

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
PCH FORTALEZA

Tibagi, Paraná

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PCH FORTALEZA

Protocolo IAP nº 07.840384-5

Este EIA – Estudo de Impacto Ambiental visa ao licenciamento da Pequena Central Hidrelétrica FORTALEZA, em projeto no rio que lhe dá o nome, situado a sete quilômetros de sua foz no rio Tibagi. A PCH FORTALEZA prevê um aproveitamento de um potencial energético instalado de 13 MW, para o que alagará uma área total de 164 ha, sendo desta 48,48 da calha do rio. O vertedor central terá 11,5m de altura, suficiente para elevar o nível das águas da cota 695,00m até a cota 706,50m acima do nível do mar. Após a geração hidrelétrica as águas serão devolvidas na cota 689,00 m. Ligando a barragem com a casa de força haverá um canal de adução de 330,00 m. O trecho de rio entre essas estruturas será continuamente irrigado por uma vazão sanitária de 2,37 m³/s.

Esta PCH pertence a FORTALEZA Energia Ltda. A atualização e adaptação dos estudos socioambientais às novas diretrizes do Instituto Ambiental do Paraná realizados em 2010 pela IGPlan no formato de EPIA - Estudo Prévio de Impacto Ambiental, foram conduzidos pela equipe de profissionais coordenados pela A.MULLER Consultoria Ambiental.



R Francisco Nunes 1868, Curitiba
Tel 41 3232-1852 e 41 9951-0040

Novembro, 2014

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PCH FORTALEZA

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	8
1.1. Identificação do Empreendedor	8
1.2. Dados da Área e Localização	8
1.3. Identificação da Consultoria Ambiental	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	11
2.1. Apresentação do Proponente	11
2.2. Objetivos e Justificativas	11
2.3. Breve Apresentação da Tecnologia	13
2.4. Potencial Energético do Aproveitamento	15
2.5. Características Gerais do Empreendimento	15
2.6. Características Gerais da Área	16
2.7. Empreendimentos Associados e/ou Similares	17
2.8. Descrição da Metodologia Aplicada nos Estudos	17
2.9. Situação Fundiária	18
2.10. Legislação Concernente	19
2.10.1. Legislação Federal	19
2.10.2. Legislação Paranaense	31
2.10.3. Legislação Municipal de Tibagi	39
2.11. Compatibilidade com Planos e Programas Oficiais	40
2.11.1. Áreas Estratégicas Para Conservação da Biodiversidade	40

2.11.2. ICMS Ecológico.....	41
2.11.3. PRADA e PRA.....	42
2.11.4. Controle de Espécies Invasoras.....	42
2.11.5. Programa de Conservação e Proteção da Biodiversidade.....	43
2.11.6. Plano de Bacias Hidrográficas	43
2.11.7. Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais.....	44
2.11.8. Recicla Tibagi.....	44
3. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO.....	46
3.1. Estudos Hidrológicos	48
3.2. Características Energéticas	48
3.3. Processo de Geração	49
3.3.1. Curva de permanência	51
3.3.2. Vazões Máximas	52
3.3.3. Vazões mínimas.....	53
3.3.4. Determinação da Vazão Sanitária.....	53
3.4. Área e volume do Reservatório	55
3.5. Tempo de Enchimento e de Residência	57
3.6. Transporte de sedimentos	60
3.7. Infraestrutura necessária	62
3.7.1. Período das Obras	62
3.7.2. Período Operacional	65
3.8. Estudo de Alternativas	67
3.8.1. Alternativa de Adução Compacta e Casa de Força Recuada	70
3.8.2. Alternativa de Canal de Adução e Casa de Força a Jusante	71
3.8.3. Seleção de Alternativas.....	74
3.9. Descrição dos componentes da hidrelétrica	75
3.9.1. Barragem e Vertedouro.....	75

