticamente degradado a poluído corpos d'água com depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido na coluna d'água; possibilidade de ocorrerem mortandades de peixes; concentrações significativas de nutrientes e matéria orgânica; baixa transparência das águas por fatores biogênicos; alta tendência a eutrofização (corpos d'água eutróficos); ocorrência de reciclagem de nutrientes; elevado tempo de residência das águas e/ou baixa profundidade média.
- Classe V – muito poluído corpos d'água com alto déficit de oxigênio dissolvido na coluna d'água; concentrações muito elevadas de matéria orgânica e

nutrientes; transparência das águas muito reduzida devido a grande biomassa algal (fator biogênico); corpos d'água muito eutrofizados; grande possibilidade de ocorrência de mortandade de peixes; possibilidade de ocorrência de cianobactérias em concentrações perigosas devido a eventual presença de cianotoxinas; tempo de residência muito elevado e/ou profundidade média muito baixa.

- Classe VI – extremamente poluído corpos d'água com condições bióticas seriamente restritas, resultantes de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido; ocorrências de processos de anoxia em toda coluna d'água; eventual presença de diversas substâncias tóxicas; tempo de residência muito elevado e/ou profundidade média muito baixa.

Este índice foi aplicado ao reservatório da Usina Cavernoso I a partir de 2005, sendo classificado como moderadamente degradado – Classe III no ciclo 2005-2006 e pouco degradado – Classe II nos ciclos 2006-2007 e 2007-2008.

10.5.5.2 Análise da Qualidade do Reservatório Cavernoso I

Os resultados do IQA indicaram nos três ciclos ser classificada como BOA e ÓTIMA a qualidade do reservatório da PCH Cavernoso I, em todos os meses monitorados. Os ciclos citados anteriormente serão brevemente detalhados a seguir, relatando os fatores que tiveram sua contribuição para alteração dos índices IQA e IQAR, conforme dados e conclusões presentes no relatório de automonitoramento elaborado pelo LACTEC à serviço da Copel.

Ciclo 2005 -2006:

O mês de setembro foi considerado um período de amostragem crítico, uma vez que o Disco de Secchi apresentou o menor valor de medida, indicando uma redução na zona eufótica. Já que este é um dos parâmetros do IQA, foi um dos fatores que contribuiu para a redução do mesmo.

Além disso, parâmetros como Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes, estiveram com valores superiores aos outros resultados obtidos nos demais monitoramentos, sendo um indicativo de entrada de poluição no reservatório, já

que se observou tal situação no ponto de montante.

O resultado de DBO esteve fora dos padrões do CONAMA tanto no período de setembro como no de dezembro. Porém, estes valores não se afastaram muito do valor limite. Há que se observar que em setembro a montante apresentou DBO superior ao encontrada no reservatório.

A turbidez apresentada no mês de setembro também foi a maior do período de estudo assim como a concentração de sólidos totais, o que juntamente com os parâmetros de nutrientes pode ser um indicativo de arraste de solo para o rio, e, como o tempo de residência é baixo, não se observa muita variação do rio.

A DQO esteve muito próxima a DBO nos períodos coletados, o que não se observa em setembro, o que mais uma vez caracteriza a presença de material não-biodegradável junto com o solo presente. Quanto a família nitrogenada não houve predominância entre nitrogênio amoniacal e nitrato, havendo intercalação entre a predominância de um para o outro.

Outros parâmetros físico-químicos como pH e Oxigênio Dissolvido se mantiveram dentro dos limites estipulados pela legislação.

Valores de clorofila-a e densidade celular do fitoplâncton estiveram baixos, considerando o ambiente como oligo e mesotrófico. A diversidade fitoplanctônica se apresentou baixa, com exceção do mês de setembro. Da mesma maneira que florações e cianobactérias potencialmente tóxicas não foram observadas.

A estratificação pouco se observou e por isso pode-se considerar que o reservatório apresentou circulação.

Ciclo 2006 – 2007

O mês crítico deste monitoramento foi o de novembro, pois parâmetros como Disco de Secchi, nitrogênio, fósforo, turbidez e sólidos totais estiveram com valores altos, além do que, coliformes termotolerantes apresentaram valores acima da legislação.

Parâmetros como DBO, pH, Oxigênio Dissolvido estiveram dentro dos valores legais. Quanto à DQO apresentou-se mais elevada em novembro, com valores bem maiores que a DBO. A série nitrogenada não apresentou predominância, intercalando entre concentrações de nitrogênio amoniacal e nitratos.

Ao analisar o perfil de temperatura do reservatório verificou-se que não há estratificação e que a média do déficit de oxigênio é baixa, assim o reservatório

apresenta circulação, o que também se deve a baixa profundidade.

A análise de clorofila-a se mostrou com baixos valores, assim como houve baixa densidade de células de fitoplâncton e cianobactérias. As características refletem um ambiente pouco degradado, sendo ambientes oligo a mesotróficos, com classes dominantes *Chorophyceae, Bacillariophycea e Cryptophycea*. Ainda se observou a presença de espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas no mês de junho, porém em concentrações muito baixa.

Ciclo 2007-2008

Neste não foram registrados valores em desacordo com a legislação. Segundo o relatório elaborado pelo Lactec, as concentrações de coliformes totais estiveram em todos os meses elevados, mas isso se observou em todos os pontos de monitoramento.

Quanto a série nitrogenada, houve um predomínio de nitratos, indicando poluição antiga ao reservatório. A relação DBO com DQO não se mostrou muito afastada, o que também pode se caracterizar como aporte de matéria orgânica juntamente com arraste de solo.

A análise de clorofila-a e fitoplâncton possibilitou avaliar que estão em valores baixos, refletindo um ambiente pouco degradado ou seja, oligotrófico. A diversidade algal foi considerada baixa no reservatório, exceto em setembro onde registrou resultados de média a alta. As florações não se caracterizaram e cianobactérias potencialmente tóxicas ocorreram em baixas concentrações.

Quanto ao perfil de temperatura não se observou estratificação e a média do déficit de oxigênio foi baixa, indicando que o reservatório apresenta circulação, devendo a isto o fato de apresentar baixo tempo de residencia e principalmente a baixa profundidade.

10.5.5.3 Análise comparativa da montante com o reservatório

Conforme os gráficos a seguir, nota-se que E2 apresenta comportamento semelhante a E1, como já citado anteriormente.

GRÁFICO 19 - CONCENTRAÇÕES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO NAS ESTAÇÕES E1 E E2 (2003-2007).

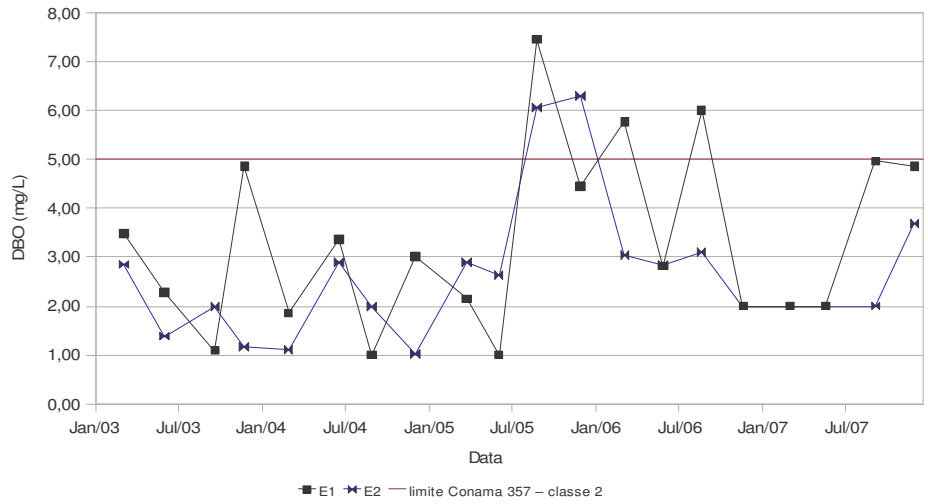


GRÁFICO 20 - CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS ESTAÇÕES E1 E E2 (2003-2007).

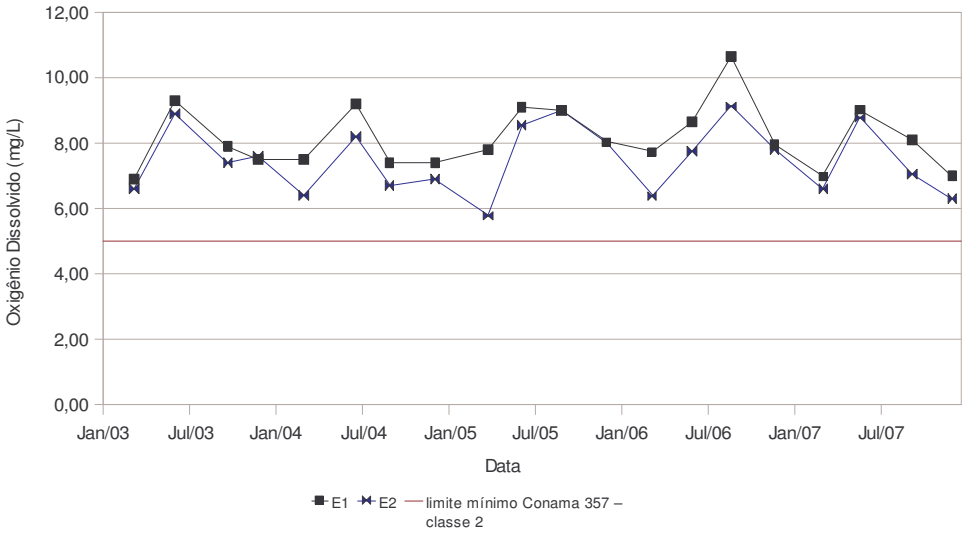


GRÁFICO 21 - CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NAS ESTAÇÕES E1 E E2 (2003-2007).

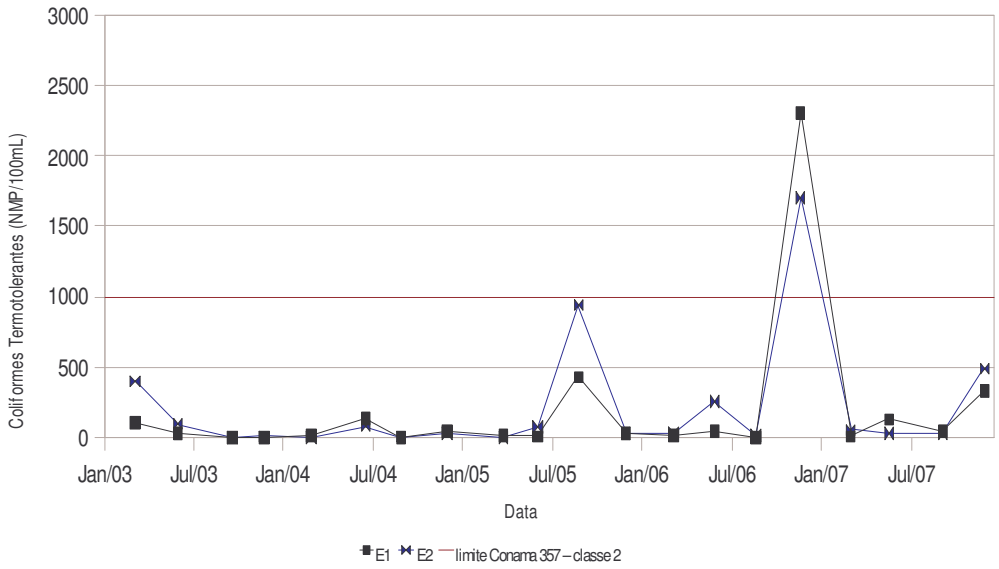


GRÁFICO 22 - CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL NAS ESTAÇÕES E1 E E2 (2003-2007).

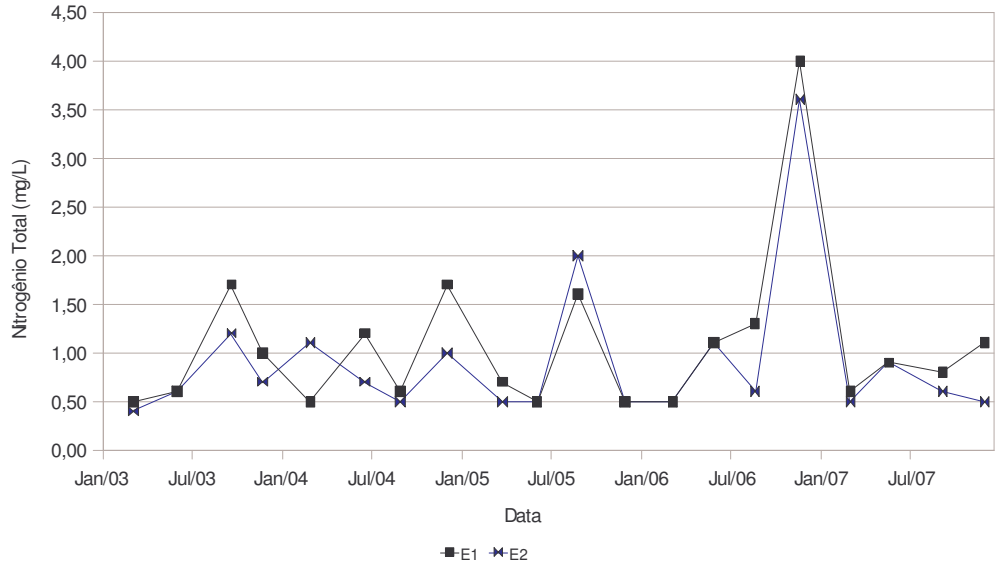


GRÁFICO 23 - CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL NAS ESTAÇÕES E1 E E2 (2003-2007).

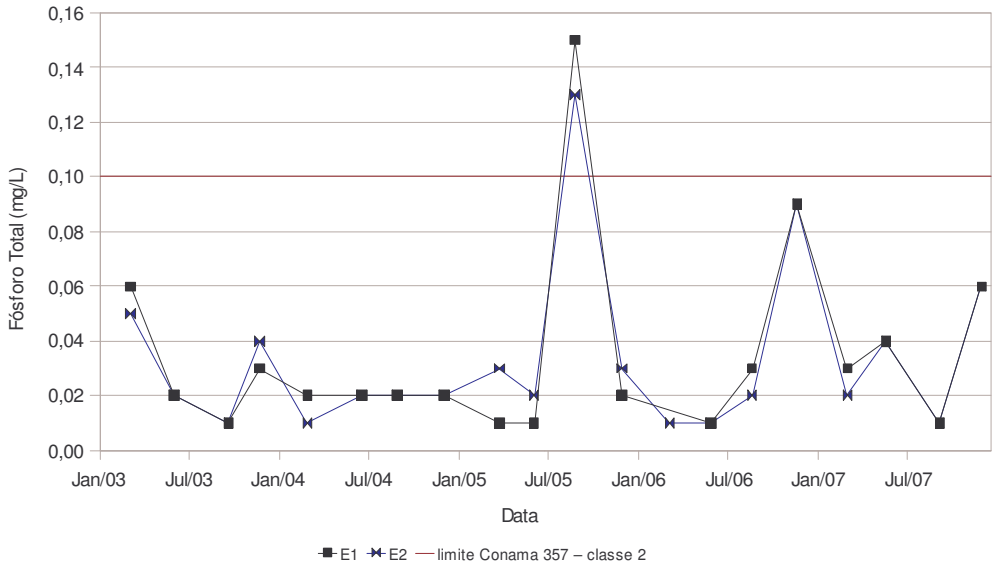
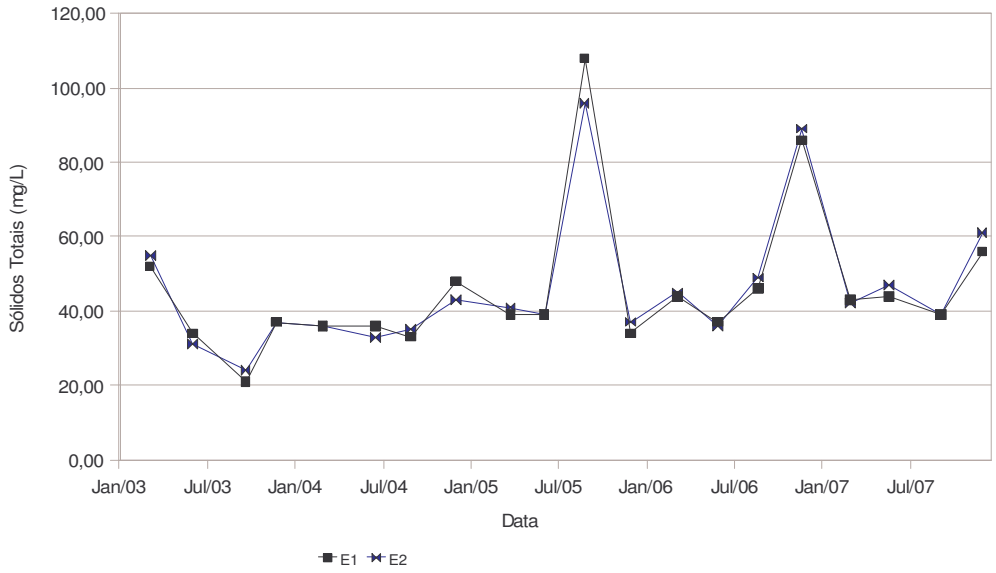


GRÁFICO 24 - CONCENTRAÇÕES DE SÓLIDOS TOTAIS NAS ESTAÇÕES E1, E2 E E3 (2003-2007).



10.5.6 Potencial de Eutrofização

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

A escolha do fósforo para a avaliação do Índice Trófico deu-se em função do cálculo prévio da razão molar entre nitrogênio e fósforo (N/P). Esta razão indica que o fósforo predomina como nutriente limitante ao crescimento da comunidade fitoplanctônica no período monitorado.

Na avaliação da susceptibilidade do futuro reservatório da PCH Cavernoso II à eutrofização foram utilizados dados da concentração de fósforo na estação E1 para o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson modificado por Lamparelli (2004), estabelecido para ambientes lóticos (rios).

A expressão para o cálculo do Índice Trófico é a que se segue:

$$IET\ (\text{fósforo}) = 10\left\{6-\left[\frac{0{,}42 - 0{,}36\ .\ \ln(P)}{\ln(2)}\right]\right\}-20$$

Onde: P = concentração de fósforo total (µg/L) medida à superfície da água.

A interpretação do Índice de Estado Trófico baseou-se no critério abaixo:

TABELA 29-B – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO PARA RIOS SEGUNDO ÍNDICE DE CALRSON MODIFICADO

Critério	Fósforo Total (mg/L)	Estado Trófico
IET ≤ 47	≤ 0,013	Ultraoligotrófico
47 < IET ≤ 52	0,013 - ≤ 0,035	Oligotrófico
52 < IET ≤ 59	0,035 - ≤ 0,137	Mesotrófico
59 < IET ≤ 63	0,137 - ≤ 0,296	Eutrófico
63 < IET ≤ 67	0,296 - ≤ 0,640	Supereutrófico
IET > 67	> 0,640	Hipereutrófico

Desta forma, as concentrações de fósforo relativas ao período monitorado acompanhadas dos respectivos índices tróficos, encontram-se na Tabela 30. A partir desta análise, o reservatório da PCH Cavernoso II obteve em sua maioria classificações superiores ao estado Mesotrófico (Ultraoligotrófico e Oligotrófico), indicando que o reservatório possivelmente não estará sujeito a eutrofização.

TABELA 30: CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DA ESTAÇÃO E1 (2003-2007).

Data da Amostragem	Fósforo Total	N/P molar	IET (PT*)	Estado Trófico
06/03/03	0,06	8	55	Mesotrófico
02/06/03	0,02	30	49	Oligotrófico
22/09/03	0,01	170	46	Ultraoligotrófico
26/11/03	0,03	33	52	Mesotrófico
02/03/04	0,02	25	49	Oligotrófico
21/06/04	0,02	60	49	Oligotrófico
01/09/04	0,02	30	49	Oligotrófico
06/12/04	0,02	85	49	Oligotrófico
30/03/05	0,01	70	46	Ultraoligotrófico
09/06/05	0,01	50	46	Ultraoligotrófico
01/09/05	0,15	11	60	Eutrófico
07/12/05	0,02	25	49	Oligotrófico
14/03/06	0,01	110	46	Ultraoligotrófico
07/06/06	0,01	243	46	Ultraoligotrófico
30/08/06	0,03	96	52	Mesotrófico
30/11/06	0,09	98	57	Mesotrófico
13/03/07	0,03	44	52	Mesotrófico
31/05/07	0,04	50	53	Mesotrófico
18/09/07	0,01	177	46	Ultraoligotrófico
13/12/07	0,06	40	55	Mesotrófico

* PT = fósforo total

10.5.7 Considerações Finais

Como considerações finais da influência do reservatório na qualidade da água, o monitoramento realizado na área da PCH Cavernoso I (muito próxima de onde pretende-se implementar a PCH Cavernoso II) revelou que as condições de operação (baixo tempo de residencia e baixa profundidade) do reservatório são boas, não apresentando impactos nos períodos de análise, e, casos de redução da qualidade da água se devem a situações isoladas e que são também observados a montante caracterizando a pouca influência do reservatório. Estas causas podem estar relacionadas com chuvas que carregam o solo da região, podendo conter nutrientes,

além do fato da ocupação humana que pode contribuir com matéria orgânica, nutrientes e com a fonte microbiológica encontrada.

Sendo assim acredita-se que no reservatório da PCH Cavernoso II, por apresentar características morfológicas e hidráulicas muito próximas ao da PCH Cavernoso I, não se notarão impactos significativos o que permitirá ao local apresentar características semelhantes as encontradas hoje.

11. MEIO BIÓTICO

11.1 Flora

11.1.1 Enquadramento fitogeográfico e caracterização geral da vegetação

O Estado do Paraná, com sua área total de 199.314,9 km², possuía cerca de 83% da superfície original (165.431,3 km²) ocupada por florestas, cabendo as formações campestres (campos limpos e cerrados), restingas litorâneas, manguezais e várzeas, os demais 17 % (MAACK,1968).

As formações florestais no Paraná podem ser distintamente separadas em três grandes unidades fitogeográficas, de leste a oeste, em função das características ambientais regionais (RODERJAN, 1989). Na porção leste do Estado, situa-se a região da Floresta Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), que recobre toda a planície litorânea e a Serra do Mar. Esta região é caracterizada por chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Ultrapassando a barreira da Serra em sentido oeste situa-se a região da Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista), que associada aos Campos (Estepe Gramíneo-lenhosa), recobrem a porção planáltica do Estado entre 800 e 1.200 metros de altitude, sendo esta região definida pela ocorrência de geadas. Nas regiões norte e oeste do Estado, bem como nos vales dos afluentes dos rios Paranapanema, Paraná e do terço inferior do Iguaçu, encontramos a Floresta Estacional Semidecidual, sendo esta unidade fitogeográfica é caracterizada por um período de déficit hídrico.

Fitogeograficamente a área de influência indireta e direta caracteriza-se como um ecótono entre duas formações fitogeográficas distintas, mesclando elementos da Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e da Floresta Estacional Semidecidual, segundo a classificação proposta por VELOSO *et al*. (1991). No anexo J pode ser observado o mapa fitogeográfico do estado do Paraná com a localização do futuro empreendimento.

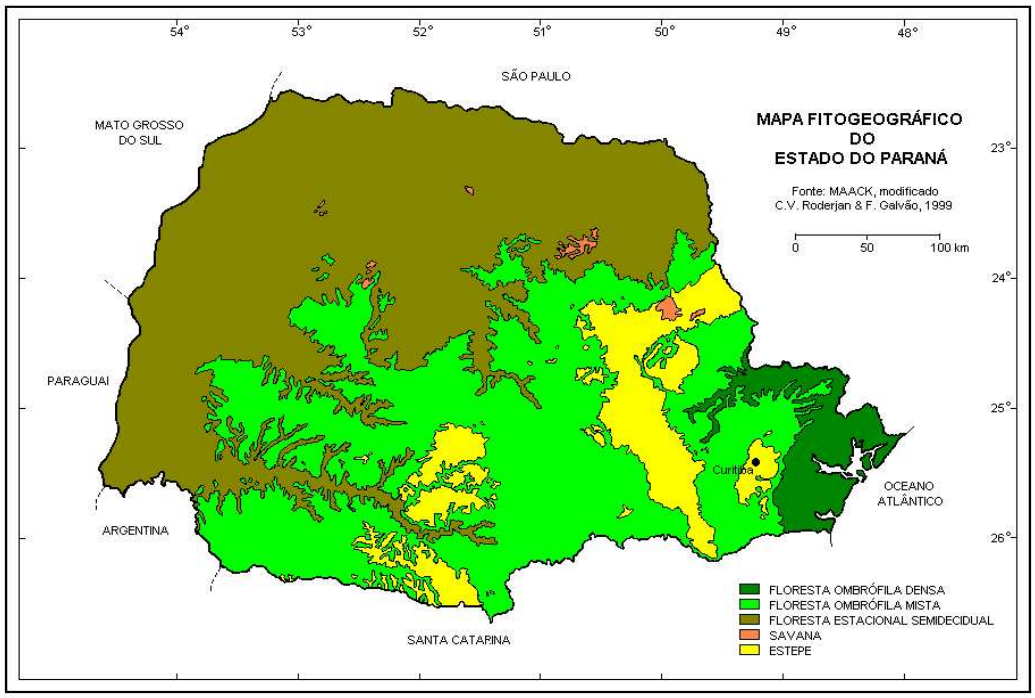


Figura 18 – Mapa fitogeográfico do estado do Paraná.

Entre duas regiões ecológicas ou tipos de vegetação existem comunidades indiferenciadas, ocorrendo interpenetração das floras, constituindo transições florísticas (CLEMENTS, 1949). Pelas observações de campo, grande parte dos representes arbóreos são de ocorrência comum na Floresta Ombrófila Mista, sendo permeados por indivíduos característicos da Floresta Estacional Semidecidual.

A composição florística da Floresta Ombrófila Mista (FOM), segundo VELOSO (1991), é dominada por gêneros primitivos como *Drymis* a *Araucaria* (australásios) e *Podocarpus* (afro-asiático), sugere, em face da altitude e latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos.

Originalmente, a Floresta Ombrófila Mista Aluvial, uma formação ribeirinha que ocupa os terraços aluviais, eram dominados sempre pela *Araucaria angustifolia* associada a diversos ecótipos. No sul do Brasil a Floresta Aluvial deveria ser constituída principalmente pela *Araucaria angustifolia*, *Luehea divaricata* e *Blepharocalix longipes* no estrato emergente e pela *Sebastiania commersoniana*, no estrato arbóreo contínuo. No entanto, quando nos distanciamos dos ambientes aluviais, encontramos outra formação que é a Floresta Ombrófila Mista Montana (entre

400 e 1.000 m de altitude), onde se destacam a *Araucaria angustifolia* emergindo da submata de *Ocotea pulchella*, *Ilex paraguariensis* acompanhada de *Cryptocaria aschersoniana* e *Nectandra megapotamica*.

O conceito ecológico da Floresta Estacional Semidecidual (FES), conforme VELOSO (1991), está condicionado pela dupla estacionalidade climática. Uma tropical com chuvas intensas de verão seguidas por estiagens acentuadas e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno, com temperatura média inferior a 15°C. Nas áreas subtropicais destacam-se na composição florística gêneros amazônicos de distribuição brasileira, como por exemplo: *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana*, *Lecythis*, *Tabebuia*, *Astronium* e outros de menor importância fisionômica. Nesta porção do estado, esta formação segue pela calha dos principais cursos d´água, formando um ecótoco com a Floresta Ombrófila Mista.

Após as análises em campo, é possível concluir que as formações originais da região encontram-se muito distantes de sua condição original. As áreas de preservação permanente na Área de Influência Direta encontram-se bastante modificadas, tendo em muitos pontos largura inferior ao determinado pela legislação ambiental vigente.

Nas áreas onde ocorreu intervenção humana por qualquer finalidade , fica evidenciada uma descaracterização da vegetação primária, consistindo as comunidades secundárias definidas pela literatura (IBGE, 1991).

Estas áreas após abandonadas comportam-se diferentemente, de acordo com o tempo e uso a que foram submetidas, podendo apresentar inicialmente um processo pioneiro de colonização do solo por plantas bem primitivas, como *Pteridium aquilinum* (samambaia), tendendo a formação de fases de sucessão a partir de horizontes mineralizados do solo, ou partindo de alguma fase mais avançada com uma diversidade razoável. As fases seguintes são compostas principalmente pelos gêneros *Paspalum*, *Solanum*, *Mikania*, *Vernonia* e *Baccharis*.

11.1.2 Procedimentos metodológicos

O estudo para caracterização da vegetação das áreas de influência direta e indireta foram efetuados em duas etapas: o levantamento de dados secundários, com foco na descrição da Área de Influência Indireta – AII e, o levantamento de dados primários para a caracterização da Área de Influência Direta. O levantamento de dados secundários foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica nos principais livros e periódicos sobre o assunto.

O levantamento de dados em campo foi efetuado em duas etapas: uma quando da elaboração da primeira versão deste Estudo de Impacto Ambiental, em 2004, e outra entre os dias 10 e 14 de agosto de 2009. Na primeira etapa foi efetuada a caracterização florística e fitossociológica dos remanescentes florestais e demais áreas de influência direta. Na segunda etapa foi efetuada uma vistoria para verificação da necessidade de atualização dos dados, sendo constatado que as áreas remanescentes permanecem sendo as mesmas outrora estudadas, assim como o uso do solo no entorno permanece com as mesmas características.

Para a execução do levantamento florístico e fitossociológico foram utilizadas parcelas retangulares temporárias de 200 m² (20,0 m x 10,0 m), considerado um valor de área ideal para comunidades florestais em regiões temperadas conforme MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974). Estas parcelas foram dispostas no campo de forma aleatória, objetivando a representatividade de todas os componentes do mosaico fitogeográfico.

Para se obter uma área amostral representativa foi calculado o número de 13 parcelas, totalizando 2.600 m2, conforme metodologia de parcelas múltiplas de DAUBENMIRE (1968). Todos as espécies arbóreas com PAP (perímetro à altura do peito = 1,30m) igual ou superior a 20 cm foram identificadas e tiveram algumas variáveis coletadas, como: diâmetro, altura, ponto de inversão morfológica e posição sociológica (estratificação).

O levantamento florístico consistiu na identificação das espécies arbóreas e respectivas famílias botânicas, ocorrentes nas parcelas amostrais, representando a maioria das categorias fitofisionômicas presentes na área, bem como por meio de observações efetuadas durante as duas incursões ao campo.

Considerou-se como regeneração natural às espécies arbóreas abaixo do PAP de 20 cm e acima de 1,0 metro de altura encontradas nas parcelas amostrais. Neste item, o levantamento contemplou somente parâmetros qualitativos.

A identificação da maioria das espécies foi executada *in loco*, e as demais foram identificadas por comparação com material herborizado no Laboratório de Dendrologia do Curso de Engenharia florestal da Universidade Federal do Paraná ou com especialista desta Instituição, e também no Museu Botânico Municipal, com auxílio do Dr, Gert Hatschbach.