3.9.2. Adução	75
3.9.3. Câmara de Carga.....	76
3.9.4. Conduto forçado.....	76
3.9.5. Casa de força	76
3.9.6. Canal de fuga	77
3.9.7. Equipamentos mecânicos	77
3.10. Expansão da geração ou repotenciação.....	78
3.11. Planejamento da Implantação, Operação e Montagem	78
3.11.1. Desvio do Rio	78
3.11.2. Sistema de Adução	80
3.11.3. Câmara de carga.....	80
3.11.4. Conduto forçado.....	81
3.11.5. Canal de fuga	81
3.11.6. Casa de força	81
3.12. Atividades principais e secundárias de cada fase	81
3.13. As águas pluviais das áreas impermeabilizadas	84
3.14. Destino dos efluentes da Obra e Operação	84
3.15. Layout do empreendimento	85
3.16. Subestação e Linha de Distribuição (Transmissão).....	85
3.17. Cronograma de Implantação das Obras Civis	85
4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	87
4.1. Área de Influência Indireta – All.....	87
4.2. Área de Influência Direta – AID	88
4.3. Área Diretamente Afetada - ADA.....	88
5. Diagnóstico e Prognóstico Ambiental.....	89
5.1. Diagnóstico do Meio Físico.....	89
5.1.1. Clima e Meteorologia	89

5.1.2. Litosfera	96
5.1.3. Recursos Hídricos	102
5.2. Diagnóstico do Meio Biótico.....	116
5.2.1. Ecossistemas Regionais	116
5.2.2. Ecossistemas Terrestres.....	119
5.2.3. Ecossistemas Aquáticos	165
5.3. Diagnóstico do Meio Socioeconômico	187
5.3.1. Infraestrutura, Equipamentos Urbanos e Serviços Públicos	191
5.3.2. Serviços de Saúde Pública	198
5.3.3. Usos e Ocupação do Solo.....	200
5.3.4. Caracterização Econômica	201
6. PROGNÓSTICO AMBIENTAL	221
6.1. Metodologia de Identificação dos impactos	221
6.2. Fatores impactantes	222
6.3. Impactos sobre o Meio Físico	225
6.3.1. Impactos sobre as Águas.....	225
6.3.2. Impactos sobre a Atmosfera	229
6.3.3. Impactos sobre a Litosfera	230
6.4. Impactos sobre o Meio Biótico.....	234
6.4.1. Impactos sobre a Fauna Terrestre	235
6.4.2. Impactos sobre a Fauna Aquática.....	240
6.4.3. Impactos sobre a Flora.....	244
6.4.4. Outros impactos bióticos	244
6.5. Impactos Sociais do Empreendimento.....	245
6.5.1. Aspectos Culturais	246
6.5.2. Atividades Econômicas	246
6.5.3. Educação, Recreação e Lazer	248

6.5.4. Infraestrutura Regional.....	248
6.5.5. Núcleos Populacionais	249
6.5.6. Arqueologia	249
6.5.7. Populações Indígenas e Quilombolas	250
6.5.8. Saúde Pública	250
6.5.9. Situação demográfica urbana e rural	250
7. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS.....	252
7.1. Metodologia da Avaliação dos Impactos.....	252
7.2. Impactos da Fase de Implantação	255
7.3. Impactos da Fase de Operação.....	257
7.4. Análise das alternativas	260
8. ANÁLISE INTEGRADA	264
9. PROGRAMAS AMBIENTAIS	268
10. MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO.....	275
11. CONCLUSÕES	276
REFERENCIAS.....	281
ANEXOS	289

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PCH FORTALEZA

Protocolo IAP nº 07.840384-5

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- Nome: **FORTALEZA Energia Ltda.**
- CNPJ nº **09.167.664/0001-14**
- Endereço: **Rod. PR 153 Km 14, Zona Rural, CEP 84.300-000, Tibagi, Pr**
- Representante: **Sr. Ozires Alberti**
- Endereço: **R.Penteado de Almeida, 426, CEP 84.010-240 Ponta Grossa, Pr.**
- E-mail: **oalberti@uol.com.br**, Tel (42) 9911 4513
- Responsável técnico: **Eng. Alberto de Andrade Pinto. Tel. (41) 3588-1120; R Tereza Nester 293, São José dos Pinhais, e-mail dhead.alberto@uol.com.br / dhead@uol.com.br**

1.2. DADOS DA ÁREA E LOCALIZAÇÃO

- Nome do empreendimento: **PCH FORTALEZA**
- Tipo de empreendimento: **PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA**
- Localização: **Município de Tibagi, Centroeste do Estado do Paraná**
- Distância da sede municipal de Tibagi: **15 km**
- Corpo d'água: **Rio Iapó, 7 Km da sua foz no rio Tibagi. Bacia Paraná (06 na ANEEL), rio Iapó (64 na ANEEL).**
- Coordenadas geográficas: **24°28'59,17" S 50°22'22,04" O**