11.1.2.1 Parâmetros Fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos analisados foram: densidade (relativa e absoluta), dominância (relativa e absoluta), freqüência (relativa e absoluta), valor de importância, valor de cobertura e índica de sociabilidade.

A densidade ou abundância significa o número de indivíduos de cada espécie dentro de uma associação vegetal por unidade de área, geralmente hectare (GALVÃO, 1992). A densidade, segundo LAMPRECHT (1962), mede a participação das diferentes espécies da floresta. A densidade absoluta, segundo CURTIS & McINTOSH (1950), corresponde ao número total de indivíduos de uma mesma espécie, e a densidade relativa, conforme MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), expressa em porcentagem, a participação de cada espécie ao número total de indivíduos, representadas pelas seguintes equações:

$$Densidade\ Absoluta\ (DA) = n / ha$$

$$Densidade\ Relativa\ (DR) = (n / ha) / (N / ha) * 100$$

Onde *n / ha* representa o número de indivíduos de cada espécie por hectare e *N / ha* representa o número total de indivíduos por hectare.

A dominância é definida originalmente como a projeção total da copa por espécie e por unidade de área, utilizando-se a área basal dos fustes, por haver estreita correlação entre ambas e por uma maior facilidade na obtenção dos dados (GALVÃO, 1989). A dominância absoluta é calculada por meio da soma das áreas transversais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por hectare. A dominância relativa corresponde a participação em percentagem, de cada espécie, em relação à área

basal total, ou seja:

Dominância Absoluta (DOA) = g / ha

*Dominância Relativa (DOR) = (g / ha) / (G / ha) * 100*

Onde *g / ha* representa a área transversal de cada espécie por hectare (m² / ha) e *G / ha* representa a área basal total por hectare (m² / ha).

A freqüência é um conceito estatístico relacionado com a uniformidade de distribuição das espécies, caracterizando a ocorrência das mesmas dentro das parcelas de levantamento (GALVÃO, 1989). A freqüência absoluta de uma espécie se expressa pela percentagem de parcelas em que a espécie ocorre. A freqüência relativa se calcula com base na soma total das freqüências absolutas, para cada espécie, ou seja:

Freqüência Absoluta (FA) = percentagem de parcelas em que ocorre uma espécie

*Freqüência Relativa (FR) = FA / ∑ FA * 100*

O índice de sociabilidade (IS) expressa a relação dos indivíduos entre si (DAUBENMIRE, 1968). O IS indica, portanto, o grau de agregação de cada espécie que compõe a comunidade estudada, onde:

*Índice de Sociabilidade (IS) = Densidade média por parcela / FA * 100*

O valor de importância (VI) combina os dados estruturais (densidade, dominância e freqüência) em uma única formula, integrando os aspectos parciais dos demais parâmetros (CURTIS, 1959), onde:

VI = DR + DOR + FR

Outro índice usado na fitossociologia é o valor de cobertura (VC), que é a soma dos valores relativos e densidade relativa e dominância relativa, onde:

VC = DR + DOR

A inclusão da estrutura vertical na análise estrutural das florestas foi proposto por FINOL (1971), considerando dois parâmetros: Posição sociológica e regeneração natural. A posição sociológica indica em quais estratos da floresta podemos encontrar determinadas espécies (GALVÃO, 1989). As espécies que apresentam uma posição

sociológica regular numa floresta são as que possuem um número de indivíduos maior ou pelo menos igual aos pisos subseqüentes (FINOL, 1971). Podem ser definidos, de forma simples, em três estratos: o superior, intermediário e inferior. Considerou-se como regeneração natural todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 0,1 metro de altura e o diâmetro mínimo arbitrariamente estabelecido no levantamento estrutural, conforme metodologia de FINOL (1971).

11.1.3 Diagnóstico

A cobertura vegetal da área de estudo é caracterizada por um mosaico fitogeográfico de diversidade razoável, decorrente da atividade agropecuária e da exploração seletiva de diversas espécies de valor econômico. A Área de Influência Indireta e Direta compõe-se basicamente de pequenas e médias propriedades que exploram a agricultura e pecuária num maior nível e a silvicultura em segundo plano.

Para esta análise, considera-se apenas a área diretamente afetada pelo empreendimento (AID), sendo esta dividida em: Formações Florestais; Áreas de pastagens; e, Áreas de atividade agrícola.

Analisando o Anexo I – Imagem aérea, é possível confirmar o estado de degradação da vegetação local.

11.1.3.1 Formações Florestais

Os remanescentes florestais existentes estão muito descaracterizados, tanto por serem, na maioria das vezes, áreas contíguas à áreas de pastagem das propriedades, quanto pela exploração seletiva das espécies de valor econômico anteriormente existentes. Estas áreas se restringem às áreas de preservação permanente do Rio Cavernoso, e, na maioria de sua extensão, em largura inferior à prevista na legislação vigente.

De forma geral podem ser caracterizados pela presença do branquilho ou branquinho (*Sebastiania commersoniana*), uma espécie característica de florestas ciliares e do açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), seguida da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), que também tem alta representatividade e o vacum (*Allophyllus edulis*), seguidos por um número variado de Myrtáceas. A *Araucaria angustifolia*, que deveria ser espécie comum na área de influência direta do empreendimento, aparece apenas

pontualmente, havendo cerca de 20 indivíduos nas áreas florestais e outras 20 isoladas, provavelmente plantadas pelo proprietário do imóvel. Outras espécies que seriam comuns nesta área mas não podem ser facilmente observadas são a *Cedrela fissilis* Vell. (cedro) e *Patagonula americana* L. (guajuvira).

As espécies mais comuns encontradas regeneração natural foram *Tibouchina sp.* (quaresmeira), *Solanum sp.* (fumo bravo), *Schinus terebinthifolius* (aroeira), sendo que a *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-do-Paraná) foi raramente observada na regeneração, face existência de um número extremamente reduzido de indivíduos adultos.

Uma característica marcante nos fragmentos florestais em grande parte da extensão do futuro reservatório é a influência da atividade pastoril do entorno, o que ocasiona redução da regeneração natural, compactação do solo e invasão de plantas exóticas e colonização das áreas por taquaras. Em muitos pontos da já degradada área de preservação permanente observa-se ausência quase que completa de regeneração natural, e indivíduos arbóreos de forma esparsa, com grande ocupação da área por taquaras. Como citado anteriormente, esta situação ocorre principalmente nas áreas junto à atividades pastoris, mas também ocorre nas outras partes onde existe agricultura no entorno, tamanha a degradação dos fragmentos.

Estas atividades pastoris no entorno dos fragmentos florestais na área de preservação permanente, sem nenhuma forma de barreira (cerca), ocorrem principalmente na margem direita do Rio Cavernoso, onde a ausência de regeneração natural é ainda maior. Numa das propriedades (Sr. Ludovico), observa-se uma grande presença de cedro-rosa (*Cedrella fissilis*), além de outros representantes arbóreos mais significativos, como açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), branquilhos (*Sebastiana commersoniana*), e algumas frutíferas nativas, como a guabiroba (*Campomaneida xanthocarpa*), pitanga (*Eugenia uniflora*) e jabuticaba (*Eugenia cauliflora*).

Nas áreas situadas à margem esquerda do Rio Cavernoso, a atividade agrícola ocorre de forma mais intensa junto aos remanescentes florestais. Mesmo assim, os mesmos encontram-se de sobremaneira alterados, com ocorrência pontual de *Araucaria angustifolia* e grande presença de espécies pioneiras, além de taquaras. A regeneração natural nestas áreas também é bastante empobrecida. Dentre as espécies observadas estão: vacum (*Allophyllus edulis*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), branquilho (*Sebastiana commersoniana*), havendo também algumas mirtáceas (*Eugenia* e *Myrceugenia*) e capororocas (*Myrsine umbellata* e *Myrsine*

ferruginea).

Algumas áreas abandonadas, especialmente na área do canal de adução e casa de força, são caracterizadas pela ocorrência no estrato emergente de algumas palmeiras jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), seguida abaixo no estrato uniforme por *Baccharis* spp. e *Vernonia* spp. (vassouras), *Pteridium* sp. (samambaia), *Tibouchina* sp. (quaresmeira), *Solanum* sp. (fumo bravo), *Schinus terebinthifolius* (aroeira), *Bidens* spp. (picão), *Cymbopogum citratus* (capim-limão) e *Strychnus brasiliensis* (urtiga), além de diversas asteráceas.

11.1.3.2 Pastagens

As pastagens, devido ao sistema extensivo (número pequeno de animais e área relativamente grande), apresenta uma diversidade vegetal razoável, destacando-se as Poáceas (*Andropogum* spp., *Axonopus* spp. e *Panicum* spp.), *Baccharis* spp. (vassouras), *Bidens* spp. (picão), *Cymbopogum citratus* (capim-limão), *Strychnus brasiliensis* (urtiga), *Eryngium* sp. (caraguatá), *Baccharis trimera* (carqueja), trevos de diversas espécies (Fabaceae) entre outras. Destaca-se fisionomicamente a pteridófita *Pteridium aquilinum* (samanbaia), uma invasora de áreas abandonadas.

O problema das áreas de pastagem é que elas encontram-se contíguas às áreas com cobertura florestal ainda existente, sem nenhuma separação por cerca, o que permite que o gado adentre à floresta e prejudique sua dinâmica natural.

11.1.3.3 Áreas agrícolas

As culturas mais comum na área, são o milho (*Zea mays*), a soja (*Glicine max*) e o feijão (*Phaseolus vulgaris*). O milho está presente principalmente no lado direito rio cavernoso (município de Virmond). No outro lado do rio (margem esquerda), pertencente ao município de Candói, a cultura mais abundante é a soja. O feijão não ocupa áreas representativas na Área de Influência Direta (AID).

Em alguns pontos, especialmente na margem esquerda, os cultivos agrícolas ocupam uma parte da área que deveria constituir a Área de Preservação Permanente do Rio Cavernoso.

11.1.4 Resultados do Levantamento Florístico e Fitossociológico

11.1.4.1 Levantamento florístico

Após o processo de amostragem foram identificadas um total de 53 espécies arbóreas, pertencentes a 22 famílias botânicas, sendo 35 identificadas ao nível de espécie, 12 ao nível de gênero, 5 até família e uma não identificada, em um total de 255 indivíduos amostrados.

A família botânica com maior número de representantes é Myrtaceae, com 9 espécies, seguida por Lauraceae com 5 espécies e Sapindaceae com 4 espécies.

As famílias Anonnaceae, Aquifoliaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae e Mimosaceae são representadas por 3 espécies cada. Com dois representantes cada estão Bignoniaceae, Myrsinaceae e Rutaceae. Representadas por apenas uma espécie estão as famílias Araucariaceae, Boraginaceae, Meliaceae, Phytollacaceae, Symplocaceae, Tiliaceae e Verbenaceae.

Por meio do levantamento florístico foi possível concluir que apesar do elevado índice de descaracterização dos remanescentes ainda é possível contemplar uma diversidade florística razoável, porém, muito inferior do que seria previsto para a região.

TABELA 31: LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS IDENTIFICADAS NAS PARCELAS AMOSTRAIS.

FAMÍLIA BOTÂNICA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	Nº IND.
ANNONACEAE	*Annona cacans*	Araticum	2
	Annona sp.	Araticum	1
	Rollinia rugulosa	Araticum	3
AQUIFOLIACEAE	*Ilex sp.*	Cauna	1
	Ilex brevicuspis	Cauna	1
	Ilex paraguariensis	Erva-mate	1
ARAUCARIACEAE	*Araucaria angustifolia*	Pinheiro-do-Paraná	17
ARECACEAE	*Syagrus romanzofiana*	Jerivá	5
ASTERACEAE	*Gochnatia velutina*	Cambará	4
	Vernonia discolor	Vassourão preto	3
	Piptocarpha angustifolia	Vassourão branco	1
BIGNONIACEAE	*Jacaranda puberula*	Caroba	1
	Tabebuia sp.	Ipê	1
CAESALPINIACEAE	*Peltophorium dubium*	Canafístula	1
EUPHORBIACEAE	*Alchornea triplinervea*	Tápia	1
	Sapium glandulatum	Leiteiro	2
	Sebastiania commersoniana	Branquilho	53
FABACEAE	Fabaceae sp1	---	3
FLACOURTIACEAE	*Casearia decandra*	Guaçatunga	1

FAMÍLIA BOTÂNICA	NOME CIENTÍFICO	Nome comum	Nº IND.
LAURACEAE	*Nectandra megapotamica*	Canela	1
	Ocotea sp.	Canela	1
	Persea major	Abacatero do mato	1
LAURACEAE	*Lauraceae sp2*	Canela	1
MELASTOMATACEAE	*Tibouchina sellowiana*	Quaresmeira	1
MELIACEAE	*Cedrela fissilis*	Cedro	5
MIMOSACEAE	*Anadenanthera colubrina*	Monjoleiro	2
	Lonchocarpus sp.	Rabo-de-bugio	1
	Parapiptadenia rigida	Angico	6
MYRSINACEAE	*Myrsine umbellata*	Capororoca	14
	Myrsine ferruginea	Capororoquinha	1
MYRTACEAE	*Campomanesia guazumaefolia*	Sete capotes	9
	Campomanesia xanthocarpa	Guabirobeira	18
	Gomidesia sp.	Guamirim	1
	Eugenia sp.	Guamirim	1
	Eugenia uniflora	Pitangueira	1
	Myrceugenia euosma	Cambuí	1
	Myrcia obtecta	Guamirim cascudo	2
	Myrtaceae sp1	Guamirim	1
	Myrtaceae sp2	Cambuí	1
PHYTOLLACACEAE	*Phytollaca dioica*	Pau-alho	1
RUTACEAE	*Balfourodendron riedelianum*	Pau-marfim	1
	Zanthoxylum rhoifolium	Mamica	1
SAPINDACEAE	*Alophyllus edulis*	Vacum	7
	Cupania vernalis	Cuvatã	2
	Diatenopterix sorbifolia	Maria-preta	1
	Matayba elaeaegnoides	Miguel pintado	16
SYMPLOCACEAE	*Symplocos uniflora*	Maria mole	5
TILIACEAE	*Luehea divaricata*	Açoita	41
VERBENACEAE	*Duranta vestita*	Baga-de-pomba	1
NÃO IDENTIFICADA	Ni	---	2
		Total	255

11.1.4.2 Levantamento fitossociológico

Por meio da análise fitossociológica foi possível estimar os parâmetros de estrutura horizontal e vertical que mais representassem a comunidade arbórea existente na área a ser diretamente impactada pelo empreendimento.

A densidade absoluta total da comunidade estudada, a partir da extrapolação dos dados obtidos nas parcelas amostrais foi de 980,77 árvores por hectare. Este número indica uma ocupação relativamente boa das árvores, com aproximadamente uma a cada 10 m², correspondendo a uma fase de sucessão intermediária.

A área basal total, ou dominância absoluta foi de 11,34 m² por hectare, sendo este um valor relativamente baixo, que indica que apesar de uma boa densidade relativa a área ocupada pelas copas das árvores representa uma floresta ainda jovem, que seria enquadrada numa fase inicial de sucessão, se considerado o parâmetro "Área Basal" do artigo 210 da Resolução SEMA 031/1998:

TABELA 32 – ÁREAS BASAIS POR ESTÁGIO SUCESSIONAL (PADRÃO DA LEGISLAÇÃO)

Estágio Sucessional		**G / ha (m²/ha)**
Floresta secundária	Inicial	De 08 a 20
	Intermediária	de 15 a 30
	Avançada	> que 30

Com uma maior densidade relativa destaca-se uma Euphorbiaceae característica de ambientes ciliares, *Sebastiania commersoniana* (branquilho), com 20,39%. Segue-se *Luehea divaricata* (Açoita-cavalo) com 16,07%, *Campomanesia xanthocarpa* (Guabiroba) com 6,67 %, *Araucaria angustifolia* com 6,272%, *Matayba elaeagnoides* (Miguel pintado) com 5,882% e *Myrsine umbellata* (Capororoca) com 5,49 %.

Destacando-se também como a maior dominância relativa está *Sebastiania commersoniana* com 25,29%, em segundo *Luehea divaricata* com 6,583%. *Phytollaca dioica* (Umbu) apresenta dominância relativa de 10,08%, mas este fato á dado pela presença de apenas um indivíduo que possui o maior diâmetro amostrado. Segue-se a *Luehea divaricata* com 6,583%, *Cedrela fissilis* com 5,443%, *Araucaria angustifolia* com 5,237 e *Campomanesia xanthocarpa* com 4,712%.

Com a maior frequência relativa estão em primeiro lugar empatados *Sebastiania commersoniana* e *Luehea divaricata* com 7,5%, seguidos por *Matayba elaeagnoides* com 5,0%, e empatados também *Araucaria angustifolia*, *Annona cacans* e *Campomanesia xanthocarpa* com 4,167% e com 4,116 está *Parapiptadenia rigida* (Angico vermelho).

Novamente destacando-se, com o maior valor de cobertura a *Sebastiania commersoniana* com 45,69 seguida por Luehea divaricata com 26,99. Logo abaixo estão *Matayba elaeagnoides* com 12,46, *Araucaria angustifolia* com 11,51, *Campomanesia xanthocarpa* com 11,38 e *Phytollaca dioica* com 10,47.

Com o maior valor de importância está *Sebastiania commersoniana* com 53,19 seguida por *Luehea divaricata* com 34,49. Logo abaixo estão *Matayba elaeagnoides (*17,46), *Araucaria angustifolia* (15,68), *Campomanesia xanthocarpa* (15,55) e *Phytollaca dioica* (11,30).

O índice de sociabilidade indicou *Sebastiania commersoniana* como espécie mais agregada, seguido por *Luehea divaricata* e *Myrsine umbellata*. As demais espécies tenderam a aleatoriedade.

Na segunda etapa dos levantamentos de campo, realizada entre 10 e 14 de agosto de 2009, foi verificada que a estrutura da floresta permanece similar àquela outrora amostrada, havendo apenas um número menor de araucárias do que havia sido amostrado na primeira etapa de levantamento de campo (2004). Considerando o artigo 210 da Resolução SEMA 031/1998, caracterizamos a formação florestal diretamente atingida pela formação do reservatório da seguinte forma:

- Número de estratos: 1 a 2, face a significativa alteração do ambiente é de difícil caracterização dos estratos. A atividade pastoril nestas áreas também descaracteriza a estrutura vertical da floresta;
- Número de espécies lenhosas: Total de 53 espécies;
- Área basal: 11,34 m²
- Altura das espécies lenhosas do dossel: não superior a 15 metros (altura média de 10 metros, com diâmetro médio de 19,0 cm);
- Pequena amplitude diamétrica e altimétrica;
- Grande parte das espécies com crescimento rápido a moderado;
- Regeneração das árvores do dossel praticamente ausente;
- Abundância de taquaras;
- Presença de poucas epífitas e lianas herbáceas.

Assim conclui-se que a vegetação encontra-se, quando considerada de uma forma global, num estágio médio de sucessão, havendo locais onde poderia se enquadrar num estágio inicial. Salienta-se que a vegetação encontra-se com sua estrutura horizontal, vertical e composição de espécies muito alterada, dificultando a classificação da vegetação. Não foram observados fragmentos que possam sem enquadrados num estágio avançado de regeneração, nem mesmo algum exemplar de

grande significância ambiental.

TABELA 33 - RESULTADOS DA ANALISE FITOSSOCIOLÓGICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA PCH CAVERNOSO II, EM VIRMOND / PR.

Nº	ESPÉCIE	DA N/ha	DR (%)	DOA G/ha	DOR (%)	FA	FR (%)	VC	VI	IS
1	*Alchornea triplinervea*	3,85	0,39	0,008	0,07	7,69	0,83	0,46	1,29	1,00
2	*Allophyllus edulis*	26,92	2,75	0,125	1,11	30,76	3,33	3,85	7,19	1,75
3	*Anadenanthera colubrina*	7,69	0,78	0,485	**4,28**	15,38	1,67	5,06	6,73	1,00
4	*Annona cacans*	7,69	0,78	0,013	0,12	38,46	**4,17**	0,91	5,07	0,40
5	*Annona sp.*	3,85	0,39	0,015	0,14	7,69	0,83	0,53	1,36	1,00
6	*Araucaria angustifolia*	61,53	**6,27**	0,594	**5,24**	38,46	**4,17**	**11,51**	**15,68**	**3,20**
7	*Balfourodendron riedelianum*	3,85	0,39	0,012	0,11	7,69	0,83	0,50	1,33	1,00
8	*Campomanesia guazumaefolia*	34,61	3,53	0,168	1,49	38,46	**4,17**	5,02	9,19	1,80
9	*Campomanesia xanthocarpa*	65,38	**6,67**	0,534	**4,71**	38,46	**4,17**	**11,38**	**15,55**	**3,40**
10	*Casearia decandra*	3,85	0,39	0,003	0,03	7,69	0,83	0,42	1,26	1,00
11	*Casearia sylvestris*	7,69	0,78	0,043	0,39	15,38	1,67	1,17	2,84	1,00
12	*Cedrela fissilis*	19,23	1,96	0,617	**5,44**	30,76	3,33	7,40	**10,74**	1,25
13	*Cupania vernalis*	7,69	0,78	0,019	0,17	7,69	0,83	0,96	1,79	2,00
14	*Diatenopterix sorbifolia*	3,85	0,39	0,203	1,80	7,69	0,83	2,19	3,02	1,00
15	*Duranta vestita*	3,85	0,39	0,006	0,06	7,69	0,83	0,45	1,28	1,00
16	*Eugenia sp.*	3,85	0,39	0,008	0,07	7,69	0,83	0,47	1,30	1,00
17	*Eugenia uniflora*	3,85	0,39	0,008	0,07	7,69	0,83	0,46	1,30	1,00
18	*Fabaceae sp1*	11,53	1,18	0,072	0,64	15,38	1,67	1,82	3,48	1,50
19	*Gochnatia velutina*	15,38	1,57	0,264	2,33	23,07	2,50	3,90	6,40	1,34
20	*Gomidesia sp.*	3,85	0,39	0,012	0,11	7,69	0,83	0,50	1,33	1,00
21	*Ilex sp.*	3,85	0,39	0,007	0,06	7,69	0,83	0,46	1,29	1,00
22	*ilex brevicuspis*	3,85	0,39	0,065	0,58	7,69	0,83	0,97	1,81	1,00
23	*Ilex paraguariensis*	3,85	0,39	0,015	0,13	7,69	0,83	0,52	1,36	1,00
24	*Jacaranda puberula*	3,85	0,39	0,028	0,25	7,69	0,83	0,64	1,48	1,00
25	*Lauraceae sp1*	11,53	1,18	0,080	0,71	15,38	1,67	1,89	3,55	1,50
26	*Lauraceae sp2*	3,85	0,39	0,126	1,11	7,69	0,83	1,51	2,34	1,00
27	*Lonchocarpus sp.*	3,85	0,39	0,042	0,38	7,69	0,83	0,77	1,60	1,00
28	*Luehea divaricata*	157,60	**16,07**	1,238	**10,91**	69,23	**7,50**	**26,99**	**34,49**	**4,56**
29	*Matayba eleaegnoides*	57,69	**5,88**	0,746	**6,58**	46,15	**5,00**	**12,46**	**17,46**	2,50
30	*Myrceugenia euosma*	3,85	0,39	0,004	0,04	7,69	0,83	0,43	1,27	1,00
31	*Myrcia obtecta*	7,69	0,78	0,034	0,31	15,38	1,67	1,09	2,76	1,00
32	*Myrsine ferruginea*	3,85	0,39	0,010	0,10	7,69	0,83	0,49	1,32	1,00
33	*Myrsine umbellata*	53,84	**5,49**	0,214	1,89	30,76	3,33	7,38	**10,71**	**3,50**
34	*Myrtaceae sp1*	3,85	0,39	0,016	0,14	7,69	0,83	0,53	1,37	1,00
35	*Myrtaceae sp2*	3,85	0,39	0,003	0,03	7,69	0,83	0,43	1,26	1,00
36	*Não identificada*	7,69	0,78	0,011	0,10	7,69	0,83	0,88	1,72	2,00
37	*Nectandra megapotamica*	3,85	0,39	0,013	0,12	7,69	0,83	0,51	1,34	1,00
38	*Ocotea sp.*	3,85	0,39	0,005	0,05	7,69	0,83	0,44	1,28	1,00
39	*Parapiptadenia rigida*	23,07	2,35	0,466	**4,11**	38,46	**4,17**	6,46	**10,63**	1,20
40	*Patagonula americana*	19,23	1,96	0,144	1,27	30,76	3,33	3,23	6,57	1,25
41	*Peltophorium dubium*	3,85	0,39	0,005	0,05	7,69	0,83	0,44	1,27	1,00
42	*Persea major*	3,85	0,39	0,116	1,03	7,69	0,83	1,42	2,25	1,00
43	*Phytollaca dioica*	3,85	0,39	1,143	**10,08**	7,69	0,83	**10,47**	**11,30**	1,00
44	*Vernonia discolor*	11,53	1,18	0,118	1,04	15,38	1,67	2,22	3,89	1,50
45	*Piptocarpha angustifolia*	3,85	0,39	0,054	0,48	7,69	0,83	0,88	1,71	1,00
46	*Rollinia rugulosa*	11,53	1,18	0,082	0,73	15,38	1,67	1,90	3,57	1,50
47	*Sapium glandulatum*	7,69	0,78	0,023	0,21	7,69	0,83	0,99	1,83	2,00
48	*Sebastiania commersoniana*	200.0	**20,39**	2,868	**25,29**	69,23	**7,50**	**45,69**	**53,19**	**5,78**
49	*Syagrus romanzoffiana*	19,23	1,96	0,272	2,41	30,76	3,33	4,37	7,70	1,25
50	*Symplocos uniflora*	19,23	1,96	0,045	0,40	23,07	2,50	2,36	4,86	1,67
51	*Tabebuia sp.*	3,85	0,39	0,094	0,83	7,69	0,83	1,23	2,06	1,00
52	*Tibouchina sellowiana*	3,85	0,39	0,012	0,11	7,69	0,83	0,51	1,34	1,00
53	*Zanthoxylum rhoifolium*	3,85	0,39	0,009	0,08	7,69	0,83	0,48	1,31	1,00
	TOTAL	**980,7**	**100**	**11,340**	**100**	**923,1**	**100**	**200**	**300**	**-**

Com base nos dados obtidos no levantamento florístico e análise da área de influência direta e seu entorno, elaborou-se uma lista das espécies com possível potencial econômico. Salienta-se que são as espécies que possuem valor econômico e não os indivíduos encontrados, pois estes possuem dimensões reduzidas ou deformações nos fustes que reduzem seu valor.

TABELA 34: LISTA DE ESPÉCIES COM VALOR ECONÔMICO E SUAS UTILIZAÇÕES

	Nome científico	Nome comum	Utilização
1	*Araucaria angustifolia*	Pinheiro	Frutos / Madeira
2	*Campomanesia xanthocarpa*	Guabiroba	Frutos
3	*Cedrela fissilis*	Cedro	Madeira
4	*Eugenia uniflora*	Pitangueira	Frutos
5	*Parapiptadenia rigida*	Angico	Madeira
6	*Syagrus romanzoffiana*	Jerivá	Frutos

11.1.4.3 Levantamento de Espécies Ameaçadas de Extinção

Com base nos dados obtidos no levantamento florístico executado na área de influência direta e observações de campo, foi efetuada uma confrontação com a Lista de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná (SEMA, 1995), resultando no quadro abaixo, contendo as espécies raras e em perigo de extinção.

TABELA 35 - LISTA DE ESPÉCIES RARAS E EM PERIGO DE EXTINÇÃO

	Nome científico	Nome comum	Categoria
1	*Araucaria angustifolia*	Pinheiro-do-Paraná	RARA
2	*Balfourodendron riedellianum*	Pau-marfim	RARA

Para compensar a retirada de alguns indivíduos destas espécies da bacia de acumulação do futuro reservatório, propõe-se que a Área de Preservação Permanente a ser criada no entorno do reservatório (100 metros) contemple o plantio destas e outras espécies ameaçadas de extinção características deste ambiente.

11.1.4.4 Características Gerais do Componente Arbóreo das Parcelas Amostrais

Os dados contendo as características gerais dos componentes arbóreos das parcelas amostrais estão contidos na tabela abaixo:.

TABELA 36: CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS COMPONENTES ARBÓREOS DAS PARCELAS AMOSTRAIS

PARÂMETTROS		COMPONENTE ARBÓREO
Nº DE PARCELAS		13
ÄREA DA PARCELA (m^2)		200
ÄREA TOTAL AMOSTRADA (ha)		0,26
Nº DE INDIVÍDUOS AMOSTRADOS		255
DENSIDADE (Nº DE INDIVÍDUOS / há)		980,7692
ÄREA BASAL (m2/há)		11,33937
DIÂMETRO (cm)	MÁXIMO	120,6
	MÍNIMO	6,67
	MÉDIO	19,0
ALTURA (m)	MÁXIMA	22,0
	MÍNIMA	4,0
	MÉDIA	10,0
Nº TOTAL DE ESPÉCIES AMOSTRADAS		53
Nº DE FAMÍLIAS		22
Nº DE ESPÉCIES COM POTENCIAL ECONÔMICO		5
Nº DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO		2

11.1.5 Área de Preservação Permanente e ser implantada

Será implantada ao longo de todo o reservatório a Área de Preservação Permanente de 100 metros de largura, conforme legislação ambiental vigente, totalizando uma área de 56 hectares. Ou seja, a área do reservatório (43 hectares) será inferior à área de preservação permanente a ser criada. Portanto, após a implementação do empreendimento haverá um incremento significativo de áreas florestadas, que ajudará a melhorar a qualidade ambiental do local.

Dos 56 hectares de Área de Preservação Permanente, 47,40 deles necessitam ser recompostos, pois hoje são ocupados por pecuária e/ou agricultura.

No Anexo I – Imagem de satélite, pode-se observar a delimitação da futura Área de Preservação Permanente

11.1.6 Unidades de Conservação e Terras Indígenas

A unidade de conservação mais próxima está localizada a aproximadamente 42 quilômetros de distância do futuro empreendimento (RPPN Corredor do Iguaçu). Já a Terra Indígena mais próxima encontra-se a 28,5 quilômetros (Área Indígena de Mangueirinha). Estas informações podem ser melhor visualizadas nos Anexos X e Y – Unidades de Conservação e Terras Indígenas nas proximidades do futuro empreendimento.

Assim, pode-se concluir que o empreendimento proposto não terra nenhuma influência direta ou indireta em Unidades de Conservação e Terras Indígenas.

11.1.7 Relatório fotográfico



Figura 19 – Agricultura intensiva nas margens do rio Cavernoso, com pequena faixa de floresta ciliar ao fundo



Figura 20 – Aspecto do interior da floresta ciliar ainda existente, com uniformidade de diâmetros e ausência de sub-bosque, evidenciado durante a realização do inventário florestal.



Figura 21 – Foto da margem direita do rio Cavernoso que fará parte da futura Área de Preservação Permanente. Neste local a atividade pecuária é predominante. O rio Cavernoso encontra-se à direita da figura.

11.2 Fauna

11.2.1 Considerações Iniciais

Os diversos impactos sobre a estrutura física e o funcionamento dos ambientes aquáticos e terrestres apresentam amplitude e duração variáveis de acordo com o empreendimento, grau de comprometimento das biocenoses e amplitude das áreas de influência (HICKSON *et al*., 1992).

O empreendimento do tipo barragem pode provocar respostas ambientais diversas, como a modificação da dinâmica da água, a sucessão de comunidades e a extinção de espécies (CECILIO *et al*., 1997). Os represamentos produzem, como conseqüências inevitáveis, alterações na composição específica e na estrutura das comunidades da fauna, sendo que as mais atingidas são as espécies de peixes reofílicos (AGOSTINHO *et al*., 1992) e os componentes da fauna terrestre vulneráveis às alterações ambientais.

Quanto ao comprometimento das biocenoses, a compreensão da dinâmica da fauna requer uma abordagem que integre a análise dos processos físico-químicos e biológicos, tanto em escala espacial como temporal, visto que o ciclo de vida de muitas espécies está geralmente relacionado às variações regionais e sazonais.

A bacia hidrográfica do rio Cavernoso drena uma área coberta principalmente por dois tipos básicos de formações vegetacionais: os campos limpos (mais em direção ao município de Guarapuava) e os remanescentes de Floresta com Araucária (nas áreas mais próximas ao empreendimento), apresentando também influência da Floresta Estacional Semidecidual, que se apresenta principalmente mais próximo da calha do rio Iguaçu;

A atualização deste EIA/RIMA em 2009, objetivou acrescentar dados sobre a fauna local atual, incluindo dados secundários sobre a fauna de répteis, anfíbios e macroinvertebrados e verificando possíveis alterações na composição faunística, subsidiando assim a proposição de programas ambientais.

11.2.2 Metodologia

Devido a atualização deste estudo em 2009, a metodologia pode ser dividida entre a utilizada no estudo original pela FERMA Engenharia Ltda. e a usada no

processo de atualização pela COPEL.

11.2.2.1 Metodologia do Estudo Original

No estudo original de 2004, a caracterização da fauna foi desenvolvida utilizando-se técnicas convencionais para coleta, onde além dos estudos realizados *in loco* foram buscadas informações secundárias disponíveis em bibliografias, entidades ambientais públicas e privadas.

A constatação de diferenças na distribuição da fauna de vertebrados terrestres ao longo da bacia do rio Cavernoso teve como base os estudos de campo e a análise da distribuição dos ambientes ocupados pelos mamíferos e aves. Essas informações foram confrontadas com diversos estudos de impactos ambientais na região, como o EIA/RIMA da UHE de Segredo e da derivação do rio Jordão.

Para os peixes foram feitas capturas intensivas utilizando-se de diferentes métodos amostrais em vários pontos distribuídos na bacia, sendo que no leito do rio Cavernoso foram definidos dois pontos amostrais, um próximo ao eixo da barragem e outro à montante, onde amostragens padronizadas com redes de espera e tarrafa foram realizadas para comparações de abundância. Os exemplares coletados foram imediatamente fixados em solução de formol 4%, colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados por local e estocados em galões.

As amostragens da fauna aquática foram realizadas através de:

- *Tarrafas* – foram realizados diversos arremessos com tarrafas de dois tamanhos (0,5cm e 1,5cm), de 10 e 20 metros de roda.
- *Peneiras* – método utilizado para captura de espécies de pequeno porte, sempre próximo à margem onde era registrada vegetação ripária e/ou aquática.
- *Puçás* – método eficiente para animais pelágicos, principalmente de pequeno porte. Também eficiente em áreas de vegetação alagada e pequenos corpos d'água.
- *Arrasto* – método utilizado para captura de peixes de pequeno e médio porte, através de uma rede de 5 metros de comprimento com malha de 0,5cm, sendo muito útil na captura de espécies criptobióticas.
- *Redes de espera* – método de coleta utilizado para a captura de diversas espécies de médio e grande porte, através da utilização de baterias de redes

de 20 metros de comprimento, com malhas variando entre 1,5 e 8cm entre nós consecutivos.

As amostragens da fauna terrestre foram realizadas através de:

- *Registros* - atividades desenvolvidas de acordo com as técnicas convencionais para estudos zoológicos, incluindo investigação direta (registros visuais, auditivos e registro e/ou coleta de restos, como animais atropelados, crânios, peles, ossos, etc.) e indiretas, tais como material escatológico (fezes), pegadas e restos de alimento.
- *Entrevistas* – os dados foram obtidos através de entrevistas livres, facilitando a relação entre o pesquisador e o entrevistado (*rapport*). Os resultados foram registrados por escrito em fichas de campo.

Após a identificação e diversas outras análises, como comparações, interpretações a respeito de sua distribuição e ecologia, os exemplares coletados foram então oficialmente cedidos para as Coleções do Museu de História Natural da Prefeitura Municipal de Curitiba, onde estão aguardando o respectivo número de tombo.



Figura 22 – Coleta com tarrafa



Figura 23 – Coleta com puça

11.2.2.2 Metodologia Usada na Atualização do estudo

Como parte da atualização deste EIA/RIMA, buscou-se novos dados qualitativos sobre a fauna da área de influência do empreendimento. Para tanto, foi feita uma incursão em campo em agosto de 2009. Nesta incursão, foram percorridas as áreas próximas às margens direita e esquerda do rio Cavernoso, que serão alagadas pelo futuro reservatório.

O levantamento de fauna nesta incursão consistiu em métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos foram observações e identificação de vocalizações de exemplares da fauna. Os métodos indiretos foram registros fotográficos de rastros, fezes e tocas de animais, bem como entrevista com os moradores do local. As entrevistas foram informais, feitas pelo método "*rapport*". Foram mostradas a cada entrevistado imagens de diversos exemplares da avifauna e mastofauna, com o objetivo de facilitar e acurar a identificação.

A atualização também acrescentou dados da fauna de répteis, anfíbios e macroinvertebrados com base em levantamento de dados secundários e qualitativos sobre estes grupos faunísticos, através de pesquisa bibliográfica. Neste levantamento, buscou-se artigos e trabalhos técnicos (como EIAs) que investigaram a fauna de bacias mais próximas à do rio Cavernoso.

Para estes três grupos faunísticos foram utilizados:

- ✓ EIA da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, executado pela Copel em 1999. Trata-se de UHE localizada no rio Jordão, o afluente esquerdo do rio Iguaçu mais próximo do rio Cavernoso, a leste deste;
- ✓ Relatório Anual de Auto Monitoramento dos Programas Ambientais do Complexo Energético Fundão Santa Clara – CEFSC referente ao ano de 2005, executado pela Consiliu;
- ✓ EIA da Usina Hidrelétrica Salto Grande, executado pela Juris Ambientis em 2009. A UHE Salto Grande é um projeto a ser instalado no rio Chopim, afluente direito do rio Iguaçu cuja foz está a oeste do rio Cavernoso.

Para a fauna de répteis, também foi utilizado dados da Atualização do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Solo do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) da Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga (UHE GNB), executado pelo Lactec para a Copel, atualmente em fase final de elaboração. A UHE GNB, conhecida com UHE Salto Segredo, está inserida no rio Iguaçu, a montante da foz do rio Cavernoso e imediatamente a jusante da foz do rio Jordão. Algumas espécies de répteis também foram citadas por moradores locais em entrevista.

Para identificação da fauna de anfíbios foi utilizado também o trabalho de BERNARDE e MACHADO (2001), que investigaram a anurofauna dos afluentes do rio Iguaçu localizados entre a UHE Salto Segredo e a UHE Salto Caxias. O PACUERA da UHE GNB, que utilizou o citado trabalho de Bernardo e Machado, também foi útil para identificação de possíveis espécies anfíbios na bacia do rio Cavernoso.

Para a identificação da fauna de macroinvertebrados ainda foi feito uso do trabalho de RUSSO, FERREIRA e DIAS (2002) sobre macroinvertebrados bentônicos presentes: no córrego Barra Grande, afluente esquerdo do rio Adelaide (por sua vez afluente direito do rio Iguaçu), à oeste do rio Cavernoso; e no córrego Marcão, afluente esquerdo do rio Jacarandá (por sua vez afluente esquerdo do Iguaçu) à sudoeste do Cavernoso.

Os animais identificados foram classificados até o nível taxonômico mais restritivo possível. Os dados obtidos foram tabulados e então somados aos resultados do levantamento original deste EIA – RIMA.

Nesta atualização, buscou-se identificar espécies potencialmente ameaçadas de extinção no Paraná. Para classificar o estado de conservação da espécie, foi utilizada a classificação da IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)*, adotada no livro Vermelho da Funa Ameaçada no Estado do Paraná - MIKICH & BÉRNILS (2004). Ela adota as seguintes denominações (extraído

de http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=116, 2009):

- ✓ Regionalmente Extinta (RE) - espécie que está sabidamente, ou presumivelmente extinta no Estado;
- ✓ Extinta na Natureza (EW) - espécie que é considerada extinta na natureza em toda a sua área original de distribuição, incluindo o estado do Paraná, mas que ainda sobrevive em cativeiro, cultivo, ou como populações naturalizadas;
- ✓ Criticamente em Perigo (CR) - espécie que, de acordo com os critérios específicos, está sob um risco extremamente alto de extinção na natureza;
- ✓ Em Perigo (EN) - espécie que, de acordo com os critérios específicos, está sob um risco muito alto de extinção na natureza;
- ✓ Vulnerável (VU) - espécie que, de acordo com os critérios específicos, está sob um risco alto de extinção na natureza.

Todas estas categorias acima citadas são protegidas por lei. Existem ainda outras categorias que não implicam em proteção legal. São elas:

- ✓ Quase Ameaçadas (NT) - espécie que não está ameaçada no presente, mas que corre o risco de ficar ameaçada num futuro próximo.
- ✓ Preocupação Menor (LC) - espécie que não está ameaçada no presente e apresenta pouca probabilidade de se tornar ameaçada em um futuro próximo;
- ✓ Dados Deficientes (DD) - são aquelas cuja categoria de ameaça não pode ser definida pela carência de informações a seu respeito.

Os dados de ictiofauna foram atualizados com base nos relatórios de 2008 em "Análise Biológica de Peixes", realizado pela GERPEL (Unioeste) a pedido da Copel para as bacias do Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu, publicado em 2009, bem como em entrevistas com os moradores no momento da incursão. O relatório da GERPEL (2009) permitiu a atualização de parâmetros como abundância, riqueza e diversidade das principais espécies.

No rio Cavernoso, a equipe de ictiologia da Copel realizou duas coletas, em junho e setembro de 2008. O ponto de coleta foi próximo à barragem da atual PCH Cavernoso I (localizada a 500 a jusante do futuro barramento da PCH Cavernoso II). Foram utilizadas redes de espera simples com malhas variando de 2,5 a 16 cm de entre nós não adjacentes, redes de espera três malhas de 6 a 8 cm entre nós e redes de arrasto com malha 0,5 cm de abertura de malha. As redes de espera foram expostas por período de 24 horas, com amostragem às 8, 16 e 22 horas. Os arrastos

foram efetuados no período diurno e noturno.

Os peixes coletados foram fixados em formol a 10%, etiquetados com informações de local, turno e mês de coleta, armazenados em camburões plásticos e levados para Unioeste. Na universidade, os peixes foram lavados em água corrente e conservados em álcool 70% para análise. Os resíduos de formol foram neutralizados com hipoclorito e posteriormente depositados em fossa.

A identificação taxonômica dos peixes capturados segue Caravello et al. (1997), Shibatta et al. (2002), Ingenito et al. (2004), Graça e Pavanelli (2007), Pavanelli e Britski (em prep) e Baumgartner e Pavanelli (em prep). Alguns exemplares foram identificados com auxílio de especialistas do Museu de Ictiologia da Universidade Estadual e Maringá (UEM).

Após identificação, registrou-se as seguintes informações de cada exemplar: data de amostragem; aparelho de pesca utilizado; período de captura; número do exemplar; espécie; comprimento total; comprimento padrão; peso total; peso do estômago; grau de repleção gástrica; sexo; estádio de maturidade; peso das gônadas.

Os estágios de maturação gonadal foram classificados nas seguintes categorias: gonadas imaturas, maduras, em reprodução, esgotadas e em repouso. Os indivíduos capturados foram depositados na coleção do Museu de Ictiologia da Universidade Estadual e Maringá.

Os dados de abundância e biomassa das principais espécies foram expressos em captura por unidade de esforço (CPUE). A riqueza (S) diversidade ictiofaunística (H') e a equitabilidade (E) da distribuição das capturas entre as espécies foram estimadas segundo Pielou (1975).

11.2.3 Resultados e Discussão

A soma do levantamento realizado pela FERMA Engenharia Ltda. no estudo original em 2004 com o feito pela Copel na atualização permitiu estimar 338 espécies pertencentes à 265 gêneros, 168 famílias, 67 ordens, 14 classes e seis filos de animais. A incursão realizada em 2009 permitiu acrescentar ao estudo original 19 gêneros/espécies identificados com auxílio das entrevistas com moradores, 3 através de observação direta, identificação de vocalização, rastros e tocas, e 4 com base nos relatórios da GERPEL (2009). Nota-se que os métodos utilizados muitas vezes se sobrepõem, corroborando entre si.

11.2.3.1 Ictiofauna

As amostragens realizadas na área de estudo no estudo original resultaram em 315 exemplares de 19 espécies, o que somado aos dados bibliográficos perfizeram em 2004 um total de 26 espécies, distribuídas em 19 gêneros e 12 famílias. A atualização de 2009 acrescentou 8 espécies, cinco gêneros, três famílias e duas ordens ao levantamento de 2004. Cinco gêneros/ espécies novos foram identificados com auxílio das entrevistas com moradores, 3 por observação direta e 4 com base nos relatórios da GERPEL (2009). Dentre estas, destacam-se as espécies exóticas tilápia (*Sarotherodos niloticus*) e carpa capim (*Cyprinus carpio*), presentes no rio e criadas em tanques de aquicultura próximos ao rio, inclusive em área que será inundada pelo novo reservatório. A nova lista de taxa de peixes levantada para a região está na tabela 37.

TABELA 37: LISTA DE ESPÉCIES DE PEIXES REGISTRADAS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVERNOSO. NOTA: STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ - MIKICH & BÉRNILS (2004); * - ESPÉCIE EXÓTICA

Taxa (status)	Nome vulgar	Tipo de registro
ORDEM CYPRINIFORMES		
Família Cyprinidae		
Cyprinus carpio *	carpa	Entrevista
ORDEM CHARACIFORMES		
Família Paradontidae		
Apareiodon vittatus	tambiú	Local – GERPEL
Família Crenuchidae		
Characidium sp.	canivete	Local – ambiente de ocorrência
Família Characidae		
Astyanax altiparanae	lambari – relógio	Local – GERPEL
Astyanax sp. B	lambari de rabo vermelho	Local – GERPEL
Astyanax sp. C	lambari de rabo amarelo	Local – GERPEL
Astyanax sp. E	lambari	GERPEL
Astyanax sp. F	lambarizão	Local – GERPEL
Bryconamericus sp.	pequira	ambiente de ocorrência
Hyphessobrycon reticulatus	bandeirinha	museológico
Oligossarcus longirostris	saicanga	Local – GERPEL
Família Erythrinidae		

Hoplias malabaricus	traíra	Local – GERPEL – Entrevista
ORDEM SILURIFORMES		
Família Callichthydae		
Corydoras paleatus	cascudinho	local
Família Loricariidae		
Ancistrus sp.	cascudo – roseta	ambiente de ocorrência
Hypostomus commersoni	cascudo – avião	GERPEL
Hypostomus derbyi	cascudo	local
Hypostomus myersi	cascudo	local
Hypostomus sp.	cascudo	local
Família Heptapteridae		
Rhamdia voulezi	jundiá	GERPEL – Entrevista
Família Pimelodidae		
Pimelodus britskii	mandi	GERPEL
Pimelodus ortmanni	mandi	local
Pimelodus sp.	mandi	local
Pseudoplatistoma corruscans (NT)	pintado	Entrevista
Steindachneridion melanodermatum (VU)	surubim	Entrevista
Família Auchnepteridae		
Glanidium ribeiroi	bocudo	Local – GERPEL
Família Trychomicteridae		
Trychomycterus sp.	candiru	ambiente de ocorrência
ORDEM GYMNOTIFORMES		
Família Gymnotidae		
Gymnotus carapo	tuvira	ambiente de ocorrência
ORDEM CYPRINODONTIFORMES		
Família Anablepidae		
Jenynsia eigenmanni	canivete	ambiente de ocorrência
ORDEM SYMBRANCHIFORMES		
Família Symbranchidae		
Simbranchus marmoratus	muçum	Local
ORDEM PERCIFORMES		
Família Cichlidae		
Cichlasoma facetum	acará	local
Crenicichla iguassuensis	joaninha	local
Crenicichla sp.	joaninha	Local – GERPEL
Geophagus brasiliensis	acará	Local – GERPEL
Sarotherodos niloticus *	tilápia	Local – Entrevista

No estudo original de 2004, as capturas totais realizadas com redes de espera

e tarrafas no leito do rio Cavernoso perfizeram 270 peixes. No ponto amostral próximo ao eixo da barragem de Cavernoso I foram capturados 90 peixes e no ponto montante 180 indivíduos. As famílias registradas nas coletas da época foram Characidae, com 152 exemplares capturados, e Auchenipteridae, com 59 exemplares; Loricariidae, com 31 exemplares; Heptapteridae, com 18 exemplares; e Crenuchidae, com 10 exemplares capturados. No ponto amostral barragem, as famílias mais abundantes nas coletas realizadas foram Characidae, com 62 exemplares capturados e Auchenipteridae, com 11 exemplares. No ponto amostral montante, as famílias mais abundantes nas coletas realizadas também foram Characidae, com 90 exemplares capturados, e Auchenipteridae, com 48 exemplares.

As espécies mais abundantes nas coletas realizadas no rio Cavernoso para o estudo original foram: *Astyanax* sp. B, com 132 exemplares capturados; *Glanidium ribeiroi*, com 59 exemplares capturados; *Astyanax* sp. F, com 20 exemplares capturados; *Hypostomus myersi*, com 23 exemplares; e *Rhamdia sp.,* com 18 exemplares. Essas espécies corresponderam a 81,1% do total das amostras com redes de espera. A espécie mais abundante nas coletas realizadas no rio Cavernoso pelo estudo original foi *Astyanax* sp. B, com 51 exemplares capturados no ponto amostral barragem e 81 exemplares no ponto montante. Entre os exemplares capturados, as médias de comprimento e peso foram de 14,53±6,03cm e 69,49±112,36g, o que permite caracterizar as populações de peixes desta região como de pequeno e médio porte.

Quanto à atualização promovida pela Copel em 2009, o relatório da GERPEL (2009) trouxe como resultado, para o reservatório da PCH Cavernoso I em 2008, a captura de 364 espécimes pertencentes a 14 espécies. *Astyanax* sp. B foi a espécie mais capturada nestas amostragens (53,57% do total), seguida de *Astyanax* sp. C (11,56%) e *A. altiparanae* (9,62%). As espécies menos capturadas no reservatório foram *Crenicichla* sp., *Glanidium ribeiroi* e *Hoplias malabaricus*, representando cada uma 0,27% do total de capturas.

Os maiores valores de captura por unidade de esforço (CPUE) em número de indivíduos foram de *Astyanax* sp. B e *Astyanax* sp. C, com 113,1 e 30,7 indivíduos/1000 m² * 24H, respectivamente. Com relação à biomassa, *Hypostomus commersoni* e *Astyanax* sp. B tiveram os maiores valores de CPUE: 2,44 e 1,26 Kg/1000 m² * 24H, respectivamente.

Nos dois meses de coleta (junho e setembro de 2008), a estação de amostragem registrou o mesmo valor de riqueza S = 11. A equitabilidade E e a

diversidade H' já experimentaram um incremento entre junho e setembro (E = 0,57 e 0,62 e H' = 1,37 e 1,49 para junho e setembro respectivamente).

Com relação ao comprimento, o relatório GERPEL (2009) corroborou o levantamento de 2004, com indivíduos de pequeno e médio porte. Os maiores exemplares pertenceram às espécies *H. malabaricus* (comprimento padrão (Ls) = 31,5 cm) e *H. commersoni* (Ls = 31,0 cm). Os menores exemplares capturados foram de *Geophagus brasiliensis* (Ls = 5,0 cm) e *A. Altiparanae* (Ls = 5,1 cm). A espécie mais capturada, *Astyanax sp.* B, apresentou Ls médio = 7,5 cm. As espécies com maior Ls médio foram *H. malabaricus* (31,5 cm), *Rhamdia voluezi* (23,5 cm) e *H. commersoni* (22,7 cm). As espécies com menor Ls médio foram *Astyanax sp.* F (6,8 cm), *Astyanax* sp. E (6,9 cm) e *Astyanax sp.* B (7,5 cm).

Com relação à reprodução, a análise dos estádios de maturação gonadal dos indivíduos capturados evidenciou predomínio de indivíduos em "reprodução" (26,50% do total amostrado), com maior porcentagem em setembro (46,88%). O estudo do índice gonadossomático evidenciou maior atividade reprodutiva em setembro.

Astyanax sp. B, espécie mais capturada e com o maior CPUE em número de indivíduos, apresentou atividade reprodutiva nos dois meses amostrados, com predomínio em setembro. *Astyanax* sp. C, segunda espécie mais capturada, apresentou períodos reprodutivos não cíclicos, com maior atividade reprodutiva em junho para fêmeas e setembro para machos. *A. Altiparanae*, terceira espécie mais capturada, teve maior atividade reprodutiva em junho. *G. brasiliensis*, quarta espécie mais capturada, teve maior atividade reprodutiva em setembro. *H. commersoni*, espécie com maior CPUE em biomassa e a quinta mais capturada, teve atividade reprodutiva apenas em setembro. A seguir uma descrição das famílias amostradas:

Família Characidae

Compreendem aproximadamente 30 sub-famílias. Peixes de forma muito variada, quase sempre comprimidos ou lateralmente achatados. Dulcícolas, de hábitos alimentares diversificados (herbívoros, omnívoros e carnívoros), que os permite explorar uma grande variedade de habitats (CORRÊA et al., 1995).

Família Crenuchidae

Peixes pequenos, sem fontanela frontal. A boca é pequena e apresenta dentes cônicos em uma única série nas maxilas. O gênero mais comum é *Characidium* e apresenta uma ampla distribuição no Brasil (BRITSKI, 1970).

Família Erythrinidae

As traíras são peixes carnívoros, predadores, que apresentam ampla distribuição pela América do Sul. Habitam preferencialmente ambientes lênticos (BRITSKI, 1970), embora possam ser encontradas em rios de pequeno e grande porte. Possuem dentes cônicos e caninos nas maxilas e mandíbulas (BRITSKI et al., 1984). Fase larval é planctófaga (PAIVA, 1974), sendo que indivíduos jovens são predominantemente insetívoros enquanto que os adultos são ictiófagos (MORAES & BARBOLA, 1995). Pode sobreviver em ambientes poucos oxigenados, sendo seu período reprodutivo compreendido entre setembro e outubro (BARBIERI, 1989). Os locais de desova são as lagoas marginais e as calhas dos rios, preferindo a última (SILVA et al., 1997). Cuidam da prole (NOMURA, 1984).

Família Parodontidae

Vivem geralmente em rios de águas correntes e de fundo pedregoso. Permanecem sobre o substrato, raspando e ingerindo os organismos fixados neste ambiente. Possuem boca inferior, dentes espatulados e multicuspidados na maxila superior (BRITSKI et al., 1984).

Família Heptapteridae

Esta família inclui um conjunto muito grande de peixes de importância comercial. Compreende formas muito diversificadas, sendo que o tamanho máximo varia entre 40 e 120cm. Dulcícolas, com poucas espécies estuarinas, é uma das maiores famílias de bagres da América do Sul. São bentônicos (BARLETTA & CORRÊA, 1992) e os adultos vivem normalmente em poços profundos de rios. Desovam normalmente em regiões rasas, com pouca ou nenhuma correnteza (CORRÊA et al., 1995).

Família Trichomycteridae

Peixes de pequeno porte. Algumas espécies se introduzem nas guelras dos peixes maiores para sugar-lhes o sangue. Possuem espinhos na região opercular. Boca subterminal, com ou sem barbilhões. São comuns nas cabeceiras dos rios (BRITSKI, 1970).

Família Callichthyidae

Peixes de pequeno porte (<20 cm), amplamente distribuídos nas águas doces da América do Sul e Panamá. Família numerosa, caracterizada por peixes revestidos por dupla fileira de placas ósseas e nadadeira adiposa suportada por um espinho. A boca é subterminal, pequena, rodeada por uma par de barbilhões maxilares e um ou dois mandibulares. Dentes ausentes ou presentes. Parte do trato digestivo pode

funcionar como auxiliar respiratório. Iliófagos, habitando preferencialmente águas correntes (STERBA, 1961; BRITSKI, 1970).

Família Loricariidae

Os cascudos desta família constituem um dos grupos mais diversificados de peixes Siluriformes. Possuem uma ampla distribuição em toda região Neotropical. Possuem o corpo recoberto por placas ósseas em várias séries, os lábios alargados em forma de ventosa e as maxilas providas de dentículos adaptados para raspar alimentos do substrato (ALVES & BUCKUP, 1997). *Rineloricaria* é o maior gênero de Loricariinae, apresentando mais de 50 espécies nominais. Distribui-se por toda América do Sul (SUPPA & BUCKUP, 1997).

Família Cichlidae

Espécies comuns em rios e canais, preferindo locais próximos de águas salobras. Ocorrem em lagoas marginais (FATTORI et al., 1997) e desovam em março, setembro e janeiro, sendo que os ovos são depositados em pequenos círculos construídos com a boca, em lugares de águas calmas, com fundo de cascalho ou areia. Apresentam cuidado parental com a prole (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997). Eclodem até 500 larvas de uma vez (RIBEIRO, 1915). Preferem águas de fundo lodosos, movimentando-se preferencialmente à noite. São bentófagos, alimentando-se basicamente do lodo depositado no fundo (MAGALHÃES, 1931), gastrópodos (COSTA & MAZZONI, 1997), tecamebas, microcrustáceos, larvas de insetos, algas e detritos vegetais (HAHN, ADRIAN et al., 1997). Machos adultos apresentam uma intumescência característica na cabeça na época reprodutiva (RIBEIRO, 1915; STERBA, 1961).

Família Anablepidae

As espécies desta família apresentam adaptações pouco usuais dentre os teleósteos, sendo a viviparidade a principal delas, o que envolve modificações morfológicas e fisiológicas em machos e fêmeas (LORIER & BERIOS, 1995), entretanto, nem todas as espécies são vivíparas. Ocorrem no sul do Brasil (BRITSKI, 1970).

Família Gymnotidae

Neotropicais exclusivamente (MAGO-LECCIA, 1978). São um grupo monofilético (FINK & FINK, 1981) de peixes eletrogênicos de água doce representados atualmente por 6 famílias, 23 gêneros e aproximadamente 60 espécies (TRIQUES, 1993). Compõe uma fração dominante da biomassa de peixes, e podem ser a principal fonte

de alimento para grandes predadores nas águas amazônicas (BULLOCK et al., 1979). Peixes de hábitos noturnos que usam órgãos elétricos para sua orientação. Não possuem nadadeira caudal e o corpo é escuro, com faixas oblíquas claras. O pedúnculo caudal termina em ponta. Vivem preferencialmente em ambientes lênticos (BRITSKI, 1970).

11.2.3.1.1 Discussão

Os resultados apresentados mostraram, para a composição de espécies, uma ictiofauna dominada principalmente por Characiformes e Siluriformes, com das 32% e 41% do total de espécies registradas, respectivamente. A participação das diferentes ordens reflete a situação descrita para os rios neotropicais por LOWE-McCONNELL (1978), sendo que a maioria dos peixes pertence às ordens Characiformes e Siluriformes.

De um modo geral, a ictiofauna da bacia do rio Cavernoso apresenta o padrão generalizado da ictiofauna do rio Iguaçu, com poucas espécies e um certo grau de endemismo (GARAVELLO et al., 1997). Caracteriza-se ainda pela ausência das famílias de peixes migradores mais comuns na bacia do rio Paraná, embora dele seja tributário desde a formação histórica desta última bacia. O isolamento causado pelas Cataratas do Iguaçu, associado a fenômenos climáticos, podem ter levado a uma compartimentalização geológica da bacia do rio Iguaçu, sendo este fenômeno o principal evento responsável pela atual situação da ictiofauna desta bacia (SAMPAIO, 1988).

Segundo LOWE-McCONNEL (1975), as espécies de peixes submetidas a modificações, como aproveitamentos hidrelétricos, podem ser divididas em dois grupos. O primeiro é composto por espécies reofílicas, de água corrente, que aparentemente apresentam menores condições para permanecer em uma área represada. As espécies dessa natureza apresentam hábitos migratórios, normalmente relacionados a atividades reprodutivas, como o já relatado para estudos realizados no rio Paraná (AGOSTINHO *et al*., 1992). O segundo agrupamento é composto por espécies adaptadas a ambientes lênticos, como áreas profundas, remansos e regiões alagadas. Teoricamente, essas espécies se adaptariam melhor a um reservatório, por apresentarem amplo espectro alimentar e características reprodutivas adaptadas a ambientes de águas calmas (LOWE-McCONNEL, 1975).

Embora não tenham sido capturados nestes estudos, a presença do pintado (*Pseudoplatistoma corruscans*) e surubim (*Steindachneridion melanodermatum*) foi registrada em entrevistas com moradores à margem do atual reservatório. Ambas as espécies constam no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná e são ambas reofílicas, portanto fortemente afetadas pela formação de reservatórios.

Os relatórios anuais produzidos pela GERPEL, tanto referentes à 2008 quanto os de 2005 à 2007, revelam que as populações de peixes no reservatório atual (PCH Cavernoso I) apresentam atividade reprodutiva, a maioria notadamente nos meses de setembro a dezembro. É preciso, portanto, atenção com relação à pesca nestes meses, principalmente setembro. Lembrando que, com a instalação do novo empreendimento, a pressão de pesca tende a aumentar, pois essa fase envolve número maior de pessoas confluindo para a região.

É importante lembrar que o empreendimento em estudo propõe a construção de uma nova barragem 500 m à montante da barragem já existente. Embora faltem estudos neste sentido, vários funcionários da PCH Cavernoso I declararam não terem observado a migração ascendente de peixes através da atual barragem. Esta barragem está presente no rio desde a instalação da usina, inaugurada em 1959. Os estudos considerados neste trabalho indicam populações de peixes a muito estabelecidas no rio à montante e jusante da barragem da PCH Cavernoso. Assim sendo, o empreendimento fará a comunidade de peixes à montante da atual barragem ser dividida em duas: uma no trecho de 500 m entre as duas barragens e outra à montante da nova barragem. Como se dá com a maioria dos reservatórios de hidroelétricas o maior impacto nas populações de peixe à montante da nova barragem se dará pelas mudanças limnológicas causadas pela formação do novo reservatório proposto pelo empreendimento, porém, prevê-se que tal impacto ambiental será proporcionalmente menor em comparação com o de grandes reservatórios. Isso se deve não somente pelas pequenas dimensões do novo reservatório, mas também pelo curto tempo de residência d'água, menor que 12 horas, o que diminui a tendência do reservatório de acumulação de nutrientes. A baixa profundidade do novo reservatório, somada ao baixo tempo de residência d'água, também minimiza a possibilidade de hipoxia do fundo do reservatório. Isso diminui o impacto sobre a comunidade de organismos bênticos, quando comparado com o que ocorre em grandes reservatórios.

É de se esperar maiores impactos na comunidade de peixes confinada entre as duas barragens, sendo que o trecho de rio entre barragens terá apenas 500 m de

extensão. As populações de peixes confinadas neste espaço relativamente pequeno poderão ter perda de variabilidade genética, com tendência de apresentar aumento de homozigose e, assim, comprometimento da sobrevivência ao longo das gerações.

O trecho do rio entre barragens, além de relativamente pequeno, não possui nenhum grande afluente. Em grandes reservatórios, os afluentes, que mantêm características mais próximas às originais do rio represado, normalmente servem de alternativa às espécies de peixes mais adaptadas a ambientes lóticos, além de serem locais preferenciais de reprodução e desova. O nível do atual reservatório sofre poucas flutuações, baixando durante estiagens. O novo reservatório à montante evitará estas flutuações, favorecendo espécies que dependem de margens estáveis para alimentação, abrigo e reprodução. As populações de espécies que necessitam de ambientes lóticos, principalmente as reofílicas, tenderão à diminuição e possível desaparecimento ao longo do tempo. A estabilidade do nível d'água transformará o trecho entre barragens num lago estável, o que favorecerá populações de peixes adaptadas a ambientes lênticos, como têm demonstrado espécies do gênero *Astyanax* presentes neste rio. Como já mencionado, o trecho de rio entre barragens será relativamente pequeno e a barragem atual divide o rio faz meio século.

Assim sendo, apesar do impacto previsível na microcomunidade de peixes do trecho entre barragens, a ictiofauna da bacia do rio Cavernoso como um todo seria, quanto à este assunto, relativamente pouco afetada pelo novo empreendimento.

11.2.3.2 Avifauna

Os levantamentos de avifauna feitos por este estudo identificaram um total de 94 espécies distribuídas em 91 gêneros, 38 famílias e 16 ordens. O esforço de atualização contribuiu com 8 espécies, 7 gêneros e 4 famílias no total de taxa identificados. Através da atualização de 2009, 7 gêneros/espécies foram identificados com auxílio das entrevistas com moradores e 1 através de observação direta e identificação de vocalização. Merecem destaque as espécies *Ramphastus vitellinus* (tucano de bico preto) e *Oryzoborus angolensis* (curió), espécies ameaçadas (categorias NT e VU, respectivamente) indicadas por entrevistados. A tabela 38 traz a nova lista de taxa de aves levantada para a região.

TABELA 38: LISTA DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO. NOTA: STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ - MIKICH & BÉRNILS (2004). LEGENDAS PARA HABITATS COMUNS: AQ – AMBIENTE AQUÁTICO; FL – FLORESTA; CA – CAPOEIRA; CP – CAMPO; AER – AMBIENTE AÉREO; AT – ÁREA ALTERADA.

Taxa (status)	Nome vulgar	Habitat comum
ORDEM TINAMIFORMES		
Família Tinamidae		
Crypturellus obsoletus	nambu-guaçu	Fl
Nothura maculosa	codorna	Cp, Ca
ORDEM CICONIIFORMES		
Família Ardeidae		
Butorides striatus	socozinho	Aq
Egretta alba	garça-branca	Aq
Syrigma sibilatrix	maria-faceira	Cp, At
Família Threskiornithidae		
Theristicus caudatus	curucaca	Cp, At
Família Cathartidae		
Coragyps atratus	urubu	Fl, Cp, At
ORDEM PELICANIFORMES		
Família Phalacrocoracidae		
Phalacrocorax brasilianus	biguá	Aq
ORDEM ANSERIFORMES		
Família Anatidae		
Amazonetta brasiliensis	ananaí	Aq
ORDEM ACCIPITRIFORMES		
Família Accipitridae		
Buteo magnirostris	gavião-carijó	Fl, Ca, Cp, At
Elanus leucurus	gavião-peneira	Ca, Cp, At
Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	Ca, Cp, At
ORDEM FALCONIFORMES		
Família Falconidae		
Falco sparverius	quiri-quiri	Ca, Cp, At
Milvago chimachima	pinhé	Fl, Ca, Cp, At
Polyborus plancus	carcará	Fl, Ca, Cp, At
ORDEM GRUIFORMES		
Família Rallidae		
Aramides saracura	saracura-do-mato	Fl, Ca, Aq
Gallinula chloropus	frango-d'água	Aq
Rallus nigricans	saracura-sanã	Aq

ORDEM CHARADRIIFORMES		
Família Jacanidae		
Jacana jacana	jaçanã	Aq
Família Charadriidae		
Vanellus chilensis	quero-quero	Aq, Cp, At
ORDEM COLUMBIFORMES		
Família Columbidae		
Columba picazuro	asa-branca	Fl, Cp, At
Columbina talpacoti	rolinha	Fl, Ca, Cp, At
Leptotila sp.	juriti	Fl, Ca, At
Zenaida auriculata	pomba-amargosinha	Fl, Ca, Cp, At
ORDEM PSITTACIFORMES		
Família Psittacidae		
Brotogeris tirica	periquito	Fl
Pionus maximiliani	maitaca	Fl, Ca, At
Pyhura frontalis	tiriba	Fl, Ca, At
ORDEM CUCULIFORMES		
Família Cuculidae		
Crotophaga ani	anu-preto	Ca, Cp, At
Guira guira	anu-branco	Ca, Cp, At
Piaya cayana	alma-de-gato	Fl, Ca
ORDEM STRIGIFORMES		
Família Tytonidae		
Tyto alba	suindara	Fl, Ca, Cp, At
Família Strigidae		
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	Ca, Cp, At
Ottus choliba	corujinha do mato	Fl, Ca, At
ORDEM APODIFORMES		
Família Apodidae		
Chaetura sp.	andorinhão	Aer
Streptoprocne zonaris	andorinhão-de-coleira	Aer
Família Trochilidae		
Chlorostilbon aureoventris	beija-flor-de-bico-vermelho	Ca, Cp, At
Stephanoxis lalandi	beija-flor-de-penacho	Ca, Cp, At
ORDEM CORACIIFORMES		
Família Alcedinidae		
Chloroceryle amazona	martim-pescador-médio	Aq
ORDEM PICIFORMES		
Família Ramphastidae		
Ramphastus dicolorus	Tucano-de-bico-verde	Fl

Ramphastus vitellinus (VU)	Tucano-de-bico-preto	Fl
Família Picidae		
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	Fl, Ca, Cp, At
Melanerpes candidus	birro	Fl, Caoeiera
Picumnus cirrhatus	pica-pau-anão	Fl, Ca
Veniliornis spilogaster	pica-pau-carijó	Fl
ORDEM PASSERIFORMES		
Família Formicariidae		
Batara cinerea	matracão	Fl, Ca
Conopophaga lineata	chupa-dente	Fl
Drymophila malura	choquinha-da-tranqueira	Fl, Ca
Thamnophilus caerulescens	choca	Fl, Ca, At
Família Furnariidae		
Cranioleuca obsoleta	arredio-oliváceo	Fl, Cp, At
Furnarius rufus	joão-de-barro	Fl, Ca, Cp, At
Heliobletus contaminatus	trepadorzinho	Fl
Leptasthenura setaria	grimpeirinho	Fl
Synallaxis ruficailla	joão-teneném	Fl, Ca, At
Synallaxis spixi	bentererê	Fl, Ca, At
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-da-taquara	Fl
Família Dendrocolaptidae		
Lepidocolaptes squamatus	arapaçu-escamoso	Fl
Sitassomus griseiCaillus	arapaçu-verde	Fl
Família Tyrannidae		
Camptostoma obsoletum	risadinha	Fl, Ca, At
Elaenia sp.	tuque	Fl, Ca, At
Leptopogon amaurocephalus	abre-asas	Fl
Machetornis rixosa	siriri-cavaleiro	Ca, Cp, At
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	Fl, Ca, Cp, At
Platyrinchus mystaceus	patinho	Fl
Serpophaga subcristata	alegrinho	Fl, Ca, At
Tyrannus melancholicus	siriri	Fl, Ca, Cp, At
Família Pipridae		
Chiroxiphia caudata	tangará	Fl
Família Hirundinidae		
Notiochelidon cyanoleuca	andorinha	Aer
Família Troglodytidae		
Troglodytes aedon	corruíra	Fl, Ca, Cp, At
Família Turdidae		
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	Fl, Ca, Cp, At

Família Motacillidae		
Anthus lutescens	caminheiro	Cp, At
Família Emberizidae		
Emberizoides herbicola	tibirro-do-campo	Ca, Cp, At
Embernagra platensis	sabiá-do-banhado	Ca, Cp, At
Oryzoborus angolensis (VU)	curió	Fl, Ca, At
Poospiza lateralis	quete	Fl, Ca
Saltator similis	trinca-ferro	Fl, Ca
Sicalis flaveola	canário-da-terra	Ca, Cp, At
Sporophila caerulescens	coleirinho	Ca, Cp, At
Stephanophorus diadematus	sanhaço-frade	Fl, Ca, At
Thraupis sayaca	sanhaço	Fl, Ca, At
Volatinia jacarina	tiziu	Ca, Cp, At
Zonotrichia caensis	tico-tico	Fl, Ca, Cp, At
Família Virenoidae		
Cyclarhis gujanensis	gente-de-fora-vem	Fl, Ca, At
Família Parulidae		
Basileuterus culicivorus	bispo	Fl, Ca, At
Basileuterus leucoblepharus	pula-pula-assobiador	Fl
Coereba flaveola	cambacica	Fl, Ca, At
Parula pitiayumi	mariquita	Fl, Ca, At
Família Icteridae		
Cacicus chrysopterus	tecelão	Fl
Molothrus bonariensis	chupim	Ca, Cp, At
Pseudoleistes guirahuro	chopim-do-brejo	Ca, Cp, At
Família Firngilidae		
Cyanocompsa sp.	azulão	Fl, Cp, At
Carduelis magellanicus	pintassilgo	Cp, Fl, At
Família Ploceidae		
Passer domesticus	pardal	At
Família Estrildidae		
Estrida astrild	bico-de-lacre	Ca, Cp, At
Família Corvidae		
Cyanocorax caeruleus	gralha-azul	Fl

Nos capões de Floresta com Araucária ocorre uma distribuição da comunidade de aves em seus vários níveis, desde o solo até o dossel, constatando-se a presença de elementos da Ordem Passeriformes, principalmente das famílias Dendrocolaptidae, Formicariidae, Furnariidae, Tyrannidae e Emberizidae. Próximo aos cursos d'água

ocorre uma comunidade de aves rica em Passeriformes, especialmente entre as famílias Formicariidae, Tyrannidae, Emberizidae e Parulidae. Algumas espécies de aves são abundantes devido à alta capacidade de adaptação a ambientes modificados pelo homem, que reverte em benefício para suas populações. Assim, os campos cultivados são habitados por canários-da-terra (*Sicalis spp.*)*;* tsiú (*Volatinia jacarina*); tico-tico (*Zonotrichia capensis*); rolinha (*Columbina talpacoti*); juriti (*Leptotilla* sp.); pomba-amargosinha (*Zenaida auriculata*); pomba-asa-branca (*Columba picazuro*) e pintassilgos (*Carduelis magellanicus*). Outros grupos são exclusivos de certos habitats, como as aves limícolas, pertencentes às famílias Charadriidae, Scolopacidae, Rallidae e Jacanidae. Algumas são migrantes, voando longas distâncias até chegarem a suas áreas de alimentação e nidificação no Sul do país, vindas do hemisfério norte.

11.2.3.2.1 Discussão

O estudo original sugere que o número de espécies de aves registrada durante sua fase de campo esteja provavelmente bastante abaixo da riqueza específica do local. Segundo o estudo anterior, para um melhor inventário avifaunístico seria necessário no mínimo, o período de um ano (ciclo sazonal completo) de amostragens, tendo em vista que o número de espécies aumenta consideravelmente na primavera e verão, quando estão presentes as espécies migratórias. O acréscimo de oito espécies indicado pela presente atualização do estudo, que devido ao seu caráter expedito resumiu seu esforço de amostragem à uma incursão na AID, corrobora com as conclusões do estudo original acima explicitadas.

Os principais impactos do empreendimento sobre a avifauna da região residem: na alteração de habitats, com a perda de locais de nidificação e alimentação pelo enchimento do novo reservatório; perturbações causadas pela instalação do empreendimento (fumaça, barulho de máquinas e explosões); pressão competitiva causada pelos indivíduos que, destituídos de local de nidificação e alimentação, tentam se fixar nas áreas próximas, onde já existe fauna constituída; e aumento da pressão de caça, que ocorre devido ao aumento da confluência de pessoas na região para atender as demandas da fase de instalação. Este impacto será anulado quando a área de preservação permanente estiver constituída e o empreendimento em operação.

Ramphastus vitellinus, espécie vulnerável identificada em entrevista no

processo de atualização do estudo, é uma espécie exclusivamente florestal (MIKICH & BÉRNILS, 2004). A perda de floresta marginal é o principal impacto do empreendimento sobre essa espécie. O também vulnerável curió (*Oryzoborus angolensis*) é uma das espécies mais visadas para cativeiro no Brasil, onde alcança altas cifras no comércio ilegal (MIKICH & BÉRNILS, 2004). O aumento da pressão de caça na fase de instalação é um possível impacto do empreendimento sobre essa espécie.

11.2.3.3 Mastofauna

A mastofauna identificada neste estudo é composta de 39 espécies distribuídas em 32 gêneros, 20 famílias e 09 ordens. Destes totais, a atualização de 2009 é responsável pelo acréscimo de 6 espécies, 6 gêneros, 4 famílias e 2 ordens ao levantamento de 2004.

O estudo original confirmou a presença de gambá (*Didelphis* sp.), através de pegadas encontradas nas margens do rio Cavernoso e animais atropelados; tocas antigas de tatu (*Dasypus sp.*); preá (*Cavia aperea*); cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e mão-pelada (*Procyon cancrivorous*), através de restos de animais atropelados e fezes encontradas próximo ao rio Cavernoso; capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), por entrevistas com moradores. Outras espécies ainda podem ocorrer na área, porém, sua constatação depende da utilização de outros métodos de registro como armadilhas e redes, além de uma amostragem sazonal. Neste caso encontram-se pequenos marsupiais e micro-roedores como os ratos das famílias Cricetidae e Muridae. Deve-se salientar que a vegetação existente no local dificilmente dá suporte a uma diversidade e densidade significativa de mastofauna.

Os 6 gêneros/espécies acrescentados pela atualização de 2009 foram identificados com auxílio das entrevistas com moradores. Todos os entrevistados afirmaram diretamente a presença de lontra (*Lutra longicaudis*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*), espécies consideradas vulneráveis no Estado do Paraná. Por entrevista também foram identificados a paca (*Cuniculus paca*) e o leãozinho (*Puma concolor)*, espécies vulneráveis.

Entrevistados identificaram também um exemplar de anta (*Tapirus terrestris*), espécie de grande porte classificada como em perigo. Nos registros diretos referentes à atualização, constam tocas de tatu (*Dasypus sp.*) e rastros de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). A nova lista de mamíferos levantada para a região consta na tabela 39.

TABELA 39 - LISTA DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO. NOTA: STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ - MIKICH & BÉRNILS (2004). LEGENDAS PARA HABITATS COMUNS: AQ – AMBIENTE AQUÁTICO; FL – FLORESTA; RP – FLORESTA RIPÁRIA; CP – CAMPO; AT – ÁREA ALTERADA.

Taxa (Status)	Nome vulgar	Tipo de registro	Habitat comum
ORDEM MARSUPIALIA			
Família Didelphidae			
Didelphis sp.	gambá	local	Fl, At
ORDEM CINGULATA			
Família Dasypodidae			
Dasypus sp.	tatu	local	Fl, Cp, At
ORDEM PILOSA			
Família Myrmecophagidae			
Tamandua tetradactyla	tamanduá mirim	Entrevista	Fl e Cp
ORDEM CARNÍVORA			
Família Canidae			
Cerdocyon thous	graxaim-do-mato	Local/ entrevista	Fl, At
Chrysocyon brachyurus (EN)	lobo-guará	bibliográfico	Fl, Cp, At
Lycalopex gymnocercus (DD)	graxaim-do-campo	bibliográfico	Fl, Cp, At
Família Felidae			
Herpailurus yagouaroundi	gato-mourisco	bibliográfico	Fl, Rp, At
Leopardus pardalis (VU)	jaguatirica	Enterevista/ bibliográfico	Fl, Rp
Leopardus tigrina (VU)	gato-do-mato-pequeno	Entrevista/ museológico	Fl, Rp
Leopardus wiedii (VU)	gato-maracajá	bibliográfico	Fl, Rp
Panthera onca (CR)	onça-pintada	bibliográfico	Fl, Rp
Puma concolor (VU)	Sussuarana, leãozinho	Entrevista	Fl, Rp
Família Procyonidae			
Nasua nasua	quati	Entrevista/ bibliográfico	Fl, Rp
Procyon cancrivorus	mão-pelada	local	Rp
Família Mustelidae			
Eira barbara	irara	Entrevista/ museológico	Fl, Rp
Galictis cuja	furão	museológico	Fl, At
Lutra longicaudis (*)	lontra	Entrevista/ bibliográfico	Rp, Aq

ORDEM CHIROPTERA			
Família Desmodidae	morcegos	bibliográfico	Fl
Família Molossidae	morcegos	bibliográfico	Fl
Família Phyllostomidae	morcegos	bibliográfico	Fl
Família Vespertilionidae	morcegos	bibliográfico	Fl
ORDEM PRIMATES			
Família Cebidae	mico	Entrevista	Fl
ORDEM PERISSODACTYLA			
Família Tapiridae			
Tapirus terrestris (EN)	anta	Entrevista/ museológico	Fl, Rp
ORDEM ARTIODACTYLA			
Família Cervidae			
Mazama americana (DD)	veado-mateiro	bibliográfico	Fl, Rp
Mazama gouazoubira (DD)	veado-catingueiro	museológico	Fl, At
Mazama sp.	veado	Entrevista	Fl, Rp
Ozotocerus bezoarticus (CR)	veado-bororó	bibliográfico	Fl, Rp
Família Tayassuidae			
Tayassu pecari (CR)	queixada	museológico	Fl, Rp
Tayassu tajacu (VU)	cateto	museológico	Fl, Rp
ORDEM RODENTIA			
Família Cricetidae			
Akodon serrensis	rato silvestre	museológico	Fl, At
Bolomys lasiurus	rato silvestre	museológico	Rp
Nectomys squamipes	rato silvestre	bibliográfico	Rp
Oligoryzomys eliurus	rato silvestre		Fl
Oligoryzomys flavescens	rato silvestre		Fl
Oxymycterus hispidus	rato silvestre	museológico	Fl
Oxymycterus iheringi	rato silvestre	museológico	Fl
Família Echimyidae			
Eurizygomatomys spinosus	rato de espinho		Fl
Kannabateomys amblyonyx	rato da taquara		Fl
Família Caviidae			
Cavea aperea	preá	local	Cp, At
Cuniculus paca (VU)	paca	Entrevista	Fl, Rp
Dasyprocta azarae	cutia	Entrevista	Fl
Hydrocaeris hydrochaeris	capivara	local	Rp, Aq
Família Erethizontidae			
Coendou prehensilis	ouriço cacheiro	Entrevista	Fl, Rp
Família Sciuridae			

Sciurus vulgaris	serelepe	Entrevista	FI

11.2.3.3.1 Discussão

Os principais impactos do empreendimento sobre a mastofauna são semelhantes aos relacionados à avifauna. Um impacto ainda a ser considerado para a Área de Influência Indireta (AII) reside na criação de acessos para o empreendimento, o que pode criar fragmentação de habitats, dificultando o trânsito de animais terrestres. A diminuição da extensão, continuidade e qualidade de habitats será o principal impacto nas espécies ameaçadas presentes na AID e na AII. Mamíferos de grande porte têm necessidade de grandes extensões de área preservada para manutenção de populações viáveis ao longo do tempo. Neste aspecto, se destacam a anta (*T. terrestris*), maior animal terrestre nativo do Brasil, e grandes felinos como (*P. concolor*), que necessitam de uma grande área de forrageio. Além da perda de habitat, o aumento da pressão cinegética é particularmente impactante para (*C. Paca*) e (*T. terrestris),* caçadas pela carne, e para (*P.* concolor), grande predador que é fortemente perseguido (MIKICH & BÉRNILS, 2004).

Por meio da pesquisa de campo para a realização do diagnóstico original, constatou-se que esta área está inserida em uma região onde foi verificada uma drástica alteração na cobertura vegetal original e, conseqüentemente, a fauna de mamíferos está grandemente empobrecida. Verificou-se que as pastagens substituíram quase totalmente as áreas florestadas, inclusive a floresta de galeria, restando poucas manchas de vegetação bastante alteradas.

O estudo original sugere que em áreas ainda com um índice razoável de conservação podem ocorrer espécies vulneráveis como *L. pardalis*, gatos-do-mato (*Leopardus* sp.) *Cuniculus paca* e a *L. longicaudis.* O mesmo pode ser dito de *H. hydrochaeris, C. thous*, veados (*Mazama sp.),* a lebre (*Lepus capensis)*, o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), *Didelphis* sp. e micro roedores da família Cricetidae. O estudo original também sugere que nas bordas das florestas de galeria seria freqüente *C. perea*. Por outro lado, nas áreas alteradas ocorrem os ratos da família Muridae: a ratazana (*Rattus norvergicus)*, o rato-de-casa (*Rattus rattus)* e o camundongo (*Mus musculus)*; espécies exóticas com alta plasticidade ecológica, favorecendo-se com ambientes antrópicos em desequilíbrio.

A onça-pintada (*Panthera onca)* e o veado (*Ozotocerus bezoarticus),* espécies criticamente ameaçadas no Paraná, foram listados no levantamento bibliográfico

promovido pelo estudo original, porém, não há na área de influência direta habitat que dê suporte a estas espécies. A onça é o maior mamífero predador nativo da América do Sul. Além de necessitar de grande área preservada, devido ao grande "*home range*", e de ecossistemas bem estruturados, sofre grande pressão de caça. Além da região de estudo apresentar vegetação fortemente alterada, todos os entrevistados durante a presente atualização do estudo afirmam não saberem da presença deste animal há muitos anos. Infelizmente, é muito pouco provável a presença deste importante predador na área de estudo. As entrevistas feitas em 2009 indicam a presença de veados na região, mas essa fonte (entrevista com população) não permitiu discernir entre as espécies do gênero *Mazama (M. gouazoubira* e *M. americana*, que estão na categoria "dados deficientes" do Livro Vermelho do Paraná) e *O. bezoarticus,* enquadradas no mesmo nome vulgar. O estudo de 2004 identificou registro museológico de *M. gouazoubira,* enquanto *M. Americana* e *O. bezoarticus* obtiveram apenas registros bibliográficos para a região. As maior ameaça para os veados reside na destruição do habitat, na caça e na transmissão de doenças por animais introduzidos, como ovelhas.

Entre os canídeos, o estudo original indica duas espécies de campos e cerrados listadas no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Estado do Paraná: o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), espécie em perigo no Paraná; e o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus),* que consta com dados insuficientes para conservação. *C. brachyurus* é o maior canídeo nativo da América do Sul, sendo ameaçado principalmente por caça, perda de habitas, queimadas e atropelamentos. Para a região de estudo têm-se apenas registro bibliográfico pelo EIA/RIMA original, e não foi mencionado pela população local em entrevista na presente atualização. Também chamado raposa-do-campo, *L. gymnocercus,* se encontra restrito Região Sul do Brasil. Muito pouco se sabe sobre essa espécie no Estado do Paraná, de registro bibliográfico para a região de estudo.

Com relação à jaguatirica (*L. pardalis*), identificada em entrevistas feitas no processo de atualização dos estudos, é importante lembrar que o animal é por vezes confundido com o gato do mato (*Leopardus tigrina*) e que o nome vulgar é por vezes usado para os dois animais. O gato do mato, também espécie vulnerável, é um animal mais tolerante à alterações do meio ambiente, sendo mais provável sua ocorrência na área de influência do empreendimento (já visivelmente alterada) em comparação com a jaguatirica. O nome vulgar leãozinho, citado por moradores da região, é

normalmente sinônimo de suçuarana (*P. concolor*), mas por vezes é utilizado para o gato mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*), animal que já constava na lista de mastofauna elaborada pelo estudo original de 2004.

Em entrevista realizada no processo de atualização do estudo, um funcionário da atual PCH Cavernoso I informou a presença de micos em área florestada à jusante da usina. É provável que diga respeito ao gênero *Cebus*, cuja presença não foi estimada no trabalho original de 2004.

QUADROS (2001) estudou o efeito da criação do reservatório de Salto Caxias na distribuição de lontras (*L. longicaudis*). Verificou que esses animais se concentraram nas fozes dos afluentes do rio Iguaçu após o enchimento do reservatório. No caso de PCH Cavernoso II, o trecho entre barragens se transformará num lago estável, o que pode favorecer a fixação deste mamífero, que constrói suas tocas nas margens do rio. Por outro lado, a comunidade de peixes, principal alimento da lontra, será afetada fortemente neste trecho. O novo reservatório, maior que o atual mas pequeno se comparado ao de Salto Caxias, poderá acarretar alguma mudança na distribuição atual de *L. longicaudis* à montante da nova barragem. A lontra depende de mata ciliar bem conservada e águas mais transparentes para permanecer num habitat. A recuperação e preservação de matas às margens do novo reservatório e de seus afluentes, assim como a manutenção de populações de peixes, são de grande importância para a manutenção da população deste animal na região.

O cateto (*Tayassu pecari*) e o queixada (*Tayassu tajacu*) têm registro museológico para a região de estudo. O queixada ou porco-do-mato, espécie criticamente ameaçada no Paraná, é um mamífero nativo de grande porte, que anda em grupos de dezenas de indivíduos, habitando preferencialmente florestas. Antes presente em todo o Brasil, sua distribuição atual é descontínua e fragmentada; tornou-se muito raro, estando possivelmente em vias de desaparecimento (MIKICH & BÉRNILS, 2004). O cateto ou caititu é considerado vulnerável no Paraná. Tem menor porte em comparação com o queixada, além de ser mais versátil, tolerando um pouco melhor alterações ambientais. É muito caçado pelo couro e carne. A vegetação alterada e fragmentada da área de influência do empreendimento torna hoje a presença destes dois mamíferos na região pouco provável. É de grande importância o monitoramento da mastofauna da região, a fim de identificar possíveis grupos dessas espécie ameaçadas.

11.2.3.4 Herpetofauna - répteis

Apesar da grande diversidade de répteis (em torno de 650 espécies) encontrados no Brasil, este grupo sempre recebeu menos atenção que os demais vertebrados terrestres na elaboração de estratégias de conservação (MIKICH & BÉRNILS, 2004). O levantamento de dados diretos sobre répteis sempre foi tarefa difícil, devido principalmente a inconspicuidade e hábitos característicos da maioria destes animais.

Das 154 espécies registradas para o Paraná (MIKICH & BÉRNILS, 2004), 65 (42%) constam neste trabalho como de provável ocorrência na bacia do rio Cavernoso. O levantamento de dados secundários permitiu estimar também 40 gêneros, 14 famílias e 3 ordens de répteis de provável ocorrência na região. Os entrevistados afirmaram a presença de jararaca (*Bothrops jararaca*), cascavel (*Crotalus durissus*), caninana (*Spilotes pullatus*), cobra-verde e cobra-d'água na região. Cobra-verde é nome comum a duas serpentes de ocorrência provável na região, *Philodryas aestivus* e *Liophis jaegeri*. Já o nome popular cobra-d'água é usado para as serpentes *Gomesophis brasiliensis*, *Helicops infrataeniatus* e *Ptychophis flavovirgatus*, de ocorrência provável na região. Entre as espécies de ocorrência provável na região do empreendimento, merecem destaque o lagarto *Cnemidophorus vacariensis* e o cágado *Phrynops williansi*, ambas espécies vulneráveis. A tabela 40 lista os taxa de répteis de ocorrência provável na bacia do rio Cavernoso.

TABELA 40: LISTA DE ESPÉCIES DE RÉPTEIS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO: NOTA: STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ - MIKICH & BÉRNILS (2004). LEGENDAS PARA HABITATS COMUNS: ALO – AQUÁTICO LÓTICO; ALE – AQUÁTICO LÊNTICO; RP – AMBIENTE RIPÁRIO; FL – FLORESTA; CP - CAMPO E DEMAIS ÁREAS ABERTAS. LEGENDAS PARA REFERÊNCIAS: ESC – EIA UHE SANTA CLARA (1999); RSC - RELATÓRIO ANUAL DE AUTO MONITORAMENTO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DO COMPLEXO ENERGÉTICO FUNDÃO SANTA CLARA (CEFSC, 2005); ECH – EIA UHE FOZ DO CHOPIM (2009); PSE – PACUERA UHE GOVERNADOR NEY BRAGA – SEGREDO (2008), ET – ENTREVISTA COM MORADORES DO LOCAL.

Taxa (status)	Nome vulgar	Habitat comum	Referência
ORDEM TESTUDINES			
Família Chelidae			
Acanthocelys spxii	cágado-preto	Ale	ESC, ECH
Hydromedusa tectífera	cágado-pescoço-de-cobra	Ale, Alo	ESC, ECH

Phrynops williansi (VU)	cágado	Alo	ESC, ECH, PSE
ORDEM CROCODYLIA			
Família Alligatoridae			
Caiman latirostris	jacaré-do-papo-amarelo	Alo, Rp	ECH
ORDEM SQUAMATA			
SUBORDEM AMPHISBAENIA			
Família Amphisbaedidae			
Amphisbaena mertensii	cobra-de-duas-cabeças		ECH
Amphisbaena darwinii	cobra-de-duas-cabeças	Cp, Fl	ESC
Amphisbaena prunicolor	cobra-de-duas-cabeças	Fl	ESC, ECH
Leposternon microcephalus	cobra-de-duas-cabeças	Fl	ESC, ECH
Família Anomalopididae			
Liotyphlops beui	cobra-cega	Cp, Fl	ESC, ECH
SUBORDEM SAURIA			
Família Tropiduridae			
Tropidurus torquatus	calango	Alo, Rp, Cp	ESC, ECH
Família Polychrotidae			
Anisolepis grilli	lagartinho	Rp, Fl	ESC, ECH
Urostrophus vautieri	calango	Fl	ECH
Família Gekkonidae			
Hemidactylus mabouia	lagartixa-de-parede	Fl	ESC, ECH
Família Anguidae			
Ophiodes striatus	cobra-de-vidro	Fl, Ale	ESC
Ophiodes sp.	cobra-de-vidro	Fl, Ale	ESC, ESCH
Família Teiidae			
Cnemidophorus sp.	lagartinho	Cp	ESC
Cnemidophorus vacariensis (VU)	lagarto		PSE
Tupinamis merianae	lagarto, teiú	Fl, Cp, Rp	ESC, RSC, ECH
Família Gymnophtalmidae			
Pantodactylus schreibersii	lagartixa	Cp	ESC, ECH
Família Scincidae			
Mabuya dorsivittata	lagartixa	Cp	ESC
Mabuya frenata	lagartixa-dourada		ECH
SUBORDEM SERPENTES			
Família Colubridae			
Atractus reticulatus	cobra-da-terra	Cp	ESC
Atractus taeniatus	cobra-da-terra	Fl	ESC, ECH
Boiruna maculata	muçurana	Fl	ESC, ECH
Chironius bicarinatus	cobra-cipó	Fl, Rp	ESC, ECH

Clelia plumbea	muçurana	Fl	ECH
Clelia rustica	muçurana	Cp, Fl	ESC, ECH
Dipsas indica	dormideira	Fl	ECH
Echinanthera cephalostriata	cipozinho	Fl	ECH
Echinanthera cyanopleura	cobrinha	Fl	ESC, ECH
Gomesophis brasiliensis	cobra-d'água	Ale	ESC
Helicops infrataeniatus	cobra-d'água	Ale, Alo	ESC, RSC, ECH
Leptophis ahaetulla	cobra-cipó	Fl	ECH
Liophis jaegeri	cobra-verde	Cp	ESC
Liophis miliaris	cobra-d'água	Ale, Fl, Cp, Ro	ESC, RSC, ECH
Liophis poecilogyrus	cobra-de-capim	Ale, Cp	ESC, ECH
Liophis reginae	cobra-de-capim	Fl, Cp	ESC
Oxyrhopus clathratus	coral-falsa	Fl	ESC, ECH
Oxyrhopus guibei	coral-falsa	Cp	ECH
Oxyrhopus rhombifer	coral-falsa	Cp	ESC, ECH
Phalotris lemniscatus	cobra-de-cabeça-preta	Cp	ESC
Philodryas olfersii	cobra-verde	Cp, Fl, Rp	ESC, RSC, ECH
Philodryas patagoniensis	papa-pinto	Cp	ESC
Philodryas aestivus	cobra-verde	Cp	ESC
Pseudoboa haasi	muçurana	Fl	ESC, ECH
Ptychophis flavovirgatus	cobra-d'água	Alo	ESC
Sibynomorphus ventrimaculatus	dormideira	Cp	ECH
Spilotes pullatus	caninana	Fl, Rp	ESC, ECH, ET
Tantilla melanocephala	cobra-de-cabeça-preta	Fl, Cp	ESC
Thamnodynastes hypoconia	cobra-espada		ECH
Thamnodynastes sp.	cobra-de-cabeça-preta		ECH
Thamnodynastes strigatus.	jararaca-do-brejo	Fl	ESC, RSC, ECH
Tomodon dorsatus	cobra-espada	Fl	ESC, ECH
Xenodon guenteri	boipevinha	Fl	ESC, PSE
Xenodon merremii	boipeva	Cp	ECH
Xenodon neuwiedii	boipevinha	Fl	ESC, ECH
Família Elapidae			
Micrurus altirostris	coral-verdadeira	Fl	ECH, RSC
Micrurus corallinus	coral-verdadeira	Fl	ECH
Micrurus frontalis	coral-verdadeira	Fl, Cp	ESC
Família Viperidae			
Bothrops alternatus	urutu	Cp	ECH
Bothrops cotiara	cotiara	Fl	ESC, PSE

Bothrops jararaca	jararaca	FI	ESC, RSC, ECH, ET
Bothrops jararacussu	jraracuçu	FI	ECH
Bothrops neuwiedi	jararaca-pintada	FI, Cp	ESC, ECH
Crotalus durissus	cascavel	Cp	ESC, ECH, ET

11.2.3.4.1 Discussão

O cágado *Phrynops williansi* é uma espécie vulnerável, e portanto protegida por legislação estadual, que necessita de ambientes lóticos. No Paraná, foi encontrada apenas na bacia do rio Iguaçu (Lactec, 2009). A maior ameaça para às populações desta espécie reside na formação de reservatórios (IAP, 2009) que acabam por alterar o regime dos rios, além de afetar a disponibilidade de recursos alimentares (Lactec, 2009). É, portanto, de grande importância a identificação direta da ocorrência deste cágado na região a ser afetada pelo empreendimento e, caso confirmada, o monitoramento de sua população.

O lagarto *Cnemidophorus vacariensis* é uma espécie recentemente descrita (FELTRIM & LEMA, 2000). No Paraná, só foram localizados exemplares no município de Candói, cuja parte do território está inserida na bacia do rio Cavernoso. Este animal necessita de campos bem preservados, o que não é o caso da área de influência direta do futuro empreendimento. Assim, a degradação das formações campestres originais (causada principalmente pela introdução de culturas agrícolas e pastagens para gado) figura como principal ameaça a esta espécie.

Outras espécies de répteis, como a boipevinha (*Xenodon guentheri)*, e a cotiara (*Bothrops cotiara*), endêmicas da floresta ombrófila mista do sul do Brasil, necessitam de ambientes florestais conservados para a permanência de sus populações, portanto, de difícil ocorrência na área de influência direta.

11.2.3.5 Herpetofauna - anfíbios

Sendo ectotérmicos, a maioria das espécies de anfíbios está concentrada em regiões tropicais e subtropicais (MIKICH & BÉRNILS, 2004). Diversos estudos demonstram que em muitos ecossistemas os anfíbios apresentam papéis fundamentais nos fluxos de energia, tanto no papel de predadores como no de presas

(BEEBEE, 1996 *apud* MIKICH & BÉRNILS, 2004).

Além de especialmente suscetíveis a alterações ambientais (a pele tipicamente desnuda e permeável os torna altamente vulneráveis a contaminantes químicos e radiação), o modo de vida de muitas espécies exige a manutenção de habitats aquáticos e terrestres em condições satisfatórias (MIKICH & BÉRNILS, 2004).

Apesar da riqueza de anfíbios na região neotropical, existem poucos estudos sobre comunidades destes animais e mais escassas ainda são as informações sobre declínios populacionais ou impactos antrópicos (BERNARDE & MACHADO, 2001).

O levantamento de dados permitiu estimar 45 espécies, 18 gêneros, 7 famílias e 2 ordens de ocorrência provável na bacia do rio Cavernoso. *Limnomedusa macroglossa* é uma espécie de rã criticamente ameaçada no Paraná, de provável ocorrência na região. Importante também é a possibilidade da ocorrência da pererecade-vidro (*Hyalinobatrachium uranoscopum*), considerada quanto à conservação com dados insuficientes no Paraná, bem como da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), espécie exótica invasora na bacia do rio Cavernoso. A lista dos anfíbios de ocorrência provável na bacia do rio Cavernoso está na tabela 41.

TABELA 41: LISTA DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO: NOTA: STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ - MIKICH & BÉRNILS (2004). LEGENDAS PARA HABITATS COMUNS: CP – CAMPOS; AT – ÁREAS ALTERADAS; FL – FLORESTAS; (TM) – CORPOS D'ÁGUA TEMPORÁRIOS; (PR) – CORPOS D'ÁGUA PERMANENTES; (SL) SOLO. LEGENDAS PARA REFERÊNCIAS: ESC – EIA UHE SANTA CLARA (1999); RSC - RELATÓRIO ANUAL DE AUTO MONITORAMENTO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DO COMPLEXO ENERGÉTICO FUNDÃO SANTA CLARA (CEFSC, 2005); ECH – EIA UHE FOZ DO CHOPIM (2009); BM – BERNARDE E MACHADO (2001); PSE – PACUERA UHE GOVERNADOR NEY BRAGA – SEGREDO (2008). NOTA: * - ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA.

Taxa (status)	Habitat comum	Referência
ORDEM ANURA		
Família Bufonidae – sapos		
Bufo crucifer	Cp (pr), At (pr), Fl (pr)	ESC, BM
Bufo ictericus	Cp (pr), At (pr)	ESC
Bufo sp	--	RSC
Malonophryniscus tumifrons	Fl (tm)	ESC
Família Centrolenidae – pererecas-de-vidro		
Hyalinobatrachium uranoscopum (DD)	--	BM
Família Hylidae – pererecas		

Aplastodiscus perviridis	At (pr), Fl (pr)	ESC, ECH, BM
Hyla albopunctata	Cp (tm, pr), At (tm, pr)	ESC, RSC
Hyla bischofii	Cp (pr), At (pr)	ESC
Hyla caiangua	--	RSC
Hyla faber	Cp (pr), At (pr), Fl (pr)	ESC, RSC, ECH, BM
Hyla leptolineata	Cp (pr)	ESC, RSC
Hyla minuta	Cp (tm, pr), At (tm, pr)	ESC, RSC, ECH, BM
Hyla nana	--	ECH
Hyla prasina	Fl (tm, pr)	ESC, RSC, BM
Hyla pulchela	Cp (tm, pr)	ESC
Hyla semiguttata	Fl (pr)	ESC
Hyla sp.	--	RSC
Phrynohyas venulosa	--	ECH
Phyllomedusa burmeisteri	At (tm, pr), Fl (tm, pr)	ESC
Phyllomedusa tatraploidea	--	RSC, ECH, BM
Scinax berthae	--	RSC
Scinax catharinae	Fl (tm, pr)	ESC, BM
Scinax fuscovaria	At (tm, pr)	ESC, RSC, ECH, BM
Scinax perereca	--	RSC, ECH, BM
Scinax sp.	--	RSC
Família Leptodactylidae – rãs		
Eleutherodactylus binotatus	--	BN
Eleutherodactylus guentheri	Fl (sl)	ESC
Leptodactylus cuvieri	--	ECH
Leptodactylus gracilis	--	ECH
Leptodactylus mystacinus	Fl (tm, pr)	ESC, ECH, BM
Leptodactylus ocellatus	Cp (pr), At (pr), Fl (pr)	ESC, RSC, ECH, BM
Limnomedusa macroglossa (CR)	Cp (tm, pr)	ESC, BM
Odontophrynus americanus	Cp (tm), At (tm)	ESC
Physalaemus avelinoi	--	BM
Physalaemus cuvieri	Cp (tm), At (tm), Fl (tm)	ESC, RSC, BM
Physalaemus gracilis	--	BM
Physalaemus olfersii	Fl (tm)	ESC
Physalaemus sp. 1	--	RSC
Physalaemus sp. 2	--	RSC
Proceratophrys avelinoi	Fl (tm)	ESC, RSC
Scinax rubra	At (tm), Fl (tm)	ESC
Família Microhylidae – sapinhos		
Elachistocleis bicolor	Cp (tm), At (tm), Fl (tm)	ESC, RSC, ECH, BM
Família Ranidae		
Lithobates catesbeianus	--	BM

ORDEM GYMNOPHIONA		
Família Caecilidae – cobras-cegas		
Microcaecilia sp.	--	PSE
Siphonops sp.	FI (sl)	ESC

11.2.3.5.1 Discussão

A rã *Limnomedusa macroglossa* foi registrada nos rios Jordão, Guarani (MIKICH & BÉRNILS, 2004) e Chopim (BERNARDE & MACHADO, 2001). Há, portanto, boas chances de ocorrência desta espécie criticamente ameaçada na bacia do rio Cavernoso. De hábitos terrestres e semifossoriais, os adultos são encontrados embaixo e acima de rochas junto à pequenas correntes d'água (LAGONE, 1994). É uma espécie muito exigente em relação ao habitat, sendo que, segundo observação de SEGALLA (em MIKICH & BÉRNILS, 2004) a formação dos reservatórios de Salto Caxias e Segredo acarretaram o desaparecimento de populações desta rã. É imperioso para a conservação deste animal na bacia do Cavernoso, portanto, a busca direta de populações na região, bem como a promoção da conservação de seus habitats, o que inclui a qualidade da água do rio e o substrato e a vegetação ripários.

A perereca-de-vidro (*Hyalinobatrachium uranoscopum*), originalmente abundante na bacia do rio Jordão e provavelmente na do rio Iguaçu, é um animal específico de riachos pedregosos em meio à fragmentos florestais (LACTEC, 2009). A formação de reservatórios naqueles rios causou o desaparecimento de boa parte de seu habitat (LACTEC, 2009), e o mesmo pode ocorrer com a instalação da PCH Cavernoso II, mas em menores proporções.

A rã-touro foi identificada por BERNARDE & MACHADO (2001) no Parque Estadual do Rio Guarani e no norte do Paraná. Trata-se de uma espécie exótica, nativa da América do Norte e considerada espécie invasora em diversas localidades. Rã de grande porte, é um predador de vertebrados favorecido pela formação de corpos lênticos (LACTEC, 2009). Assim, pode afetar negativamente a fauna nativa de anuros (KUPFERBERG, 1997 *apud* BERNARDE & MACHADO, 2001) e de outros pequenos vertebrados nativos. A verificação direta da ocorrência desta espécie invasora na bacia do rio Cavernoso é, portanto, de grande importância no diagnóstico de riscos à fauna de anfíbios nativos, porém, que independe do novo empreendimento.

11.2.3.6 Macroinvertebrados

O termo macroinvertebrado abrange uma grande variedade de filos animais. Estão presentes em praticamente todos os ambientes, sendo componentes essenciais nos ecossistemas em que estão inseridos. Os macroinvertebrados constituem importante fonte alimentar para muitos vertebrados, são valiosos indicadores da degradação ambiental, além de influenciarem na ciclagem de nutrientes, na produtividade primária e na decomposição (WALLACE & WEBSTER, 1996). Apesar disso, apenas recentemente esses importantes grupos têm sido abordados em estudos técnicos de composição faunística. A composição da fauna de macroinvertebrados está diretamente relacionada com as características dos diferentes microambientes representados numa região. Muitos grupos de macroinvertebrados relacionados à corpos d'água têm exigências específicas no que concerne à qualidade d'água (turbidez, oxigênio dissolvido, presença de matéria orgânica, entre outros) e ao ambiente ribeirinho (substrato, tipo de vegetação, entre outros). Sendo assim, são usados como bioindicadores de qualidade d'água, assim como do estado de conservação do ambiente. Os invertebrados bioindicadores são importantes ferramentas para a avaliação da condição de "saúde" de um rio, avaliada pela comparação da qualidade da água e diversidade de organismos entre áreas impactadas e áreas de referência (CALLISTO, GONÇALVES Jr. & MORENO, 2006). Há ainda muitas espécies que, como animais peçonhentos ou vetores de doenças, têm grande interesse médico-sanitário.

O levantamento de dados secundários permitiu estimar 62 espécies (devendo ser considerado que um razoável número não foi identificada em nível específico), 61 gêneros, 74 famílias, 30 ordens, 10 classes e 5 filos de ocorrência provável na bacia do rio Cavernoso. Os taxa indicadores de boa qualidade d'água identificados para a bacia do Cavernoso são as ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Megaloptera, Trichoptera e Odonata; assim como a família de besouros *Psephenidae*. Também foram identificados taxa indicadores de má qualidade d'água: Oligochaeta aquáticos ("minhocas-d'água") e dípteros da família *Chironomidae*. Entre os taxa de interesse médico sanitário estão: as famílias *Planorbidae* e *Lymnaedae* (Gastropoda, Mollusca); *Culicidae*, *Simulidae* e *Ceratopogonidae* (Diptera, Insecta); os gêneros *Phoneutria* e *Loxosceles (*Areneae, Arachnida) e a espécie *Lonomia obliqua* (Lepidoptera, Insecta). A tabela 42 lista os taxa de macroinvertebrados de ocorrência provável na bacia do rio Cavernoso.

TABELA 42 - LISTA DE ESPÉCIES DE MACROINVERTEBRADOS DE PROVÁVEL OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO CAVERNOSO: NOTAS: NID – NÍVEL TAXONÔMICO MAIS EXCLUDENTE NÃO IDENTIFICADO; STATUS – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE DE ACORDO COM O LIVRO VERMELHO DA FAUNA DO ESTADO DO PARANÁ (IAP, 2009); + - TAXON INDICADOR DE BOA QUALIDADE DA ÁGUA; § - TÁXON INDICADOR DE MÁ QUALIDADE DA ÁGUA; # - TAXON DE INTERESSE MÉDICO-SANITÁRIO. LEGENDAS PARA HABITATS COMUNS: ALO – AQUÁTICO LÓTICO; ALE – AQUÁTICO LÊNTICO; RP – AMBIENTE RIPÁRIO; SL - SOLO. LEGENDAS PARA REFERÊNCIAS: ESC – EIA UHE SANTA CLARA (1999); RSC - RELATÓRIO ANUAL DE AUTO MONITORAMENTO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DO COMPLEXO ENERGÉTICO FUNDÃO SANTA CLARA (CEFSC, 2005); RFD - RUSSO, FERREIRA E DIAS (2002); OD – OBSERVAÇÃO DIRETA.

Taxa (status)	Habitat comum	Referência
FILO PLATYHELMINTHES		
CLASSE TURBELARIA		
ORDEM TRICLADIDA		
Família Planariidae		
Giraradia sp. - planária	Ale, Alo	ESC
FILO NEMATODA		ESC
FILO MOLLUSCA		
CLASSE BIVALVIA		
ORDEM SCHIZODONTA		
Família Hyriidae		
Diplodon sp. - marisco	Alo	ESC
Bivalvia nid		ESC
CLASSE GASTROPODA – caramujos, lesmas		
ORDEM MESOGASTROPODA		
Família Ampullaridae		
Pomaceae sp.	Alo, Ale, Rp	ESC
Família Hydrobiidae		
Potamolithus sp.	Alo	ESC
ORDEM NEOTAENIOGLOSSA		
Família Lymnaeida #		
Lymnaea sp.	Ale, Alo	ESC
ORDEM BASOMATOPHORA		
Família Ancylidae		
Gundlachlia sp.	Ale, Alo	ESC
Família Chilinidae		
Chilina sp.		ESC
Família Planorbidae #		
Bionphalaria peregrina	Ale	ESC
GASTROPODA nid		ESC, RFD
FILO ANNELIDA		

CLASSE CLITELLATA		
SUBCLASSE OLIGOCHATEA § - minhocas		
ORDEM HAPLOTAXIDA		
Família Enchytraiedae	Ale, Rp, Sl	ESC
HAPLOTAXIDA nid		ESC
SUBCLASSE HIRUDINEA – sanguessugas		
ORDEM RHYNCHOBDELLIDA		
Família Glossiphonidae	Ale	ESC
Família Piscicolidae		ESC
Myzobdella sp.	Ale	ESC
HIRUDINEA nid		ESC
FILO ARTHROPODA		
SUBFILO CHELICERATA		
CLASSE ARACHNIDA		
ORDEM OPILIONES – opiliões	Rp, Sl	RSC
ORDEM ARANEAE – aranhas		
Família Ctenidae		
Phoneutria negriventer # – armadeira	Sl	ESC
Família Sicariidae		
Loxosceles intermedia # – aranha marrom	Sl	ESC
ARANEAE nid	Ale, Rp, Sl	ESC, RSC, RFD
ORDEM ACARINA – ácaros, carrapatos	Ale, Rp	ESC
SUBFILO CRUSTACEA		
CLASSE MALACOSTRACA		
ORDEM AMPHIPODA		
Família Hyalellidae		
Hyalella sp.	Ale, Alo	ESC
AMPHIOPDA nid		RFD
ORDEM ISOPODA		RFD
ORDEM DECAPODA		
Família Aeglidae		
Aegla sp. – tatuí	Ale, Alo	ESC, RFD
CLASSE MAXILLOPODA		
SUBCLASSE COPEPODA		
ORDEM CYCLOPOIDA		
Família Cyclopidae		
Cyclops sp.		ESC, RFD
SUBFILO MYRIAPODA		
CLASSE CHILOPODA – lacraias ou centopéias	Rp, Sl	RSC
CLASSE DIPLOPODA – imbuás, piolhos-de-cobra	Rp, Sl	RSC
SUBFILO HEXAPODA		

CLASSE ENTHOGNATHA		
ORDEM COLLEMBOLA– colêmbolos	Ale	RFD
CLASSE INSECTA		
ORDEM EPHEMEROPTERA + - aleluias, siriruias		
Família Baetidae		
Dactylobates sp.	Alo	ESC
Baetodes sp.	Alo	ESC
Camelobaetidius sp.	Alo	ESC
Baetidae nid		RSC
Família Caenidae		
Caenis sp.	Ale, Alo	ESC
Família Leptophlebiidae		
Farrodes sp.	Alo	ESC
Leptophlebiidae nid		RFD
Família Tricorythidae		
Leptohypes sp.	Ale	ESC
Tricorythidae nid		ESC, RFD
Família Oligoneuriidae	Alo	ESC
Ephemeroptera nid		RSC
ORDEM NEUROPTERA - formigas-leão (larva), crisopas		RSC
ORDEM PLECOPTERA +		
Família Gripopterygidae		
Andiperlodes sp.	Alo	ESC
Paragripopteryx sp.	Alo	ESC
Família Perlidae		
Anacroneuria sp.	Alo	ESC
Phyllocycla sp.	Alo	ESC
Perlidae nid		RFD
ORDEM MEGALOPTERA		
Família Corydalidae		
Corydalus sp.	Alo	ESC
MEGALOPTERA nid		RSC
ORDEM ODONATA + - libélulas, donzelinhas		
Família Aeshnidae		
Anax sp.	Ale	ESC
Aeshnidae nid		RFD
Família Calopterygidae		
Calopteryx sp.	Alo, Rp, Sl	ESC
Família Coenagrionidae		
Acanthagrion sp.	Ale, Alo	ESC

Coenagrionidae nid		RFD
Família Cordullidae		
Neurocordulia sp.		ESC
Família Gomphidae		
Aphylla sp.	Alo	ESC
Phyllocycla sp.	Alo	ESC
Ophiogomphus sp.	Alo	ESC
Progomphus sp.	Alo	ESC
Gomphus sp.	Alo	ESC
Octogomphus sp.	Alo	ESC
Família Libellulidae		
Libellula sp.	Ale, Alo, Rp	ESC
Libellulidae nid		RFD
Família Meganeuridae		RFD
Família Protoneuridae		RFD
ODONATA nid		RSC
ORDEM HEMIPTERA – percevejos, cigarras, pulgões		
Família Belostomatidae		RFD
Família Gerridae		
Metrobates sp.		ESC
Família Notonectidae		
Martarega sp.		ESC
Família Saldidae		
Teloleuca sp.		ESC
Família Veliidae		
Rhagovelia sp.		ESC
Veliidae nid		RFD
Família Cercopidae		RFD
Família Cicadelidae		RFD
HEMIPTERA nid		RSC
ORDEM DERMAPTERA – lacrainhas		RSC
ORDEM ORTHOPTERA – gafanhotos, grilos, esperanças		
Família Gryllidae – grilos		RFD
ORTHOPTERA nid		RSC
ORDEM PHASMIDA – bichos-pau		RSC
ORDEM BLATTARIA – baratas		
Família Blattidae	Rp, Sl	RSC, RFD
BLATTARIA nid		RSC
ORDEM TRICHOPTERA + - grumixãs		
Família Calamoceratidae		RFD

Família Glossosomatidae		RFD
Família Hydrobiosidae		
Atopsyche sp.		ESC
Família Hydropsychidae		
Macronema sp.	Alo	ESC
Smicridea sp	Alo	ESC
Hydropsychidae nid		RFD
Família Leptoceridae		
Nectopsyche sp.	Alo	ESC
Oecetis sp.	Ale, Alo	ESC
Família Leuctridae		RFD
Família Philopotamidae		
Chimarra sp.		ESC
Philopotamidae nid		RFD
Família Polycentropodidae		
Cyrnellus sp.	Ale, Alo	ESC
Família Ptilodactylidae		RFD
ORDEM COLEOPTERA – besouros		
Família Curculionidae		RFD
Família Dryopidae		RFD
Família Elmidae		
Ampumixis sp.	Alo	ESC
Phanocerus sp.	Alo	ESC, RFD
Neoelmis sp.	Alo	ESC
Elmidae nid		RFD
Família Gyrinidae		
Gyretes sp.	Ale, Alo	ESC
Família Hydrophilidae		
Berosus sp.	Ale	ESC
Hydrophilidae nid		RFD
Família Psephenidae +		
Psephenops sp.	Alo	ESC
Psephenus sp.	Alo	ESC
Psephenidae nid		RFD
Família Staphylinidae	Ale, Alo, Rp	ESC
COLEOPTERA nid		RSC
ORDEM HYMENOPTERA – vespas, abelhas, formigas		
Família Formicidae – formigas		RFD
Família Apidae – abelhas		
Tetragonisca angustula- jataí		OD
HYMENOPTERA nid		RSC

ORDEM LEPIDOPTERA – borboletas, mariposas		
Família Actiidae		RFD
Família Pyralidae	Alo	ESC, RFD
Família Saturniidae – taturanas, mandorovás		
Lonomia obliqua #		ESC
LEPIDOPTERA nid		RSC
ORDEM DIPTERA - moscas, mosquitos, mutucas		
Família Cerotopogonidae – mosquitos-pólvora		
Culicoides sp. #	Ale, Alo	ESC, RFD
Família Chironomidae §	Ale, Alo	ESC, RFD
Família Culicidae #		
Anopheles (Nyssorhyncus) strodei #	Ale	ESC
Psorophora (Janthinosoma) sp.	Ale	ESC
Família Empididae		RFD
Família Muscidae		RFD
Família Psychodidae		
Maruina sp.		ESC
Psychodidae nid		RFD
Família Simuliidae # - borrachudos		
Simuliun (Chirostilbia) pertinax	Alo	ESC
Simuliun (Chirostilbia) spinibranchium	Alo	ESC
Simuliidae nid	Alo	RFD
Família Stratyomidae		RFD
Família Tipulidae		RFD
DIPTERA nid		RSC

11.2.3.6.1 Discussão

O levantamento de dados secundários é de grande valia para formação de uma visão geral da fauna de macroinvertebrados da bacia do rio Cavernoso. Porém, devido às pequenas dimensões e padrões de distribuição, a maioria das espécies de macroinvertebrados é característica de seu micro habitat. Assim sendo, a obtenção de dados diretos é muito importante para caracterizar este grupo faunístico de forma mais realista e prática para a região. Especial ênfase deve ser dada aos taxa bioindicadores ambientais e de qualidade d'água.

Dentre os taxa bioindicadores de qualidade d'água, a ordem Ephemeroptera (aleluias) tem representantes característicos de águas limpas e bem oxigenadas, com

famílias próprias de ambientes lênticos e outras de ambientes lóticos. A ordem Odonata (libélulas e donzelinhas) se assemelha à Ephemeroptera quanto à preferência por habitats, com adultos associados à vegetação ou ao substrato. Os representantes das ordens Megaloptera e Plecoptera apresentam formas jovens que vivem em ambientes lóticos, de águas bem oxigenadas, embaixo de pedras, troncos e folhas. A maioria dos membros da família Trychoptera com formas jovens aquáticas vivem em água corrente com muita vegetação. Os besouros da família Psephenidae têm parte ou todo seu ciclo de vida na água. Intolerantes à poluição, vivem em ambientes lóticos, aderidos à galhos, rochas e areia (COPEL, 1999; CALLISTO, GONÇALVES Jr. & MORENO, 2006).

Muitos membros da subordem Oligochaeta (minhocas) podem viver em águas pouco oxigenadas e profundas, contaminadas com matéria orgânica. As larvas da maioria dos dípteros da família Chironomidae são tolerantes à poluição orgânica e industrial (CALLISTO,GONÇALVES Jr. & MORENO, 2006). Altas densidades de "minhocas d'água" e de larvas vermelhas de *Chironomus* estão associadas à rios com elevados teores de matéria orgânica (CALLISTO,GONÇALVES Jr. & MORENO, 2006). São considerados, portanto, indicadores de má qualidade d'água.

Dentre os taxa de macroinvertebrados estimados para a bacia do rio Cavernoso que podem ser vetores de doenças estão os caramujos da família Planorbidae. Costumam habitar ambientes lênticos com menos de dois metros de profundidade, junto à vegetação semi aquática e aquática. Espécies desta família são hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni*, platelminto causador da esquistossomose ou barriga d'água. No Estado do Paraná, a esquistossomose é endêmica de municípios da região norte.

Os caramujos do gênero *Lymnaea* vivem em ambientes alagadiços, sobre lama úmida e têm preferência por águas duras (ABÍLIO & WATANABE, 1998). Os membros família Lymnaedae podem ser hospedeiros intermediários da *Fasciola hepatica*, platelminto causador da fasciolose, doença que atinge bovinos, caprinos, suínos, ovinos e raramente o homem.

A família Culicidae compreende mosquitos e pernilongos. O gênero *Anopheles* é de grande importância médica, como possível vetor da malária. O gênero *Psorophora,* embora ainda não comprovadamente associado a transmissão de doenças, compreende os maiores mosquitos hematófagos do Brasil (CONSOLIM *apud* COPEL, 1999). As larvas dos Culicidae se desenvolvem em corpos d'água parados, sendo favorecidos pela formação de reservatórios. A instalação do

empreendimento pode contribuir para somar o aumento da população destes animais (pela formação do reservatório) com o aumento da população humana local, o que facilita a possibilidade de transmissão de algumas doenças na região.

Os membros da família Simulidae são conhecidos como borrachudos. As fêmeas da maioria das espécies são hematófagas, causando sérias irritações na pele, muitas vezes acompanhadas de reações alérgicas. Os Simulidae são potenciais vetores da oncocercose humana. As duas espécies registradas na bacia do rio Jordão, *Simuliun pertinax* e *Simuliun spinibranchium*, embora ataquem ativamente o homem, não são conhecidas no país como transmissoras de oncocercose (COPEL, 1999). As larvas dos borrachudos se desenvolvem em água corrente, mas podem viver em remansos. Embora a formação do reservatório possa prejudicar esses animais pela alteração do regime do rio, o desmatamento e a presença humana favorece a proliferação e permanência destes insetos no local.

Os Ceratopogonidae são conhecidos como mosquitos-pólvora. O gênero de ocorrência provável na região, *Culicoides,* é o único com espécies hematófagas. As larvas podem viver na água ou em terrenos lodosos ou muito úmidos. Há a possibilidade de transmissão de filárias do gênero *Mansonella,* registrada no país apenas entre índios do Amazonas. A formação do reservatório poderá criar áreas propícias a proliferação destes insetos. A maior importância destes insetos na região reside no incômodo que causam às pessoas.

É importante lembrar que, com a instalação do empreendimento, haverá migração de pessoas de diferentes regiões do estado e inclusive do país para a região. Com elas podem vir agentes e vetores de doenças como as mencionadas acima.

Com relação a macroinvertebrados peçonhentos encontrados na região, as lagartas do lepidóptero *Lonomia oblíqua* são de grande importância médica. Conhecidas conjuntamente com outras lagartas como taturanas, lagartas de fogo, ou mandorovás, podem causar sérios acidentes, inclusive fatais, através do contato da pele com os espinhos do animal. São de hábito gregário, permanecendo juntas sobre troncos de árvores de dia, enquanto à noite sobem para os galhos em busca de folhas. A região centro-sul do Paraná, onde estará localizado o empreendimento é a com maior número de acidentes com lonômia do estado.

As aranhas do gênero *Phoneutria* (armadeira) e *Loxosceles* (aranha-marrom) têm importância médica devido ao grande número de acidentes relacionados e à potencial gravidade destes. A aranha-armadeira é de grande porte e, como defesa

secundária, se apóia nas quatro patas traseiras enquanto ergue as quatro dianteiras e os palpos, expondo as quelíceras; pode percorrer até 40 cm de distância num salto. Não constrói teias, se abrigando embaixo de troncos caídos, entulhos de construção e inclusive armários e sapatos. Os acidentes ocorrem geralmente dentro ou próximo da residência, ao manusear material de construção, entulhos, revirar troncos e calçando sapato. Seu veneno é neurotóxico; os sintomas do acidente são dor excruciante irradiando do local da picada, tremores, sudorese, perturbações visuais, hipotermia e oligonúria. Mais raramente ocorre priapismo e anúria e em casos graves insuficiência renal.

A aranha-marrom é pequena, tendo em média 3 cm de envergadura. Adapta-se às residências, onde ocorre a maioria dos acidentes; se abriga de dia atrás de quadros, móveis, livros, em sapatos e roupas. Sua defesa secundária é a fuga, mas pode picar se pressionada contra o corpo. O acidente geralmente ao se vestir roupas e calçar sapatos com a aranha, ao mexer em mobília, quadros e livros. O veneno tem ação proteolítica; o acidente não causa dor inicial, cerca de 12 horas após a picada podem surgir cefaléia e febre. O local da picada apresenta eritrema e edema, podendo ocorrer necrose e úlcera. Em raros casos pode haver hematúria e insuficiência renal.

11.2.4 Conclusões

Como visto no Capítulo 11.1 - Flora, a área de influência do empreendimento possui vegetação bastante alterada, com fragmentos florestais pequenos e esparsos e predomínio de pastagens e culturas. Essa característica dificulta sobremaneira a permanência de populações de animais mais exigentes, como grandes mamíferos e grandes predadores, elementos de extrema importância na teia trófica dos ecossistemas locais. Daí a importância de estudos faunísticos como os do presente trabalho para a região. Portanto, o impacto que o empreendimento causará à fauna local será muito menor que o impacto causado pelas interferências do homem ao longo de todos estes anos de ocupação.

Além da importância dos ambientes florestais remanescentes para a fauna, o grande complexo formado pelas matas ciliares, várzeas, campos e capões florestais é importante para a biodiversidade regional como um todo, visto que segundo o diagnóstico apresentado esse mosaico é freqüentado pela maior parte das espécies

da fauna terrestre consideradas.

Este diagnóstico apresentou o levantamento de dados de peixes, aves, mamíferos, répteis, anfíbios e macroinvertebrados ao longo da bacia do rio Cavernoso que serviram de subsídios à realização de um prognóstico acurado relativo aos impactos sobre a fauna terrestre, permitindo a inferência de programas e medidas adequadas para a conservação dos ecossistemas remanescentes.

Analizando a situação ambiental da região e as características do empreendimento, verificamos que há viabilidade ambiental do empreendimento pretendido com relação aos impactos que o mesmo causará à fauna local, sendo que os mesmos podem ser minimizados e/ou compensados com a execução dos Programas Ambientais a serem sugeridos.

12. MEIO SOCIO ECONÔMICO

O presente trabalho diagnostica a situação das área de influência do empreendimento a ser instalado na região dos municípios de Virmond e Candói. Para isso é necessário integração de uma equipe multidisciplinar com diferentes abordagens, cada qual com sua particularidade e métodos distintos. Embora mais complexo, as vantagens deste modelo analítico são incomparáveis, mesmo obedecendo ao paradigma científico, os olhares e atenções estão voltados exclusivamente para as especificidades de cada área de estudo.

Os estudos referentes aos impactos socioambientais, além de aprimorar o nível de informações sobre a área de influência do empreendimento, objetivam prever possíveis impactos de maneira direta e indireta assim como medidas de compensação e mitigação.

12.1 Metodologia

A metodologia usada para a confecção de um diagnóstico socioeconômico e cultural sobre os municípios estudados está baseada em uma abordagem interdisciplinar, que visa dar ao objeto olhares diferentes, baseando-se sempre na objetividade científica.

A realização do estudo socioeconômico se faz necessário por oferecer alternativas para formular políticas de planejamento e desenvolvimento, com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população direta ou indiretamente afetada.

O objetivo deste diagnóstico é também fornecer informações das condições sociais da população atingida, assim como as medidas necessárias à diminuição ou mitigação dos impactos causados pela realização do empreendimento aos habitantes dos municípios afetados.

Todas as informações foram obtidas por meio de pesquisas locais realizadas nas duas fases de elaboração do estudo (2004 – estudo original e 2009 – atualização do estudo) e de observações com entrevistas junto à população que será influenciada pelo empreendimento, além de análise dos dados referentes à área indiretamente afetada.

As dinâmicas socioeconômicas da região acompanham determinações de

ordem nacional e até mesmo internacional. Assim, não podem ser desconsiderados toda e qualquer análise de transformações que possam vir a ocorrer quando há intervenções locais ou regionais. No entanto, toda intervenção pode gerar efeitos negativos e positivos. Quanto aos efeitos positivos, estes devem ser entendidos como potenciais a serem apropriados pela economia, comunidade e gestores locais. E, para os efeitos negativos, estes devem ser entendidos como passíveis de sofrerem intervenções de compensação ou mitigação. Portanto, neste diagnóstico do meio socioambiental, são abordados os seguintes temas:

i. Processo histórico de estruturação da região;
ii. Dinâmica populacional;
iii. Estrutura produtiva;
iv. Organização social e política;
v. Nível de vida;
vi. Patrimônio histórico.

12.2 Aspectos históricos

12.2.1 Candói

O nome deste município tem origem na ocupação histórica dos índios Votorões, de tradição Caingangue. De acordo a história local, Candói era o nome de um índio bravo e guerreiro. No entanto, o desbravamento da região coube ao capitão Manoel Elias de Araújo e sua esposa Clara Magdalene dos Santos, que eram proprietários de uma grande área de terras entre os rios Cavernoso, Jordão e Iguaçu. O casal adotou uma criança, que batizaram de Ponciano José de Araújo, que mais tarde se tornaria padre.

O padre Ponciano tinha três filhos e abandonou a batina, após a morte de seus pais para se dedicar somente à fazenda *Candoy* e à política, conseguindo se tornar um político influente na região, ajudando a impedir o avanço castelhano nos ervais brasileiros, além de comandar bandeiras exploradoras aos Campos de Palmas.

Em 1854 Ponciano José de Araújo faleceu, deixando o testamento em nome dos seus três filhos, que cresceram e proliferaram, consolidando, dessa forma, a formação étnica desta região que culminou com a fundação de *Candoy*. Ainda hoje se percebe os sobrenomes que permaneceram destes descendentes, entre os quais estão: Araújo, Abreu, Oliveira, Silvério, Almeida, Souza, Mendes, entre outros.

O Distrito Policial de *Candoy* foi criado em 21 de dezembro de 1892. Em 05 de abril de 1913, foi criado o Distrito Administrativo, através da Lei Estadual nº 1316. E, finalmente, em 30 de dezembro de 1948, pela Lei nº 199, foi alterada a grafia de *Candoy* para Candói.

A partir da década de 1950 começaram a aparecer os primeiros assentamentos de migrantes. Esse processo de assentamento foi iniciado por um comerciante que instalou no local um empório e um galpão de armazenamento.

No entanto, só em 27 de agosto de 1990, pela Lei Estadual nº 9353, foi criado o município de Candói através do desmembramento do município de Guarapuava, muito embora sua instalação tenha se dado somente em 01 de janeiro de 1993, com a ocupação dos cargos executivos e legislativos que se deu através das eleições municipais de 1992. Contudo, a data em que se comemora o aniversário da cidade é a da data da aprovação da lei, ou seja, dia 27 de agosto.

Quanto ao lazer da população local pode-se destacar a festa nacional da charqueada que acontece todos os anos em comemoração ao aniversário da cidade e de sua padroeira – Santa Clara. Outras atividades de lazer e turismo que o município oferece são: Estância Hidro-Climática Santa Clara, Salto Curucaca e Cascata das Noivas.

Os principais produtos agrosilvopastoris são: milho, soja e batata, e entre as atividades industriais de maior destaque estão: papel, papelão, madeira e produtos alimentares.

12.2.2 Virmond

O município de Virmond, tem em sua constituição étnica uma maioria significativa de pessoas de origem e descendência polonesa, graças ao processo migratório proporcionado pelo governo imperial no século XIX, já que ficava cada vez mais difícil a obtenção de escravos negros decorrente da lei "*Bill Aberdeen*" que proibia o tráfico de escravos africanos.

Após a perda da independência da Polônia, no final do século XVIII, seu território ficou dividido entre três potências ocupantes: Prússia, Áustria e Rússia, as quais puseram em ação um lento e progressivo processo de despolonização de seus súditos. Os poloneses encontraram-se num clima de perseguição e tentaram um levante em 1830 e outro em 1863, mas foram sufocados e penalizados com a promulgação de "leis Darconianas". De todas as nacionalidades que lutavam pela

independência da Europa, o problema polonês era o mais complexo, a tal ponto que o termo polonês passou a ser lembrado como sinônimo de revolucionário. Escravizados e privados de sua soberania nacional, os poloneses só tinham o direito de sofrer, calar, vegetar e morrer.

WACHOWICZ (1972), traduz bem a situação das primeiras povoações de imigrantes que entraram no Paraná:

> " Difíceis eram para o imigrante, os primeiros anos que ele passava em sua pátria de adoção. Chegando ao Paraná, desembarcava no Porto de Paranaguá ou Antonina e depois era transportado para Curitiba em carroções e alojado nas improvisadas hospedarias para imigrantes, as quais geralmente estavam superlotadas.
>
> De Curitiba, era o imigrante transportado com sua família e bagagens para a colônia a que se destinava, onde na maioria das vezes era instalado provisoriamente em barracas, enquanto esperava a demarcação das terras e o lote que lhe cabia. Nestas circunstâncias, as condições higiênicas eram péssimas ocasionando freqüentes epidemias.
>
> Com a vinda dos imigrantes, a Secretaria de Obras Públicas e Colonização do Estado do Paraná, adotam uma política de construção de estradas para o desenvolvimento da agricultura e do comércio."

A fundação de Virmond está datada de 1874, quando Frederico G. Virmond Jr., requereu algumas léguas de terras devolutas – 8 léguas – do governo Imperial e fundou ali uma colônia, a "antiga Amola Faca", que recebeu este nome devido a passagem de tropeiros que paravam para descansar e fazer reparos em seus aperos, arriames e carroças.

Frederico Guilherme Virmond Jr. teve grande influência em toda a região guarapuavana, foi proprietário das terras em que hoje está localizado o município com o seu sobrenome, embora não tivesse interesse específico por essa gleba. Contudo, de acordo com o Jornal Folha do Oeste, de 26 de maio de 1957, ele foi uma das personagens centrais para o desenvolvimento da região: "*Ele deu grande auxílio às aberturas de picadas, veredas, por todo esse imenso sertão que se estende desde a cabeceira do Rio Cantagallo até a Foz do Iguassú, onde a imensidade das florestas, ervas, pinheiros, imbuias seculares esperavam o braço amigo para explorar tão rica indústria*." (in: PSZDZIMIRSKI, 1998, p. 15)

Em 1918, com o propósito de fundar uma colônia Polonesa, os descendentes de Frederico G. Virmond – Aníbal Virmond e Ernestoi Queirós – fizeram uma transação de terras na qual o Primeiro Cônsul Polonês, Sr. Casimiro Gotuchowiski, com apoio do Governo do Paraná, comprou a fazenda denominada Amola Faca, com o objetivo de favorecer os recém-chegados da Polônia e os poloneses dispersos pelo Brasil e, para isso encarregou o Engenheiro Ladislau Radecki.

Em 1921, começaram a chegar na região os primeiros poloneses lavradores vindos de Curitiba, Rio Grande do Sul, São Mateus, Água Branca, e outras localidades. A presença de animais selvagens e a falta de estradas na região não impediram sua vinda.

A proibição do tráfico de escravos negros pela grande potência da época – a Inglaterra – que tinha por objetivo forçar a criação de mercados consumidores além-mar, já que quem consome são os trabalhadores assalariados e não mão-de-obra escrava, pois esta tem suas necessidades primárias – comer, vestir e morar - atendidas pelos seus senhores.

Com a pressão inglesa somada às teorias racistas que vinham sendo desenvolvidas na época, que traziam o Brasil como destinado à degradação, já que nele habitavam os três tipos raciais menos desenvolvidos – o português, o índio e o negro, resolveu-se, então, estimular a migração de brancos, principalmente europeus, para se fazer o branqueamento da população em três ou quatro séculos. Tanto que, após a Proclamação da República, o governo brasileiro resolveu custear as despesas da travessia dos poloneses para o Brasil, muito embora 95% dessa população fosse, em sua maioria, agricultores e somente 5% profissionais: carpinteiros, ferreiros, pedreiros, etc.

A carroça é a caracterização do povo polonês do sul do Brasil, que transformou as terras incultas dos dois primeiros planaltos do Paraná em celeiro do Estado. O cercamento de suas terra, fez com que houvesse um declínio no estilo semi-nômade dos criadores de gado.

Ao contrário do que ocorria na Polônia, no Brasil famílias extensas eram consideradas uma graça de Deus, já que toda a mão-de-obra era indispensável ao agricultor, inclusive às crianças.

Segundo depoimentos, as primeiras famílias que chegaram a Virmond foram: Mierzva, Iachinski, Wachok, Lissoski, Rollak, Fridrik, Rabel, Fedrecheski. Muitas das

primeiras plantações não chegaram a ser colhidas devido ao ataque de animais nativos, problema só solucionado com o desmatamento da região, de acordo com o depoimento do Sr. Inácio Mierzva:

> "Logo que chegamos, fizemos uma roça com dois alquires de milho, não sobrou nada, nem para as galinhas. Os bichos – papagaios, quatis, tatetos, porco do mato, tigres e até algumas antas – comeram tudo. Hoje não temos mais este problema, mas aparecem muitos outros com a terra e o tempo, além de muitos descontos sobre o milho."(in: PSZDZIMIRSKI, 1998, p. 25).

Como não havia comércio, os produtos eram levados à Guarapuava em uma carroça, que tinha capacidade para carregar de oito a dez sacas, onde nem sempre se conseguia vendê-las. Quando isso ocorria os lavradores trocavam seus produtos por sal, açúcar e soda, ou, para não voltarem carregados, jogavam sua carga em um rio próximo. Durante a viagem o carroceiro dormia sobre sua carga.

Quando começou a criação de porcos no sistema de safras, os mesmos eram engordados e depois tocados em vara até Guarapuava e de lá para Ponta Grossa o que levava mais ou menos três meses.

Para se chegar à Guarapuava, era preciso passar por duas balsas, uma no Rio Cavernoso e outra no Rio Coutinho, nas quais geralmente era preciso esperar, pois sempre havia filas de aproximadamente quinze carroças esperando a sua vez de atravessar. Uma viagem podia levar em torno de quinze a vinte dias.

Quando a colônia estava mais desenvolvida, os imigrantes que chegavam encontravam maior facilidade. Até construírem seus próprios ranchos os novos colonos se abrigavam na casa dos que já estabelecidos.

A Revolução Tenentista, em 1924, e o acampamento de soldados na Colônia causaram sérios prejuízos aos moradores que haviam começado suas vidas. Segundo depoimento do Sr. Inácio Mierzva, apesar dos soldados não fazerem mal aos moradores, eles matavam os porcos e pegavam outras coisas.

Quando foi criado o Território Federal do Iguaçu, Laranjeiras do Sul foi elevada a categoria de Capital do Território, pelo decreto de número 6550 de 31/05/44. Pela Constituição Federal de 1946, em razão da emenda apresentada pelos deputados Bento Munhoz da Rocha Neto e de Lauro Lopes, foi extinto o Território Federal do Iguaçu. Então, Laranjeiras do Sul voltou ao Paraná, como simples município, chamado

Iguaçu. Como já havia outro município com o mesmo nome, houve a necessidade de mudar essa denominação, e definitivamente passou a ser Laranjeiras do Sul, pela Lei Estadual de nº 02 de 11/10/1947.

O primeiro distrito a ser criado na recente Laranjeiras do Sul foi Virmond, em 30/01/1949, pela Lei de nº 93 de 14/09/1948, pelo Dr. Juiz Aram Machado e promotor Dr. Renato Carneiro da Silva. Neste mesmo dia foi criado o cartório distrital, assim, a população de Virmond não precisaria se deslocar até Laranjeiras do Sul.

Em 1959, foi inaugurada a Usina Hidroelétrica do Rio Cavernoso, localizada no interior do então Distrito de Virmond, com capacidade de gerar 1300 KW/hora em suas duas turbinas. O Jornal Folha do Oeste, de 20 de setembro de 1959, assim relatou o acontecimento: “No próximo dia 26 do mês corrente, S. Excia. O Sr. Governador Moysés Lupion, estará presente em Laranjeiras do Sul, a fim de inaugurar a Usina Hidroelétrica do Cavernoso, que fornecerá luz e força para àquela próspera comuna desta privilegiada região do Oeste Paranaense...” .(in: PSZDZIMIRSKI, 1998, p. 29).

O desenvolvimento de Virmond foi notável durante as décadas de 40, 50 e 60. Já se contava várias casas de comércio, panificadoras, bares, sapatarias, fábricas e engarrafamentos de bebidas, hotéis, clubes, moinhos de cereais, cinema, sorveteria, cartório, cerealista, madeireira, oficinas, agência de Correios, marcenaria, ferrarias e um hospital. Nas próximas décadas, no entanto, notou-se claramente que não houve um desenvolvimento contínuo, podendo-se até dizer que houve uma regressão. Várias causas podem ser atribuídas a esse fator: término da construção da Usina Cavernoso, que movimentava com seus trabalhadores os hotéis e as lanchonetes nos finais de semana; a construção da BR-277, que liga Ponta Grossa a Foz do Iguaçu, eliminou as paradas obrigatórias em Virmond; o pinheiro do Paraná, principal fonte de renda na região começou a ficar escasso.

No mês de julho de 1989, iniciou-se um movimento de emancipação política do Distrito de Virmond, que culminou com a coleta de assinaturas para a aprovação de um plebiscito, e, finalmente, no dia 25 de março de 1990, realizou-se no Distrito de Virmond, o plebiscito que deu origem a sua emancipação, no qual 98% da população disse sim. Assim relatou o Jornal Folha do Paraná:

> “Virmond será município. Informações coletadas por este colunista ao nível de bastidores, revelam que as lideranças da comunidade de Virmond, município de Laranjeiras do Sul, estão se organizando para reivindicar a

> emancipação político-administrativa consultado a respeito do assunto, o Prefeito Lauro Ruths, disse que vê com simpatia essa pretensão da população Virmondense."(in: PSZDZIMIRSKI, 1998, p. 30).

Após três votações na Câmara dos Deputados, o projeto de emancipação do Distrito de Virmond foi aprovado, sendo aceito, posteriormente, pelo TRE, notícia trazida por uma caravana de virmondenses que foram acompanhar a votação. Finalmente, no dia 16 de maio de 1990, foi assinada a Lei de criação do município de nº 9250, a qual foi publicada no Diário Oficial de nº 3266, de 17 de maio de 1990. O jornal Estado do Paraná de 17 de maio de 1990, trouxe a seguinte notícia:

> "Álvaro sanciona lei criando mais dois novos municípios. Duas leis criando novos municípios – Nova Laranjeiras e Virmond – foram sancionadas, ontem, 16, pelo Governador Álvaro Dias, depois de terem sido aprovadas pela Assembléia. Ambas foram iniciativa do Deputado Artagão de Matos Leão, que liderou as comitivas com representantes comunitários destes municípios, presentes na assinatura."

Virmond e Nova Laranjeiras só passaram a ter autonomia administrativa a partir de 1992, sendo os dois municípios desmembrados de Laranjeiras do Sul.

No dia 15 de novembro de 1992, ocorreram as eleições no município, sendo eleito Osmar Luiz Palinski, que assumiu a prefeitura no dia 1º de janeiro de 1993.

A religiosidade, mesmo com todas as dificuldades continuava sendo o ponto forte desses colonos. Já em 1922, mesmo em seus ranchos provisórios eram celebradas as missas por um padre vindo de Guarapuava, que ficava na colônia por cerca três ou quatro dias.

De acordo com o depoimento da Sra. Ana Fedrecheski, pioneira da colônia, vinda em 1922: "Devido à falta de roupas, algumas famílias dividiam-se para ir a missa, a metade ia num dia e o restante no outro, usando a mesma roupa." (In: PSZDZIMIRSKI, 1998, p. 33)

Em 1927, foi construída a primeira igreja da Colônia pelos seus moradores com madeira vinda de Laranjeiras do Sul. De 1927 até 1932, um padre de Guarapuava vinha três vezes ao ano visitar a Colônia: na Páscoa, Natal e Festa da Padroeira. Até que em 1931, uma comissão foi até Guarapuava pedir um padre fixo para o distrito. Em 10 de outubro de 1932, a Colônia recebeu seu primeiro padre definitivo Pe. Paulo Scheneider que foi embora após uma curta permanência, cedendo espaço ao Pe.

Estanislau Cebula.

Em 1954, por ordem do Exmo. Sr. Manoel Koemer, a paróquia de Virmond foi transformada em duas, ou seja, Virmond e Marquinho. Sendo destinada para Virmond as capelas: Cantagalo, Lagoa Bonita, Invernadinha, Campo da Crianças e Cavernoso, sendo que as restante ficaram pertencendo ao Marquinho.

Em comemoração ao I Milênio Cristão do Povo Polonês, no ano de 1966, foi construída uma nova igreja como lembrança dessa data. Com a ajuda de algumas pessoas, em 1973, foi inaugurada após uma sessão solene, a nova casa paroquial pelo Padre Gallo.

Em 1982, além de se comemorar o aniversário da padroeira de Virmond – Nossa Senhora de Monte Claro – também padroeira da Polônia, foi comemorado os 50 anos de fundação da paróquia de Virmond.

Com relação à educação, até 1936, as aulas eram particulares e ministradas em casa com o ensino da língua polonesa, mas, com o aumento da população, foi construído o Colégio São José, que ficou sob administração das irmãs Vicentinhas até 1970. Ele funcionava em regime de internato misto e atraía várias crianças de outras cidades pela sua reconhecida qualidade.

Em 1947, com a fundação do grupo escolar General Eurico Gaspar Dutra, que contava com duas salas e uma secretaria num terreno doado pelo comerciante Henrique Krygier, o colégio São José ficou, somente, com as aulas de bordado, música, corte e costura, além das salas de estudo para mensalistas.

No ano de 1966, foi inaugurada a escola Eurico Gaspar Dutra e em 1968, começou a funcionar o Ginásio – atual Ensino Fundamental de 5ª a 8ª séries, que era a extensão da Escola Estadual Floriano Peixoto de Laranjeiras do Sul.

Em 1993, com o aumento do número de alunos, a prefeitura locou três salas do centro catequético. Todas as salas do centro catequético foram locadas quando, no ano de 1994, o ensino foi nuclearizado. O município de Virmond, possuía em 1993, 14 escolas na Zona Rural e uma escola na Zona Urbana. Cada escola municipal da Zona Rural era atendida por uma única professora em classes multisseriadas – de primeira à quarta séries. Com os altos índices de repetência e evasão, a Prefeitura, juntamente com o Departamento de Educação resolveu nuclearizar o ensino, ou seja, trazer todas as crianças da Zona Rural para estudar na sede na zona urbana, projeto que foi concretizado em 1994, na Escola Municipal Professor Henrique Kruger, com ensino

Pré-escolar e de primeira à quarta séries do atual ensino fundamental.

Atendendo à necessidade de expandir a rede educacional, em 20 de outubro de 1993, foi assinado um convênio entre a Prefeitura e a FUNDEPAR, para a construção de um outro estabelecimento de ensino. A FUNDEPAR ficou responsável pelo envio de materiais de construção e mão-de-obra, e a Prefeitura cedeu o terreno e a infra-estrutura.

No ano de 1992, começaram as discussões para a criação de um Sindicato dos Trabalhadores Rurais, criação esta um tanto complicada devido às diversidades de interesses. Segundo Denize F. Knerek – uma das quatro pessoas que ficou na comissão provisória que inicialmente contava com quinze pessoas, a criação do Sindicato foi até certo ponto forçada, tanto que a maioria dos 23 agricultores que participaram da segunda assembléia assumiram cargos administrativos.

A sede do sindicato foi instalada no endereço do antigo hospital. Infelizmente, a falta de infra-estrutura fez com que o trabalho desse sindicato se resumisse à assistência no que se referisse aos direitos de aposentadoria, maternidade, além do esclarecimento das dúvidas dos agricultores.

Além do Sindicato dos Trabalhadores Rurais, outras associações assistencialistas foram criadas para beneficiar a vida dos cidadãos virmondenses:

A AMOVIR – Associação de Moradores de Virmond - fundada em 08 de abril de 1987, é uma sociedade de direito privado, sem fins lucrativos, políticos ou religiosos, organizada para somente prestar serviços aos moradores, mas encerrou suas atividades quando Virmond deixou de ser um distrito de Laranjeiras do Sul e se transformou num município autônomo, voltando a funcionar posteriormente.

O ROTARACT é um grupo formado por jovens de 18 a 30 anos, que integravam o Grupo de Jovens “Acreditando no Amanhã”. Foi fundado no ano de 1991, mas só oficializado em abril de 1994. A principal finalidade desse grupo é promover a paz internacional, seu lema é “Companheirismo através do trabalho”, cuja atividade principal é o “Natal da Criança Carente” que tem a finalidade de distribuir alimentos, roupas e brinquedos, com donativos arrecadados na comunidade local, para as crianças carentes na época de Natal.

A AFPV – Associação dos Funcionários Públicos de Virmond, é uma agremiação assistencial, social, cultural, patrimonial e esportiva sem fins lucrativos. Foi fundada em 26 de maio de 1993, cujos integrantes fazem parte do funcionalismo

público municipal.

A APMI – Associação de Proteção a Maternidade e a Infância conta, ao todo, com doze Clubes de Mães e mais dois Grupos de Trabalho. A APMI é uma organização auxiliada pela Secretaria de Saúde, sua função é promover cursos, fazer orientações às gestantes, acompanhamento de peso, além de confeccionar enxovais para mulheres carentes.

Quanto ao sistema de saúde, só em 1967 a comunidade construiu o seu primeiro hospital – Hospital Nossa Senhora de Fátima. Até então, a comunidade utilizava em grande escala, a medicina alternativa. Só quando aconteciam acidentes mais graves é que se chamava um médico de Guarapuava, que vinha a cavalo e, geralmente chegava tarde demais. Apesar de ter quase toda aparelhagem para o funcionamento, o hospital funcionou precariamente até 1984. Atualmente é propriedade da AMOVIR e foi cedido à Prefeitura Municipal.

Após muita reivindicação para a instalação de um posto de saúde, em 22 de fevereiro de 1986 começou a funcionar um posto na então mini-prefeitura. O posto contava com apenas uma balança grande, uma balança pequena e mesa de consulta. Ainda não havia remédios, estes chegaram três meses depois e, só em 1988 se iniciou as vacinações. Após um ano de fundação o posto realizava 16 consultas semanais.

No ano de 1993, começou a funcionar um consultório odontológico com dentista contratado pela prefeitura, responsável por atender a comunidade somente uma vez durante a semana, já que o objetivo principal é o atendimento às crianças matriculadas na rede pública de ensino.

O Centro de Saúde que faz parte de um convênio entre Estado e Prefeitura conta com duas alas onde ficam oito leitos, que possibilita uma melhor distribuição de internamentos, que até então eram feitos em Laranjeiras do Sul.

Quanto às atividades de lazer, além do clássico futebol – com o time de futebol Aymoré, que se localiza atualmente na rua XV de novembro – a principal atividade dos virmondenses é aproveitar os finais de semana para tomar chimarrão e organizar bailes, que no início da ocupação polonesa, eram feitos nas casas. Após alguns anos, foram instalados na cidade três clubes que se revezavam na elaboração dos bailes.

Os dados relativos à distribuição econômica no município são surpreendentes. Segundo os dados do IBGE de 1994 a população rural de Virmond é de 82% e atividade agropecuária ocupa 90% da economia desta cidade, contestando, assim, a

tendência corrente no país de maior concentração nos centros urbanos e nas atividades ligadas aos segundo e terceiro setores.

A agropecuária sempre foi à atividade principal desta colônia, de início feita de maneira rudimentar e predatória, desmatando e queimando matas para a plantação e para afugentar os animais nativos.

O sistema predatório de derrubada das matas e sua queima se constitui numa prática corrente em algumas propriedades. Nestas áreas é notado o mau uso dos implementos agrícolas, contribuindo para o aumento do processo erosivo e para a baixa produtividade. No entanto, no ano de 1994, foi registrada uma utilização razoável de calcário e insumos agrícolas, que até então, eram apresentavam-se de maneira inexpressiva na região.

Uma das características marcantes na cidade de Virmond são as pequenas propriedades agropecuárias. A pecuária propriamente dita, aparece como um complemento à atividade agrícola na região, não possuindo, dessa forma, o manejo adequado e mineralização. A suinocultura é uma exceção neste quadro, pois, especificamente nesta atividade os animais são criados em regime de integração, recebendo assistência técnica por parte das empresas que industrializam o produto.

No ano de 1988, foi fundado e entreposto da Cooperativa CAMILAS, que fornece aos seus associados “todos os tipos de insumos agrícolas, produtos veterinários, peças para máquinas agrícolas. Fornecendo, também, sementes e calcário à base de troca; o agricultor leva os insumos agrícolas necessários pagando somente na safra” (PSZDZIMIRSKI, 1994, p. 56). Além dessa cooperativa, a comercialização dos grãos é feita com mais duas cerealistas instaladas na sede da cidade.

Com a emancipação de Virmond foi solicitado um escritório da EMATER-PR, no qual foi designado para compor o corpo técnico do escritório, o engenheiro agrônomo Marco Aurélio Viechnieski e o técnico em agropecuária Ubiratan Edson de Freitas, com o objetivo é aumentar o padrão de vida da população agropecuarista através do aumento da produção.

A atividade industrial da cidade, restringe-se à fabricação de compensados e laminados de madeira, com matéria-prima – canela, pinho e pinus – de origem local e regional, com mercado destinado ao Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina.

O comércio local também está restrito ao essencial, devido ao baixo número de habitantes da cidade, sendo os principais produtos comercializados são: gêneros alimentícios, tecidos, materiais de construção e utensílios domésticos.

12.3 Aspectos demográficos

Os centros urbanos que compõem a Área de Influência enquadram-se em linhas gerais, no processo de urbanização regional. Constituem cidades de emancipação recente e de população relativamente reduzida onde o município de Candói destaca-se com uma população de aproximadamente 16.090 habitantes, com uma taxa de crescimento anual de 2,65%. A área que este município ocupa na região é de 1.512 Km². Possui um índice de pobreza de 42,45%;

Segundo dados do IBGE e prefeitura, atualmente o município de Virmond conta com uma população de 4.024 habitantes, com uma taxa de crescimento anual de 0,35%, tendo um índice de pobreza de 33,29%. A área total do município de Virmond é de 244,59 Km². Sendo transpassado pela BR-277, sua população conta com uma composição de traços poloneses oriundos dos imigrantes colonizadores.

Enfim, os municípios de Candói e Virmond envolvidos no empreendimento, possuem uma população mais concentrada na área rural, com economia baseada na agricultura e silvicultura com a predominância de pequenas propriedades.

12.4 Aspectos econômicos

As atividades econômicas mais tradicionais nestes dois municípios estão ligadas à agropecuária, isso justifica o maior número de residentes na área rural nos dois municípios, pois a renda da terra é a responsável pelo maior número de empregos e divisas para a região. Por esta razão, esta análise prima pelo maior detalhamento das atividades no setor primário. As atividades nos setores secundário e terciário da economia são pouco significativas se comparadas a este setor da economia local.

O município de Virmond é de economia predominantemente agrícola, contando atualmente com 623 propriedades agrícolas em seus variados tamanhos, com predominância absoluta de pequenas propriedades. Com uma pecuária composta de

aproximadamente 9.033 cabeças de bovinos, 11.663 cabeças de suínos, 365 cabeças de caprinos e 395 cabeças de ovinos. A criação de aves conta aproximadamente com 448 produtores produzindo em torno de 22.074 frangos.

Atualmente Virmond tem 15 indústrias, sendo em sua maioria indústrias do setor madeireiro, que desempenham um papel sócio-econômico relativamente importante para a geração de empregos, há também produção de produtos minerais não metálicos, metalurgia, materiais para plásticos, produtos alimentares, além de empresas de serviços e bancos.

As demais atividades setoriais são aquelas características de pequenos mercados locais, representados, sobretudo, pelo comércio varejista, que atende às necessidades cotidianas da população local, como por exemplo: mercado, distribuição de gás, combustível, farmácia, equipamentos e insumos para agropecuária, tecidos, confecções, mobiliários, entre outros. Assim, o número e a diversidade das empresas comerciais e de prestação de serviços variam em relação direta com o tamanho do mercado consumidor de cada município, o que inclui também a zona rural.

No que diz respeito ao município de Candói, é interessante destacar o importante papel da economia familiar nesta região, pois a maioria das propriedades são constituídas de pequenos agricultores que tem como principal mão-de-obra suas respectivas famílias desenvolvendo atividades de caráter fortemente mercantil.

O município de Candói demonstra em seu quadro econômico, a taxa de 43% do PIB municipal vindo da agropecuária, 51% vindo dos serviços, 5% das indústrias.

O município conta com 1.849 propriedades agrícolas em seus variados tamanhos, com predominância absoluta de pequenas propriedades. Com uma pecuária composta de aproximadamente 50.233 cabeças de bovinos, 12.720 cabeças de suínos, 1.100 cabeças de caprinos e 3852 cabeças de ovinos. A criação de aves conta aproximadamente com 1.304 produtores produzindo em torno de 62.740 frangos.

Os principais produtos produzidos pelo município são: milho, soja e batata lisa. A atividade industrial é inexpressiva para a renda local, restringindo-se somente às indústrias de papel, papelão e produtos alimentares.

Seguindo a ordem regional, as demais atividades são oriundas de pequenos mercados locais, que visam atender pequenas das necessidades cotidianas.

12.5 Educação

Para os municípios envolvidos neste estudo, observa-se o predomínio do poder público estadual e municipal no atendimento dos serviços educacionais.

No ensino médio os estabelecimentos dos municípios da área de influência são administrados na sua totalidade pelo Estado.

O município de Virmond conta atualmente, segundo dados do IBGE (2008), com 02 escolas de ensino fundamental (01 estadual e 01 municipal), 01 escola de ensino médio e 01 de ensino pré-escolar, totalizando 905 alunos (677 no ensino fundamental, 163 no ensino médio e 65 no pré-escolar).

No município de Candói, segundo dados do IBGE, existem 12 escolas no ensino fundamental, 04 no ensino médio e 04 no ensino pré-escolar, totalizando 4141 alunos (3345 no ensino fundamental, 665 no ensino médio e 131 no pré-escolar).

O tratamento da questão educacional, para os propósitos deste diagnóstico socioambiental, centra-se na análise das características do ensino rural, considerando como temas básicos o nível de escolaridade da população e a infra-estrutura escolar disponível. Assim, neste grupo em especial, o processo de socialização da criança se dá principalmente pela aprendizagem do trabalho dentro do universo da família.

Entre as famílias pesquisadas o grau de escolaridade predominante é o curso primário proporcionado pela escola local. No entanto, é possível dizer que o problema do ensino rural hoje não é exclusivamente em relação à ampliação de escolas, mas também da necessidade de se pensar o conjunto da realidade rural, buscando, dessa forma, novos modelos educacionais para equacionar os diferentes problemas que afetam e oneram o ensino público e, principalmente, afetam o desenvolvimento da população rural, já que o modelo educacional vigente dentro das instituições de ensino rurais não considera o cotidiano de seus alunos, que têm realidade e necessidades diferentes das crianças que vivem nos centros urbanos.

12.6 Saúde

No que tange os serviços de saúde, verifica-se um déficit na infra-estrutura para o atendimento da população local, especialmente no município de Virmond. Um dos principais problemas encontrados, é que todos os estabelecimentos de saúde estão

localizados na área urbana e em ambos municípios a maior parte da população reside na área rural, fator que compromete ainda mais a qualidade na prestação desses serviços e consequentemente a qualidade de vida dessas pessoas.

No que diz respeito ao município de Virmond, existem apenas 02 postos de saúde, sendo 01 público e outro particular.

Quanto ao município de Candói, segundo dados do IBGE, este também não possui uma estrutura muito expressiva, atualmente conta com 01 estabelecimento hospitalar dispondo de 62 leitos. Além desse hospital o município conta também com 09 postos de saúde, sendo 07 públicos e 02 particulares. Cabe aqui observar que estes estabelecimentos de saúde oferecem apenas serviços ambulatoriais.

12.7 Lazer

A respeito da infra-estrutura de lazer existente nos municípios da área de influência, o que se verifica é que há uma grave carência de espaços públicos – parques e praças – e atividades cotidianas que tragam à população local alguma forma de lazer. Observa-se que as opções estão restritas à prática esportiva e à participação em eventos promovidos eventualmente pela igreja e prefeituras locais.

A área de lazer está diretamente ligada à estrutura ambiental existente. O ecoturismo se bem explorado, poderá certamente trazer reflexos econômicos importantes no turismo regional. Em Virmond, como pontos turísticos podem ser destacados: cachoeiras, saltos, lagos (um deles originado pela construção da Pequena Central Hidrelétrica Cavernoso I), a fonte de água mineral da Estância Hidromineral de Lagoa Bonita - que atrai vários visitantes, além de alguns centros de pesque-pague. Um ponto turístico cultural importante do município é a igreja Nossa Senhora do Monte Claro.

Contudo, é importante destacar que, segundo dados da prefeitura, encontra-se em andamento a Pousada Ecológica que poderá funcionar não só como uma área de lazer para a população local, como também pode se tornar num grande atrativo para exploração do turismo na região.

No município de Candói, as localidades destinadas às atividades de lazer são bem semelhantes, havendo porém, uma maior preocupação do poder público municipal em investir no turismo local, principalmente no ecoturismo, alguns exemplos

dessa iniciativa são a exploração das quedas d'água da Cachoeira da Igrejinha, a Estância hidromineral Santa Clara, os Alagados Aurucaca e a Cascata da Noiva.

12.8 Considerações Gerais

Para analisar os aspectos antrópicos da área em questão foram levantados e analisados os dados publicados pelo IBGE, Prefeituras e complementados com informações obtidas na literatura específica e em pesquisas de campo.

A princípio, um impacto possível é a ocorrência de um crescimento populacional a partir da chegada de trabalhadores que deverão se instalar nas estruturas físicas e sociais das cidades envolvidas.

Esse aumento populacional que poderá ocorrer pressionará os serviços de saúde, educação e habitação, assim como poderão ocorrer situações de conflito com os moradores da região. No entanto, quando terminada a obra, a área demográfica deverá ser semelhante ao que observamos hoje, salvo se alguns trabalhadores optarem em permanecer na região. Dessa forma, é importante ressaltar que não se devem estruturar moradias para a realização dos trabalhos, pois isso pode aumentar os riscos de favelização, principalmente, no entorno do empreendimento.

Não obstante, todo esse processo consiste em mudanças na região quanto à oferta de empregos, que geralmente não corresponde às expectativas aguardadas pela população local, mas é importante destacar que esta oferta de trabalho tem caráter transitório e a seletividade, que, por falta de capacitação, pode excluir parte da mão-de-obra local.

No entanto, é mister dizer que, deve-se dar prioridade à mão-de-obra local na construção civil, evitando assim grande migração e possível permanência de trabalhadores no entorno do empreendimento.

Um fator positivo que deve ser levado em conta é a melhoria nas vias de acesso ao empreendimento junto a certo interesse do poder público local, que podem levar ao surgimento de atividades turísticas. Dessa forma, aumentando não só as áreas de lazer destinadas à população local, como também o aumento do número de empregos através do estímulo ao ecoturismo na região.

Para garantir que não haja degradação ambiental no reservatório e no seu entorno, deve-se garantir um acesso ordenado e um programa de comunicação social,

portanto, diante desse fator, há necessidade de desenvolvimento de projetos de uso e ocupação das áreas a serem exploradas, assim como projetos arquitetônicos e urbanísticos complementares.

Quanto às infra-estruturas urbanas dos municípios envolvidos, é necessário haver uma otimização durante o período da obra em relação à rede de água, energia e sistema viário. Também é necessário maior investimento em serviços e infra-estrutura de saúde e educação, a fim de que se melhore a qualidade de vida da população local, principalmente, da população rural, que apesar de ser em maior número, ainda não tem a devida atenção do poder público local.

Em relação às condições de saúde da população, devemos enfatizar que no período de realização das obras poderão ser registradas ocorrências de doenças sexualmente transmissíveis, ocasionadas pelo aumento de migrantes na região, portanto é importante a previsão desta situação nos prováveis impactos.

Assim, é válido lembrar que este empreendimento depende legalmente de uma discussão a respeito de sua viabilidade social, econômica e ambiental, assim como sua contribuição para geração de conhecimento e conscientização para as questões que este tipo de obra suscita, tais como: a melhoria na infra-estrutura de saúde; programas de educação sexual e ambiental; estímulo ao turismo; aumento do número de empregos; dentre outros. Estes programas dependem da atuação da administração municipal.

As finanças municipais deverão ter a compensação financeira via ICMS e utilização de recursos hídricos proporcionais à área inundada e ao consumo e produção de energia.

Durante o período da obra, deverá ocorrer um incremento na atividade comercial e de serviços que poderá trazer uma melhoria nas condições atuais destes serviços para a população local.

Em suma, todo e qualquer empreendimento deverá antes de sua execução, garantir todos os direitos sociais e ambientais vigentes sem prejuízo de monta, com previsão das possíveis alterações.

12.9 Características sociais da Área de Influência Direta

A área a ser inundada pelo empreendimento denominado PCH Cavernoso II

encontra-se ocupada por seis propriedades, sendo cinco localizadas no município de Virmond e uma no município de Candói. Contudo, outras três propriedades poderão sofrer algum tipo de transtorno com a obra (vinculados, por exemplo, a movimentação de máquinas e equipamentos, ruídos e vibrações, alterações nos padrões de vida), sendo assim incluídas neste diagnóstico.

12.9.1 Propriedades Diretamente Atingidas

1. Família Leocádia Ossowski

A família que sofrerá o maior impacto pela obra de engenharia de implementação da PCH Cavernoso II é a da senhora Leocádia Ossowski. Esta família reside na área em que foi projetado o Canal de Adução, e também sofrerá as alterações oriundas da configuração do reservatório a ser formado.

A família da senhora Leocádia chegou ao local no ano de 1969, lá formando a sua base econômica e social.

Atualmente, na área de 15 alqueires, situados no município de Virmond, existem duas residências. Em uma delas mora a senhora Leocádia (59 anos) com sua mãe (em idade avançada), ambas viúvas. Na outra residência mora a filha (39 anos) da senhora Leocádia com o marido, Sr. Mário Cocuginski (41 anos), que é filho do Sr. Ludovico Cocuginski, e quatro filhos (11, 09, 07 e 05 anos).

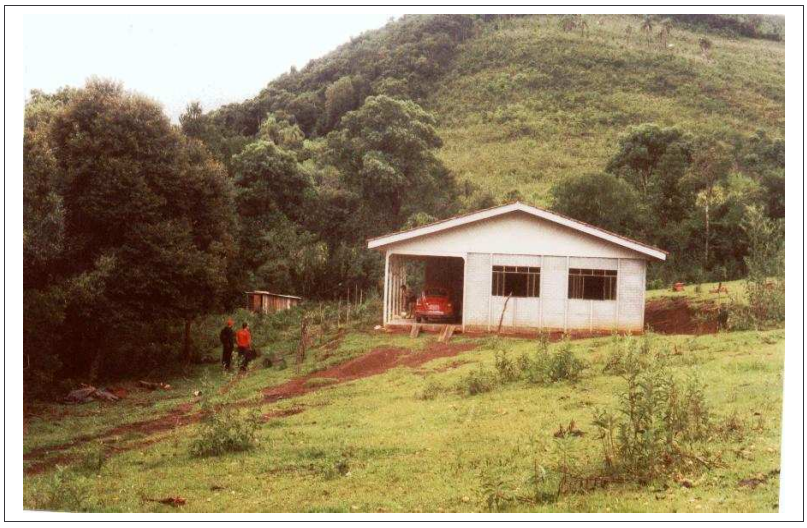


Figura 24 – residência do Sr. Mário Cocuginski

A economia desta família é unicamente agrícola, baseada na cultura de milho e feijão. Existem ainda na propriedade 23 cabeças de gado, para corte e leite. Esta família, assim como todas as outras que vivem nas proximidades do futuro empreendimento, estão inseridas numa rotina tipicamente rural, retirando o sustento da terra. Os membros desta família caracterizam-se pelo baixo grau de instrução e escolaridade, o que resulta em uma dificuldade dos mesmos em adaptar-se a outro setor da economia. A relocação desta família deverá ocorrer no início das obras da futura PCH.

2. Família José Ossowski Sobrinho

Residindo no município de Candói, esta família possui uma área superior a 20 alqueires. A economia da família Ossowski está vinculada à agricultura, mais precisamente no cultivo de soja, milho e feijão, e a criação de algumas cabeças de gado. A família é composta pelo senhor José, sua esposa e dois filhos.

Com a construção do reservatório parte das terras que atualmente são utilizadas para agricultura será atingida. Projeta-se que a família Ossowski, não precisará ser removida, mas devidamente indenizada pela perda de área produtiva.



Figura 25 – Parte das terras do Sr. José Ossowski Sobrinho que serão inundadas ou impactas pela implementação da Área de Preservação Permanente.

3. Família Ludovico Cocuginski

Outra família que será atingida com a formação do reservatório é a do senhor Ludovico. Esta família reside no local à cerca de quarenta e cinco anos, sendo que sua propriedade, localizada no município de Virmond, possui uma área aproximada de três alqueires. Residem nesta propriedade três pessoas, o senhor Ludovico (73 anos), sua esposa (70 anos) e filha (28 anos).

A renda desta família baseia-se na exploração da terra, sendo complementada com a aposentadoria do senhor Ludovico e o salário de agente de saúde municipal de sua filha. O cultivo agrícola tem como base o feijão e milho, além de algumas cabeças de suínos. A propriedade conta ainda, com um pequeno açude para criação de peixes.



Figura 26 – Residência do Sr. Ludovico Cocuginski

4. Propriedade Sr. Henrique

A propriedade do Sr. Henrique, localizada no município de Virmond será atingida por uma pequena parte do futuro reservatório e pela APP – Área de Preservação Permanente a ser implantada (100 metros). Nesta propriedade não reside ninguém, o Sr. Henrique mora na área urbana do município. A maior parte das terras são utilizadas para pastagem.



Figura 27 – Em segundo plano, parte da propriedade do Sr. Henrique que será atingida pela formação do reservatório e constituição da área de preservação permanente.

5. Família José Pilarski

A família Pilarski tem esta propriedade há aproximadamente vinte e três anos. Residiam na propriedade cinco pessoas: o senhor José, sua esposa – Amélia Pilarski, e filhos em idade escolar. Esta família mudou-se para a área urbana do município de Virmond. Mesmo assim, parte do sustento desta família é oriundo do cultivo da terra.

Em alguns períodos a família, além da sua propriedade, arrenda cerca de nove alqueires da senhora Leocádia Ossowski para cultivar milho.

6. Família Paulo Svarcz

A propriedade do senhor Paulo tem aproximadamente 07 alqueires. A família do senhor Paulo (58 anos) é composta pela esposa (56 anos) e os dois filhos, um com 25 anos e outro com 14 anos. Residem no local à cerca de 35 anos. A renda desta família é toda baseada na exploração da terra, da qual retiram por safra aproximadamente 800 sacas de milho, cinqüenta sacas de feijão e 20 sacas de arroz. Propriedade a ser impactada pela casa de força e túnel de adução do futuro empreendimento.

12.9.2 Propriedades Atingidas Indiretamente

Estas famílias não estão localizadas em áreas sujeitas a inundação, mas poderão sofrer algum tipo de impacto e/ou transtorno com a implementação da futura PCH.

1. Família Edvirges Viants

Esta família é composta pela senhora Edvirges (85 anos), seu sobrinho (46 anos) e os dois filhos de seu sobrinho, um com doze e outro com dezessete anos. A propriedade tem área de vinte e dois alqueires, sendo ocupada para pastagem de bovinos e caprinos. Ressalta que grande parte desta propriedade se encontra arrendada. Destaca-se ainda que, esta propriedade possui um remanescente de mata nativa.

2. Família Adolfo Walitski Ossowski

A família Adolfo Ossowski reside no local há vinte e cinco anos. Na propriedade mora o senhor Adolfo (64 anos), sua esposa (55 anos) e seu filho (35 anos). A propriedade possui área de dez alqueires, num terreno acidentado, utilizado para cultivo de milho, feijão e arroz.

3. Propriedade de Rodrigo Rocha Loures

A propriedade de Rodrigo Rocha Loures é a única das citadas que não possui finalidade agrícola. Trata-se de uma Estância Hidromineral, com fins de exploração turística, contudo, ainda incipiente. Atualmente a estância é composta por seis casas, sendo que uma está em construção. Na área residem três pessoas agregadas do proprietário.

Merece menção também que, numa distância aproximada de cinco quilômetros a nordeste do local proposto para o empreendimento existe uma pequena “comunidade” que poderá vir a sofrer algum tipo de impacto com a obra.

12.10 Considerações Finais

Pode-se notar com a avaliação em campo que parte das famílias citadas neste diagnóstico, possui certo grau de parentesco e/ou outro tipo de vínculo familiar. Isto, atrelado ao tempo de residência no local, deve ser bem tratado e acompanhado num processo de desapropriação e re-locação das famílias por profissional capacitado e qualificado para monitorar tal situação. Também foi possível constatar que estas famílias estão enraizadas no local, que vai sendo passado de geração para geração.

As relações sociais de produção destas famílias e da região se organizam em torno da força de trabalho familiar, onde a produção não foi deslocada por empreendimentos baseados no trabalho assalariado, e sim, na própria mão-de-obra da família.

Assim, é preciso que seja dada grande atenção ao processo de acompanhamento das famílias, dando todas as garantias sociais a elas, no que tange a provável re-locação e/ou indenização. Sugere-se que as famílias, quando remanejadas, sejam deslocadas para áreas de igual teor.

Salienta-se que todas as pessoas contactadas no desenvolvimento dos estudos estão cientes da intenção da COPEL em executar o empreendimento e indenizá-las pelas perdas que vierem a ser identificadas.

13. ARQUEOLOGIA

A Arqueologia, sendo a ciência que estuda o homem a partir da cultura material, em um dado tempo e um dado espaço, tem uma importância ímpar na pesquisa dos antigos grupos humanos que habitaram nosso país. Pois, foi somente após a chegada dos conquistadores europeus que se tornou possível o uso das fontes escritas para nos auxiliar na pesquisa. Em se tratando da pré-história paranaense, cujas datações são variadas e remontam há mais de 8.000 anos, a ciência da Arqueologia poderá sempre revelar novos dados e importantes informações sobre qualquer local que contenha restos arqueológicos.

As populações pré-históricas que aqui viveram necessitavam, para sua subsistência, de áreas com água e alimentos abundantes. Assim, margens de rios, lagoas e praias são alguns locais que podem conter vestígios de ocupação pretérita. O Rio Iguaçu, a exemplo, teve seu potencial arqueológico reconhecido desde 1892, quando Juan B. Ambrosetti, um antropólogo argentino, realizou uma coleta de material descobrindo, até mesmo, urnas funerárias da tradição Tupiguarani, durante sua visita a Colônia Militar de Foz do Iguaçu.

13.1 Metodologia

Para que possamos caracterizar o patrimônio cultural de uma determinada região, devem ser levados em conta todos os elementos relacionados à ocupação humana que ali vive, ou seja, sua história e as suas raízes. Na recuperação desses dados, quaisquer traços culturais, fatos históricos (tanto em documentos escritos quanto orais) e vestígios arqueológicos, são importantes.

Uma vez reunidas as informações disponíveis, torna-se possível delimitar aspectos mais relevantes para a análise dos impactos ocasionados por um empreendimento e, assim, direcionar alguma medida mitigadora.

Na etapa atual, são relacionados nesse diagnóstico os dados secundários provenientes dos trabalhos relacionados às áreas próximas, para que se possa caracterizar a região impactada sobre a sua potencialidade arqueológica. Além disso, apresentaremos também algumas informações sobre sítios localizados através de entrevista oral com os moradores da área próxima ao empreendimento.

A partir de todos esses dados, e com o auxílio do projeto de engenharia, tem-se uma base para a formulação de um prognóstico sobre os impactos que a obra causaria nos sítios arqueológicos. Dessa maneira, todos os cuidados para a preservação do Patrimônio Cultural podem ser garantidos.

13.2 Levantamento da Arqueologia Regional

A área que a Companhia Paranaense de Energia pretende utilizar para a construção da barragem da UHE CAVERNOSO II afeta aproximadamente 0,43 quilômetros quadrados, área a esta que devem ser adicionadas também outras duas partes principais: o terreno destinado a casa de força e uma linha onde será construído o canal adutor. Há também trechos que sofrerão impactos indiretos no terreno, tais como as estradas de acesso aos locais supracitados.

Nessa área específica não foram localizadas informações provenientes de fontes secundárias escritas. Entretanto no que se refere às áreas próximas, notadamente relacionadas à jusante do rio Cavernoso, ao rio Iguaçu e ao rio Jordão, há diversos dados disponíveis.

Entre 1965 e 1970, o Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas dedicou dois anos ao vale do Iguaçu, sendo uma área próxima à foz do rio Chopim prospectada. Em 1979, devido a construção da UHE Salto Santiago e também pela edificação da UHE Foz do Areia, projetos de Salvamento Arqueológico foram coordenados pelo Prof. Igor Chmyz, do Centro de Estudos e Pesquisas Arqueológicas – CEPA, da Universidade Federal do Paraná. No primeiro empreendimento foram localizados 41 sítios arqueológicos e no segundo, 35 sítios.

Em janeiro de 1991, o CEPA foi igualmente responsável pelo salvamento de sítios históricos e pré-históricos na área da UHE Salto Segredo. Nessa área, em ambas as margens do rio Iguaçu, foram localizados 87 sítios arqueológicos.

A partir desses trabalhos levantaram-se diversos dados relacionados às culturas pré-históricas que se instalaram na região e que foram definidas a partir dos vestígios que lhes são particularizantes. Tais culturas se desenvolveram ocupando determinados ambientes aos quais se adaptaram e utilizaram os recursos disponíveis.

13.3 Os sítios arqueológicos e as tradições

Definimos sítio arqueológico como o local que foi ocupado ou utilizado pelos povos pretéritos, de modo temporário ou permanente. Nesses espaços eram desempenhadas todas as tarefas da vida em sociedade e, quando deixavam de ser úteis, os vestígios presentes acabavam sendo tomados pela flora, por sedimentos carreados ou por outros fatores de ordem geológica e topográficos que os mantinham próximos à superfície ou os deixavam em grande profundidade. Muitas vezes, a ação antrópica e o intemperismo acabam por expor esses vestígios, daí a possibilidade de encontrá-los.

Os sítios arqueológicos podem ser classificados de acordo com sua tecnologia. Entretanto esse método não pode ser utilizado como diferencial temporal, pois grupos com tecnologias diferentes, isto é pré-cerâmico e cerâmico, poderiam estar convivendo em uma mesma área.

As análises dos materiais dos sítios arqueológicos revelam características que unem os artefatos a um grupo específico, e assim, podemos relacioná-los ao que chamamos de “Fase”, que por sua vez pode estar inserida em uma “Tradição Arqueológica”.

Os trabalhos realizados pelo Prof. Igor Chmyz na UHE Salto Santiago, numa área próxima ao rio Cavernoso, resultaram no salvamento de 12.312 peças arqueológicas. Ao serem analisadas permitiram o reconhecimento de cinco fases, sendo duas pré-cerâmicas – Bituruna e Iguaçu – e três cerâmicas – Candói, Xagu e Açungui.

As tradições Bituruna e Iguaçu são de grupos de caçadores-especializados que se caracterizam pela existência de refinadas pontas-de-projétil com pedúnculo e foliáceas, e também por outros tipos de artefatos, tais como raspadores, plainas e facas. As fases Candói, Xagu e Açungui pertencem à tradição Itararé, que reúne grupos de caçadores-coletores, talvez com agricultura incipiente, em ambientes de florestas. Em seus locais de ocupação mantinham uma cerâmica de pequeno tamanho, com paredes delgadas e superfície lisa. Sua decoração simples modifica-se um pouco em cada fase. Na Candói, há uma série de carimbados, isto é, contém sobre sua superfície externa a impressão de formas com desenhos. Na fase Xagu, há uma grande quantidade de utensílios com incisões que, em seu processo de confecção,

eram executadas por algum instrumento de ponta aguçada sobre a argila ainda úmida.

Na área do reservatório da UHE Salto Santiago, em uma região próxima da jusante do rio Cavernoso, o Prof. Igor Chymz e sua equipe localizaram sete sítios arqueológicos. Todos pertencem a Tradição Itararé, sendo quatro sítios da fase Candói (PR BV 13: Rio Cavernoso 1, PR BV 20: Santa Cruz, PR BV 23: Rio Cavernoso 2 e PR BV 24: Rio Cavernoso 3), dois da fase Açungui (PR BV 19: Rio Feio e PR BV 22: Córrego Barra Mansa 2) e um da fase Xagu (PR BV 21: Córrego Barra Grande 1).

Os sítios da fase Candói podem ser assim sintetizados:

i. PR BV 13: Rio Cavernoso 1 – sobre o topo de uma elevação há 200 metros do rio Cavernoso, e 39 metros acima do nível do Iguaçu. Os vestígios estavam espalhados por uma área de aproximadamente 3.925 metros quadrados.
ii. PR BV 20: Santa Cruz - localizado em uma elevação, situado há 1.150 m do rio Cavernoso em uma área de aproximadamente 1.413 metros quadrados.
iii. PR BV 23: Rio Cavernoso 2 - há 150 metros do Cavernoso, ocupava o flanco de uma suave elevação. Os restos arqueológicos ocorriam em uma área de aproximadamente 1.177 metros quadrados com o eixo maior orientado no sentido paralelo ao rio Cavernoso.
iv. PR BV 24: Rio Cavernoso 3 – localizado há 50 metros do rio Cavernoso, três metros acima do nível da água. Os vestígios arqueológicos ocorriam esparsamente em uma área de aproximadamente 471 metros quadrados.

Já sobre os dois sítios da fase Açungui, temos os seguintes dados:

i. PR BV 19: Rio Feio – localizado há 5 metros do rio Feio, esse sítio ocupava uma área plana do terreno com concentrações distintas de material, sendo a maior aproximadamente 1.413 metros quadrados.
ii. PR BV 22: Córrego Barra Mansa 2 – situado há 1.750 metros da margem direita do rio Cavernoso, localizava-se no flanco de uma elevação. O material arqueológico ocupava uma área de aproximadamente 4000 metros quadrados, sendo o eixo maior em sentido oblíquo ao córrego.

O último sítio, pertencente à fase Xagu, nos dá as seguintes informações:

i. PR BV 21: Córrego Barra Grande 1 – situado há 1.400 metros do rio Cavernoso, esse sítio ocupava uma pequena elevação. Os vestígios espalhavam-se por uma área de aproximadamente 2.512 metros quadrados.

Com base nesses dados disponíveis sobre a área próxima a jusante do rio Cavernoso, torna-se possível buscarmos as características destacadas pelo Prof. Igor Chmyz, relacionadas à tradição Itararé e também a localização dos sítios, na área do empreendimento proposto.

13.4 Levantamento inicial na área do empreendimento

Durante uma vistoria realizada na área do futuro empreendimento PCH Cavernoso II, pode-se verificar, através de relatos dos moradores e de uma visualização da área, a existência de sítios arqueológicos. Ao conversar com o Sr. Paulo Svarcz, cuja propriedade será impactada pela construção da Casa de Força e parte do canal de adução, perguntou-se se ele havia encontrado vestígios arqueológicos em sua propriedade. Sua resposta foi positiva ao afirmar que há muitos anos atrás, em um terreno aos fundos de sua residência, encontrou fragmentos cerâmicos “muito quebradiços”. Ao verificar o local indicado, observou-se que atualmente encontra-se recoberto por um gramado. O referido morador relatou também ter achado um machado polido na área. A peça foi guardada por ele, pensando que se trava de uma “pedra de raio”. Na ocasião perguntou-se sobre sua atual localização, mas ele não conseguiu encontrá-la.

Em uma propriedade próxima, pertencente ao Sr. Ludovido Cocuginski que reside há mais de 40 anos no local, pode-se levantar diversos dados. O Sr. Ludovico informou que ao arar uma parte de sua propriedade, encontrou um vasilhame cerâmico que se quebrou imediatamente. Em uma outra ocasião também encontrou uma “pedra de raio”, na realidade um machado polido, que guardou em sua residência. Entretanto, crianças que brincavam próximas, acabaram por perder a referida peça há algum tempo. No dia seguinte ao da primeira visita, solicitou-se ao Sr. Ludovico que conduzisse a equipe à área onde o vasilhame cerâmico foi encontrado. O terreno indicado por ele já não é utilizado para a agricultura há mais ou menos três anos. Assim, a vegetação cresceu e tomou a área, dificultando a observação do solo. Registrou-se o local com o GPS, obtendo as seguintes coordenadas: 22J 0378596; UTM 7181064 (Figura 28).



Figura 28: Vista parcial do local de possível ocorrência de sítio arqueológico.

Há uns 10 metros desse local, em meio a uma mata fechada, o Sr. Ludovico mostrou uma abertura no solo. Com 1,50 m de diâmetro, essa abertura possui em seu interior dois túneis que conduzem a direções opostas. O que está à direita, na foto, ainda permanece aberto, enquanto que o outro, à esquerda, está parcialmente desabado.



Figura 29: Abertura no solo de provável passagem de uma casa subterrânea

Tais aberturas foram encontradas desse modo, segundo o Sr. Ludovido, desde que ele adquiriu a propriedade. Segundo ele, há mais dois locais onde esses buracos

também estão visíveis, entretanto a equipe na conseguiu localizá-los. Trata-se talvez de um possível vestígio de uma casa subterrânea. Habitações desse tipo foram documentadas pelo Prof. Igor Chmyz, em dois sítios pertencentes a fase Candói, por ocasião do salvamento da UHE Salto Santiago.

Em outra propriedade a equipe entrevistou a Sra. Leocádia Ossowski. Bastante receptiva, ela contou diversas passagens em que havia encontrado materiais arqueológicos em sua propriedade. Tais achados resultaram dos trabalhos agrícolas empreendidos no terreno, que fizeram com que fragmentos de cerâmica aflorassem. Ela conduziu a equipe a um local, em meio a uma plantação de milho, onde encontramos vestígios cerâmicos da tradição Itararé. Registramos o local com o GPS: 22J 0377392; UTM 7180217 (figura 30)



Figura 30: Fragmento de cerâmica lisa com escala.

Na margem esquerda do rio Cavernoso, a equipe esteve na propriedade do Sr. José Ossowski Sobrinho e o entrevistou. Ao perguntar sobre vestígios arqueológicos, ele indicou três locais diferentes. Junto ao rio, em uma área plana utilizada no plantio de soja, encontrou-se diversos fragmentos cerâmicos pertencentes à tradição Itararé, na superfície.



Figura 31: Fragmento de cerâmica da tradição Itararé.

Essa ocorrência do material acompanha uma faixa paralela ao rio com aproximadamente 150 metros de extensão. Registrou-se essa área com o GPS: 22J 0379180; UTM 7180924. No anexo M pode-se verificar a localização dos pontos onde foram identificados vestígios arqueológicos



Figura 32: Área da plantação com presença de materiais arqueológicos.

O segundo local indicado pelo Sr. José situa-se no alto de uma encosta, em

uma plantação de milho, próximo a uma área de mata nativa preservada. Como o local estava limpo, com o milho recém plantado, pode-se observar a ocorrência de vestígios cerâmicos e líticos à superfície. Há um ponto central de maior ocorrência de materiais arqueológicos, tanto cerâmico quanto lítico, em uma faixa de 80 por 80 metros aproximadamente.

O terceiro local indicado pelo Sr. José foi parte de um terreno, onde ele encontrou uma lâmina de machado polida. Outras áreas contendo vestígios arqueológicos também foram indicadas por outros moradores da região. A Sra. Edvirges Viants, a exemplo, contou que nos sessenta anos que reside em sua propriedade encontrou muitos fragmentos cerâmicos e, inclusive, mostrou uma lâmina de machado que mantém em sua residência. O Mesmo ocorreu com o Sr. Adolfo Walitski Ossowski, que encontrou duas peças líticas polidas em um morro, próximo a sua propriedade. Ambos os artefatos, estão guardados com ele em sua residência.

Deve-se salientar que, por ocasião da visita na área do empreendimento pela equipe da Ferma Engenharia Ltda., nenhum vestígio arqueológico foi coletado, inclusive aqueles que se encontravam em poder dos moradores locais. A equioe ocupou-se somente do registro fotográfico dos mesmos, sem qualquer intervenção nos sítios arqueológicos. Os moradores também foram orientados para que não realizassem nenhuma escavação ou coleta do material arqueológico que, eventualmente, fosse encontrado na área de sua propriedade.

Com esses dados, pode-se observar, claramente, que a região destinada à construção da PCH Cavernoso II, contém diversos vestígios da passagem e permanência de grupos humanos pretéritos, o que suscita um aprofundamento de conhecimento do local. Deste modo, espera-se que seja feito um levantamento sistemático da área, por meio de um projeto de prospecção, para que as estratégias de salvamento possam ser estabelecidas.

14. CONCLUSÕES

Os estudos ambientais desenvolvidos nas duas etapas do levantamento nos permitem concluir pela viabilidade ambiental do empreendimento, visto que a vegetação existente no local encontra-se bastante descaracterizada, sem condições de suporte a uma diversidade e densidade significativa de fauna. Ainda, a existência do outro barramento a 500 metros do local pretendido para a obra reduz os impactos a serem causados pelo empreendimento, especialmente na ictiofauna.

Dentre as alternativas de aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Cavernoso estudadas, a PCH Cavernoso II é a que apresenta a maior viabilidade econômica e socioambiental, levando a empresa a optar por esta alternativa.

A formação do reservatório afetará, diretamente, menos que 10 famílias, visto que possuirá área bastante reduzida (43 hectares, sendo 26,2 de novas áreas, sendo que o restante corresponde à calha do rio). Assim, a área de preservação a ser criada no entorno do reservatório (100 metros) será de 56 hectares, ou seja, maior que qualquer fragmento florestal existente na Área de Influência Direta, representando um acréscimo significativo na cobertura vegetal ao nível local.

As alterações terão início efetivo a partir da decisão de licenciar o empreendimento, o que implicará na disseminação do conhecimento das características do projeto por meio de discussões apresentações ao público leigo e demais interessados, se assim solicitado pelos mesmos.

A ascensão do nível d'água no reservatório se dará após cerca de 24 meses, prazo estimado para a construção do empreendimento, esperando-se que o enchimento possa ocorrer em poucos dias, a depender das condições hidrológicas na ocasião.

Assim, o estudo mostrou que será possível acomodar o empreendimento ao ambiente, introduzindo-se em seu planejamento as medidas e programas indicados no Volume II deste Estudo de Impacto Ambiental.

Por isso, recomenda-se que a LP (Licença Prévia) seja concedida para caracterizar formalmente a viabilidade ambiental do empreendimento. Assim, o projeto técnico poderá ter sua continuidade e, juntamente com o Projeto Básico Ambiental - PBA, o empreendimento poderá ter programada sua construção.

Destaca-se que a LI (Licença de Instalação) somente será concedida após a aprovação, pelo IAP, do PBA, no qual estarão detalhadas as formas de execução das

medidas e recomendações adicionais a serem estabelecidas ou eventualmente julgadas necessárias pelas equipes técnicas do IAP, durante o processo de concessão da LP.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, F. J. P. & WATANABE, T. 1998. **Ocorrência de *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae), hospedeiro intermediário da *Fasciola hepatica*, para o Estado da Paraíba, Brasil**. São Paulo. *Rev. Saúde Pública*, 32(2).

AGOSTINHO, A. A. 1992. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: Agostinho A.A. & Benedito-Cecilio, E. (Eds.) **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá, EDUEM, p.106-121.

AGOSTINHO, A. A. Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros. In: SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (1994 : Alpinópolis). **Reuniões temáticas preparatórias**. Rio de Janeiro : ELETROBRÁS, 1995. p. 8-19. (Caderno 4 – estudos e levantamentos).

AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. 1997. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM. 387p.

AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S.; GOMES, L.C. & BINI, L.M. 1997. Estrutura trófica. In*:* VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, p.229-248.

ALHO, C. J. R. **Ecological Space and Distribution of Small Mammals in different habitats.** Rev. Bras. Biol., v. 38, n. 3, p. 693-705, 1978.

ALLAN, J. D. **Life history patterns in zooplankton.** Am. Nat., v. 110, n. 971, p. 165-180, 1976.

ALVES, S. & BUCKUP, P.A. 1997. Os cascudos da família Loricariidae (Siluriformes) na coleção ictiológica do Museu Nacional. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.107

AMBROSETTI, J. B. Os índios Kaingángues de San Pedro (Misiones). **Rev. del Jardin Zoologico de Buenos Ayres**, Buenos Ayres, 1894.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 17. ed. Washington, 1989. n.p.

ANDERSEN, M.; THORNHILL, A.; KOOPOWITZ, H. Tropical Forest disruption and statistic biodiversity losses. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGARD JR., R. O. (Ed). **Tropical Forest Remnants**; ecology, management, and conservation of fragmented communities. [S.l : s.n.] 1997. 632 p.

ANDRADE LIMA, D. **Atlas Nacional do Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro Geografia e Estatística, 1966.

ANJOS, L. dos. Abundância de aves em manchas de floresta de Araucária na região dos Campos Gerais, Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, (3. : 1993). **Resumo**, 15 [S.l. : s.n.], 1993.

BALHANA, ª P.; MACHADO, B. P.; WESTHPALEN, C. M. **História do Paraná**. Curitiba : GRAFIPAR, 1969. v. 1.

BARBIERI, G. 1989. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), na represa do Monjolinho, São Carlos/SP. **Revta. bras. Biol.**, v.6, n.2, p.225-233.

BARLETTA, M. & CORRÊA, M.F.M. 1992. **Peixes da costa do Brasil**. Curitiba:Ed. da UFPR. 82p.

BAZZOLI, N.; SATO, Y.; SANTOS, J.E. dos; CRUZ, A.M.G.; CANGUSSU, L.C.V.; PIMENTA, R.S. & RIBEIRO, V.M.A. 1997. Biologia reprodutiva de peixes forrageiros da represa de Três Marias, MG. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.344

BERNARDE, P. S. et all. Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação em Londrina, Paraná, Brasil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE HERPETOLOGIA (3. : 1997: Corrientes). **Resumenes**. Corrientes, 1997.

BERNARDE, P. S. & MACHADO, R. A. 2001. **Riqueza de espécies, ambientes de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura)**. *Cuad. Herpetol.*, 14(2): 93-104.

BERNDT, R. **influência da estrutura da vegetação sobre a avifauna em uma floresta alterada de *araucária angustifólia* e em reflorestamento, em telêmaco borba, paraná**. Piracicaba, 1992. Dissertação (Mestrado). Departamento de Zoologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

BIGG-WITTHER, T. P. **Novo caminho no Brasil meridional**: a Província do Paraná – três anos em suas florestas e campos – 1872/1875. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 1974. (Coleção Documentos Brasileiros, v. 162).

BITTENCOURT, A. V. L. **Sólidos hidrotransportados na Bacia do Rio Ivaí: aplicação de balanços hidroquímicos na compreensão da evolução de processos da dinâmica externa**. São Paulo, 1978. Tese (Doutourado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

BLASI, O. **Arte Paranaense: primeiros tempos – tradição e contradição**. Curitiba : Museu de Arte Contemporânea do Paraná, 1983. p. 29-35. Ilust.

BORBA, T. M. **Atualidade Indígena**. Curitiba : Tipografia Comércio, 1908. 174 p. Ilust.

BORGES, C. R. S. **Composição Mastofaunística do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil**. Curitiba, 1989. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal do Paraná.

BOUTIN, L. Colônias indígenas na Província do Paraná. **Bol. Inst. Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense**, Curitiba, v. 36, p. 47-112, 1979.

BRASIL. **Nova Constituição do Brasil**. 5 de outubro de 1988. [S.l] : Auriverde, 1988.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estúdio de las comunidades vegetais. [S.l] : Blume, 1979. 820p.

BRITSKI, H. A. 1970. Peixes de água doce do Estado de São Paulo; sistemática. *In*: **Poluição e Piscicultura.** São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. p.79-108.

BRITSKI, H.A.; SATO, Y. & ROSA, A.B.S. 1984. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias.** Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF. 143p.

BULLOCK, T.H.; SOUZA, N.F.; GRAF, W.; HELLIGENBARG,W.; LANGNER, G.; MEYER,D.L.; SOUZA, F.P.; SCHEICH,H. & VIANCOUR, T.A. 1979. Aspectos do uso da descarga do órgão elétrico e eletrorrecepção nos Gymnotoidei e outros peixes amazônicos. **Acta. Amaz.**, v. 9, n.3, p.549-572.

CABRERA, A. & WILLINK, A. 1973. **Biogeografia da América Latina**, Ser. de Biol., Monog., 13a. ed. Washington. 120 p.

CABRERA, A. 1957. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. **Rev.Mus.Arg.Cienc.Nat.Bernardino Rivadavia, Zool. 6**:161-247.

CABRERA, A. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. **Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia", Cienc. Zool**., v. 6, p. 161-247, 1957.

CALIJURI, M. C.; OLIVEIRA, H. T. Manejo da qualidade da água. In: CASTELLANO, E. G. (Ed.). **Desenvolvimento sustentado**: problemas e estratégias. [S.l]: Independente, 1997. p. 30-54.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J. F. & MORENO, P. 2004. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. In: Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Belo Horizonte : UFMG, v. 1, p. 1-12.

CARNEIRO, N. **Iconografia Paranaense**. Curitiba: Impressora Paranaense, 1950.

CARNEIRO, S.C. & GOITEN, R. 1997. Estudo sobre hábitos alimentares da tuvira *Gymnotus aff carapo* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Gymnotidae) na represa de Americana, Estado de São Paulo. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.23

CARRANO NETO, Eduardo & SCHERER, P. *et al*. **Novos Registros de Falconiformes pouco Comuns para os Estados do Paraná e Santa Catarina.** Curitiba: IX Congresso Brasileiro de Ornitologia, p. 169-170, julho, 2001.

CARVER, R. E. **Procedures in sedimentary petrology**. New youk : J. Wiley, 1970. 650p.

CASTELNUOVO, Timóteo L. Princípio e progresso do aldeamento indígena de São Pedro de Alcântara. **Bol. Instit. Hist. Geogr. E Etnog. Paranaense**, Curitiba, v. 37, 1980. (Coleção de Documentos de Frei Emílio de Cavaso OFM – Capítulo sobre a atividade dos capuchinhos no Paraná – Brasil).

CECÍLIO, E. B.; AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JR., H.F. & PAVANELLI, C.S. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. **Revta. bras. Zool.**, **v.14**, n..1, p:1-14.

CHAGAS, A. L. das G. A. Pesca em águas interiores. In: SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (1993 : Alpinópolis). **Reuniões temáticas preparatórias**. Rio de Janeiro : ELETROBRÁS, 1994. p. 14-23. (Caderno 3 – conservação).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo : Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

CHYMZ, I. Arqueologia e história da vila espanhola de Ciudad Real do Guairá. **Cadernos de Arqueologia**, Paranaguá, 1976.

CIGOLINI, Adilar et al. **Paraná Quadro Natural**, Transformações Territoriais e Economia. Curitiba :Editora Renascer,1998.

CLEMENTS, F.E. 1949. **Dynamics of Vegetation**. New York, The H. W. Wilson Co.

CONSILU. 2006. **Relatório anual de auto monitoramento dos programas ambientais do Complexo Energético Fundão Santa Clara – CEFSC referente ao ano de 2005**. Curitiba. Relatório técnico.

COPEL. 1999. **Estudo de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica Santa Clara, Rio Jordão, Bacia do Rio Iguaçu Estado do Paraná**. Curitiba. Relatório técnico.

CORRÊA, M.F.M.; PINHEIRO, P.C. & LEMOS, P. de B. 1995. **Levantamento da ictiofauna do rio Palmital e rio e canal Cubatão (Baía de São Francisco / Santa Catarina / BR)**. Relatório Final, Hidrotec/Petrobrás. 62p.

CORTESÃO, J. Jesuítas e Bandeirantes no Guairá. **Bol. Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 1951. (Manuscrito da Coleção de Angelis, 1).

COSTA, L.D.S. da & MAZZONI, R. Estudo comparativo da alimentação de duas populações de *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae, Perciformes) submetidas à situações ambientais distintas. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo: USP/FAPESP. p.18

CRESPO, J.A. 1982. Ecologia de la comunidad de mamiferos del Parque Nacional Iguazu, Misiones. **Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia" 3**(2):41-162.

CUNHA, S. B. e GUERRA, A. T. **Avaliação e Perícia Ambiental.** Bertrand do Brasil: Rio de Janeiro, RJ - 2000.

CURTIS, J.T.; McINTOSH, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31:434-455.

DAUBENMIRE, R. 1968. Ecology of fire in grasslands. **Advances in Ecological Research**, London, v.5, p.209-266.

DREW, David. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1994.

DUARTE, J.M.B. 1996. **Guia de identificação de cervídeos brasileiros**. Jaboticabal: FUNEP. 14p.

EISENBERG, J. F. & THORINGTON, JR., R.W. 1973. A preliminary analysis of a Neotropical Fauna. **Biotropica**, 5 (3): 150 - 161.

ELETROSUL, 1978. **O impacto ambiental da ação do homem sobre a natureza - rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** Reconhecimento da ictiofauna, modificações ambientais e usos múltiplos dos reservatórios. Florianópolis, 33p.

EMMONS, L.H. 1990. **Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide**. Chicago: The University of Chicago Press., 281p.

FATTORI, A.C.; BERNARDO, F.O. & FOGAÇA, S.V. 1997. Estudo da ictiofauna de duas lagoas no Jardim Sandra, Município de Sorocada - SP. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.142

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. 1990. **Estudo Fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comum, 1990.

FERNANDES, A. 1994. **Conjuntos Vegetacionais Brasileiros**. Fortaleza: [s.n.].

FERNANDES, M. L. B. 1997. **Unidades de conservação do Domínio da Mata Atlântica**. In: A. R. LIMA & J. P. R. CAPOBIANCO (orgs.), **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. São Paulo, Instituto Sócio-ambiental (Documentos ISA 4). 19-49.

FERNANDES, O. V. Q.; FULFAROM V. J. Magnitudes e Processos da Erosão Marginal no Rio Paraná, Trecho de Porto Rico, PR. **Geografia**, Rio Claro, v. 18, n. 1, abr. 1993.

FERNANDEZ, D. R.; ORO, E. Variações diuturnas na escada de peixes do projeto experimental "canal de migração" para desova da Itaipu Binacional. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL (3. : 1996). **Resumos**. Brasília, 1996. p.111.

FINK, S.V. & FINK, W.L. 1981. Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). **Zool. J. Linn. Soc.**, v. 72, n. 4, p.297-353.

FINOL, H. 1971. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. **Rev. For. Venez.**, Mérida, v.14, n.21, p.29-42.

FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; COSTA, C.M.R.; MACHADO, R.B. & LEITE, Y.L.R. 1994. **Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 479 p.

FONSECA, S. G. **Projeto Arqueológico Lerroville**. Londrina, 1977-79 (no prelo).

FORTESCUE, J. A. **Environmental Geochemistry**: a holistic approach. New York: Springer – Verlag, 1980. 374p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992.

GALVÃO, F.; Y. S. KUNIYOSHI, & C. V. RODERJAN. 1989. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati - PR. Curitiba. *Floresta 19***:** 30-49.

GARAVELLO, J.C. 1998. Estudos ambientais na área de conhecimento da ictiofauna. In: Companhia Paranaense de Energia – COPEL. **Inventário energético da bacia do rio Jordão.** Curitiba: COPEL. 45p.

GARAVELLO, J.C.; PAVANELLI, C. & SUZUKI, H. 1997. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo.** Maringá: EDUEM, p.61-84.

GERPEL. 2009. Análise Bilógica de Peixes: bacias hidrográficasdo Atlântico Sul e dos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu. Toledo. COPEL, 415p.

GHISELIN, J. 1977. Analizing ecotones to predict biotic productivity. **Environmental Management 1**(3):235-38.

GHISELIN, J. Analyzing ecotones to predict biotic productivity. Environmental Management, v. 1,

n. 3, p. 235-238, 1977.

GOOSEM, M. 1997. Internal fragmentation: The effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainfores vertebrates. ***In***: LAURANCE,W.F. & BIERREGARD JR., R.O. (Eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. 632 p.

GUERRA, Teixeira Antônio & CUNHA, Baptista Sandra. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. 1996.

GUERRA, Teixeira Antônio & CUNHA, Baptista Sandra. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. 2001.

HAHN, N.S.; ANDRIAN, I. de F.; FUGI, R. & ALMEIDA, V.L.L. de. 1997. Ecologia trófica. In*:* VAZZOLER, A.E.A. M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná:** aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM. p.209-228.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L. de; RUSSO, M.R. & LOUREIRO, V.E. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Reservatório de Segredo:** bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM. p.141-162.

HARRIS, L.D. 1984. **The fragmented forest - Island Biogeography Theory and the preservation of biotic diversity**. Chicago, University of Chicago Press. 211 p.

HICKSON, R.G.; MARANHÃO, T.C.F.; VITAL, T.S. & SEVERI, W. 1992. Método para a caracterização da ictiofauna em estudos ambientais. In: **Manual de Avaliação de Impacto Ambiental**. 1ed. PIAB

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972.

IBAMA, 1997. **Mamíferos Aquáticos do Brasil: Plano de Ação**. Brasília, 79 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994.

IUCN (The World Conservation Union). 1993. **Red List of Threatened Animals**. IUCN Publ. Serv. Unit. Switzerland and Cambridge, UK. 286 p.

JACKSON, D.A. & HARVEY, H. 1989. Biogeographic associations in fish assemblages: local vs. regional process. **Ecology**, **v. 70**, p.1472-1484.

JENJINS Jr, R.E. 1988. Information, management for the conservation of biodiversity. *In*: WILSON, E.O. (ed.). **Biodiversity**. Washington. p:231-239.

JUCHEM, P.A. 1992. Técnicas para avaliação de impacto ambiental e elaboração de estudos de impacto ambiental de empreendimentos selecionados - projetos de aproveitamento hidrelétrico. In: **Manual de Avaliação de Impacto Ambiental**. 1ed. PIAB.

JURIS AMBIENTIS. 2009. **Estudo de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica Salto Grande.**

KAJIWARA FILHO, Douglas & Alberto Urben , *et al* . **Dois registros recentes da águia-cinzenta (*Harpyhaliaetus coronatus)*, no Estado do Paraná.** Curitiba: IX Congresso Brasileiro de Ornitologia, p. 247, julho, 2001.

LACTEC, 2009 (Preliminar)**. Plano Ambiental de Conservação e Uso do Solo do Entorno de Reservatório Artificial UHE Governador Ney Aminthas de Barros Braga: Atualização**. Curitiba. Relatório técnico.

LAMPRECHT, H. 1962. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Cientifica Venezolana**, Mérida, v.13, n.2, p.57-65.

LANGE, R. B. & JABLONSKI, E. F. 1981. Lista prévia dos Mammalia do Estado do Paraná. **Est. Biol. Univ. Cat. do Paraná 4**(6):1-35.

LENCASTRE, A. 1992. **Lições de Hidrologia.** Lisboa: Editora da Universidade Nova de Lisboa.

LIMA, C.A.R.M.A.; AGOSTINHO, A.A. & FABRÉ, N.N. 1995. Trophic aspects of fish communities in brazilian rivers and reservoirs. In*:* TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. & TUNDISI, T.M. (eds.) **Limnology in Brasil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 384p.

LINS, L.V.; MACHADO, A.B.M.; COSTA, C.M.R. & HERRMANN, G. 1997. Roteiro metodológico para elaboração de lista de espécies ameaçadas de extinção. **Publicações avulsas da Fundação Biodiversitas**, n.1, junho.

LORIER, E. & BERIOS, N. 1995. Reproducion y nutricion embrionária en *Cnestorodon deccemaculatus* (Teleostei: Poecillidae). **Revta. bras. Biol.**, v.55, n.1, p.27-44.

LORINI, M.L. & PERSSON, V.G. 1990. A contribuição de André Mayer à História Natural no Paraná (Brasil) - II. Mamíferos do terceiro planalto paranaense. **Arq.Biol.Tecnol.33**(1):117-132.

LOWE-McCONNELL, R. H. 1975. **Fish communities in tropical freshwater: their distribution, ecology and evolution**. London: Longman. 337p.

LOWE-McCONNELL, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities.** Cambridge: Cambridge Univ. Press. 382p.

MAACK, Reinhard. 1950. **Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná**. Escala 1:750.000. Organizado e desenhado pelo Serviço de Geologia e Petrografia do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio.

MAACK, Reinhard**.** 1968. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba, Max Roesner, 350p.

MAGALHÃES, A.C. de. 1931. **Monografia brasileira de peixes fluviais**. São Paulo: Romiti. 260p.

MAGO-LECCIA, F. 1978. Los peces de la familia Sternopygidae de Venezuela. **Acta. cient. venez.**, v.29, p.1-89.

MELO-LEITÃO, 1980. **Zoogeografia do Brasil**. 3 ed. Coleção Mossoroense. Mossoró. v.111. 648 p.

MIKCH, S.B. & BÉRNILS, R. S.. 2004. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Disponível em: > http://www.pr.gov.br/iap Acessado em: 18 set 2009

MIRETZKI, M. 1998. Inventário dos Chiroptera (Mammalia) do Paraná, Brasil. **XXII CONGR. BRAS. ZOOL. RESUMOS**. Recife, PE: Univ. Fed. de Pernambuco.

MOTA, Fernando. 1975. **Meteorologia Agrícola.** São Paulo: Nobel.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York, John Wiley & Sons, Inc.

MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree 10**(2):58-62.

NOMURA, H. 1984. **Dicionário de peixes do Brasil**. Brasília: Editerra. 482p.

NOVAK, R.M. 1991. **Walker's mammals of the world**. 5th ed. The Johns Hopkins Univ. Press. Baltimore and London. 2v., 1629p.

OLIVEIRA, T.G.de O. 1994. **Neotropical cats. Ecology and Conservation**. São Luiz, MA: Univ. Federal do Maranhão.221 p.

PADUA, Claudio V., Bodmer. 1997. **Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil.** CNPq e S.C. Mamirauá,

PAIVA, M.P. 1974. **Crescimento, alimentação e reprodução da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) no nordeste brasileiro**. São Paulo. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade de São Paulo. 32p.

PARANÁ, 1987. **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba, Institutode Terras, Cartografia e Florestas (ITCF), 73 p.

PERSSON, V.G. & LORINI, M.L. 1990. Contribuição ao conhecimento mastofaunístico da porção centro-sul do Estado do Paraná. **Acta Biológica Leopoldensia 12**(1):79-98.

PINHEIRO, P.C. 1998. Estudos ambientais na área de conhecimento da ictiofauna. In: Companhia Paranaense de Energia – COPEL. **Inventário energético da bacia do rio Chopim.** Curitiba: COPEL. 30p.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MAcFARLAND, W.N. 1993. **A vida dos vertebrados**. São Paulo:Atheneu.

QUADROS, J.. 2006. **Distribuição espacial da lontra neotropical (Lutra longicaudis) na Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, rio Iguaçu, PR: Uma comparação entre pré e pós-enchimento do reservatório**. Maringá. Anais Virtuais do X Seminário de Pesquisa da Universidade Tuiuti do Paraná.

REDFORD, K.H. 1997. A Floresta Vazia. ***In***: VALLADARES-PADUA,C. & BODMER,R.E. (Org.), Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil. Brasília,DF: CNPq; Belém,PA: Soc. Civil Mamirauá, 1-22.

RIBEIRO, A.M. 1915. Fauna brasiliense; peixes. **Arq. Mus. Nac.**, v. 17, p.1-679.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. 1995. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

RUSSO,M. R.; FERREIRA, A. & DIAS, M.. 2002. **Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil**. Maringá. *Acta Scientiarum*, v.24(2): 411-417.

SALLES, Ignez Helena. **Conceitos de Geografia Física**. São Paulo: Ícone, 1997.

SAMPAIO, F.A.A. 1988. **Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysi) da bacia do rio Iguaçu, com comentários sobre o endemismo dessa fauna.** Dissertação de mestrado, UFSCar, 175p.

SILVA, F. 1985. **Guia para determinação de morcegos:Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Martins Livr., Ed. 77 p.

SILVA, F. 1994. **Mamíferos Silvestres**. Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2 ed. Fund. Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 246p.

SILVA, V.F.B. da; FORESTI, F. & CARVALHO, E.D. 1997. Estudo quantitativo e qualitativo do ictioplâncton e jovens de peixes na região de transição entre o rio Paranapanema e o reservatório de Jurumin, SP. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.289

SOLOMON, Maurice E. 1980. **Dinâmica de Populações.** São Paulo: Ed. EPU.

SPVS, 1993. **Estudo de Impacto Ambiental para Implantação da UHE de Salto Caxias**. 268 p.

STERBA, G. 1961. **Freshwater fishes of the world.** London: Vista Books. 878p.

STRAUBE, Fernando Costa & NETO, Pedro Scherer. 2001. **Ornitologia Sem Fronteiras.** Curitiba: IX Congresso Brasileiro de Ornitologia, julho.

SUPPA, A. & BUCKUP, P.A. 1997. As espécies de *Rineloricaria* (Siluriformes, Loricariidae) na Bacia do rio Paraíba do Sul. **Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. São Paulo. p.124

TEIXEIRA, R.L. 1989. Aspectos da ecologia de alguns peixes do arroio Bom Jardim, Triunfo, RS. **Rev. Bras. Biol.**, v.49, p.183-192.

THE NATURE CONSERVANCY. 1992. **Evaluacion Ecologica Rapida (Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe)**. Edición Preliminar.

TRIQUES, M.L. 1993. Filogenia dos gêneros de Gymnotiformes (Actinopterygii, Ostariophysi), com base em caracteres esqueléticos. **Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS**, v. 6, p.85-130.

VELOSO, H.P., Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal .* IBGE, Rio de Janeiro. 124p.

VAZZOLER, A.E.A. de M.; SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E. & LIZAMA, M. de los A..P. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In*:* VAZZOLER, A.E.A. de M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, p.229-248.

WALLACE, J. B. & WEBSTER, J. R..1996. **The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function**. Georgia. *Annu. Rev. Entomol*. 41: 115-139.

WILSON, D.E.; REEDER, D.M. 1992. **Mammal species of the world**: a taxanomic and geografic reference. 2.ed. Smithsonian Institution Press. Washington and london in association with the Americam Society of Mammalogists, 1206p.

WITHMORE, T.C. 1997. Tropical Forest Disturbance, Disappearance, and Species Loss. In: LAURANCE, W.F. & BIERREGARD JR., R.O. (Eds.). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities.** 632 p.

16. ANEXOS

A) Mapa de demarcação da Área de Influência Direta (AID);

B) Mapa de demarcação da Área de Influência Indireta (AII);

C) Mapa de geologia na área do empreendimento;

D)Mapa de declividades na área do empreendimento;

E) Mapa de Pedologia da Bacia;

F) Mapa de Pedologia da AID do empreendimentos;

G) Mapa de Aptidão Agrícola das Terras;

H) Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal;

I) Imagem de Satélite com demarcação da área do reservatório e futura APP;

J) Mapa Fitogeográfico do Paraná;

K) Mapa de Unidades de Conservação no entorno do empreendimento;

L) Mapa de Terras Indígenas no entorno do empreendimento;

M) Mapa de localização dos vestígios arqueológicos verificados na região

Anexo A) Mapa de demarcação da Área de Influência Direta (AID)

Anexo B) Mapa de demarcação da Área de Influência Indireta (AII)

Anexo C) Mapa de geologia na área do empreendimento

Anexo D)Mapa de declividades na área do empreendimento

Anexo E) Mapa de Pedologia da Bacia

Anexo F) Mapa de Pedologia da AID do empreendimentos

Anexo G) Mapa de Aptidão Agrícola das Terras

Anexo H) Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Anexo I) Imagem de Satélite com demarcação da área do reservatório e futura APP

Anexo J) Mapa Fitogeográfico do Paraná

Anexo K) Mapa de Unidades de Conservação no entorno do empreendimento

Anexo L) Mapa de Terras Indígenas no entorno do empreendimento

Anexo M) Mapa de localização dos vestígios arqueológicos verificados na região