1.3. IDENTIFICAÇÃO DA CONSULTORIA AMBIENTAL

- Razão Social: A. Muller Consultoria Ambiental
- Ministério da Fazenda: **CNPJ nº 09580799/0001-07**
- Endereço legal: **R. Francisco Nunes 1868, CEP 80215-202; Curitiba, Pr.**
- Corresp.: **R Nunes Machado 472, sl 301, CEP 80250-000, Curitiba, Pr**
- Telefone e fax. **041 3232-1852 e 41 9951-0040** IBAMA: **CTF nº 5.217.079**
- Coordenador geral e responsável técnico: **Arnaldo Carlos Muller**, Doutor, M.Sc, Esp. Eng. Florestal, Conselho Regional: **CREA-PR 3809/D;**
- Anotação de Responsabilidade Técnica: **ART CREA nº 20143444907**
- Corpo Técnico: **Tabela abaixo** (assinaturas, ver folha 280)

Coordenação	Dr. ARNALDO CARLOS MULLER , Eng Florestal Rua Nunes Machado 471/301, CEP 08.250-000 Curitiba, PR, Tel 041 3232-1852 e 41 9951-0040 CREAPR 3809/D IBAMA CTF nº 1018 370 e-mail mullerambiental@gmail.com
Assistente de Coordenação	Eng ^a . Ambiental LIZ EHLKE CIDREIRA Rua Tamoios 390, apto 310, CEP 80.320-290 Curitiba, PR. Tel 41 3524-0907 e 41 9805-9867 CREAPR 140519/D IBAMA CTF nº 6.105.104 e-mail: liz_ehlke@hotmail.com
Florestas:	Eng. Florestal BRUNO HENRIQUE CZELUSNIAK LADEN - Laboratório de Dendrometria - UFPR Tel. 041 9918-3451 CREA-PR 136564/D; IBAMA CTF nº 5268572 e-mail: brunofloresta@hotmail.com
Antropologia e Socioeconomia:	Dr. LEONARDO PERONI , Cientista Social, Rua Murilo do Amaral Ferreira 24, 80.620-120 Tel.: 41 9236-4642 IBAMA CTF nº 5.514.517 e-mail: peronileonardo@hotmail.it
Biologia:	Dra. LUCIANA RODRIGUES DE SOUZA BASTOS , Bióloga, CRBio 66.933/07-D, Tel.: (41) 32090819 IBAMA CTF nº. 4.087.783, e-mail: lucianadesouza@hotmail.com Bio. RENATA GABRIELA NOGUCHI , Bióloga CRBio 83120/07-D, Tel 41 8427-8884 IBAMA CTF nº 4.337.112 e-mail: g_noguchi@hotmail.com
Geomorfologia, Solos e Hidrologia:	Design HEAD Engenharia & Construtora Resp. Técnico Eng. Alberto de Andrade Pinto, CREA PR 26341-D/PR

(Projeto Básico)	e-mail dhead@terra.com.br
Desenhos:	ELEMENT, Desenvolvimento de Sistemas Rua Nunes Machado 472, SI 301 80250-000 Curitiba, Pr
Estagiárias:	TAMARA WISNIEWSKI FOLLETO , Estagiária de Engenharia Ambiental PUCPR Rua Eduardo Carlos Pereira, 4125. Bl 3B Apto 25 Tel 41 9788-6511 e-mail: tamarawf@hotmail.com
	PAULA LACERDA , Estagiária de Engenharia Ambiental PUCPR. Rua Delício dal'Pra 99, sbr 1. Tel: 41 9758-9441 e-mail: paula.paulalacerda@hotmail.com

Os currículos deste grupo técnico se encontram nos links da Plataforma Lattes:

Dr. ARNALDO CARLOS MULLER: <http://lattes.cnpq.br/5801081297226430>

Eng. Amb. LIZ EHLKE CIDREIRA: <http://lattes.cnpq.br/2100183005068558>

Sociólogo LEONARDO PERONI: <http://lattes.cnpq.br/2849072206959029>

Eng.Ftal. BRUNO H. CZELUSNIAK: <http://lattes.cnpq.br/5595567305745787>

Dra. LUCIANA R. SOUZA BASTOS: <http://lattes.cnpq.br/5026609882283698>

Bio. RENATA GABRIELA NOGUCHI: <http://lattes.cnpq.br/7457834961896241>

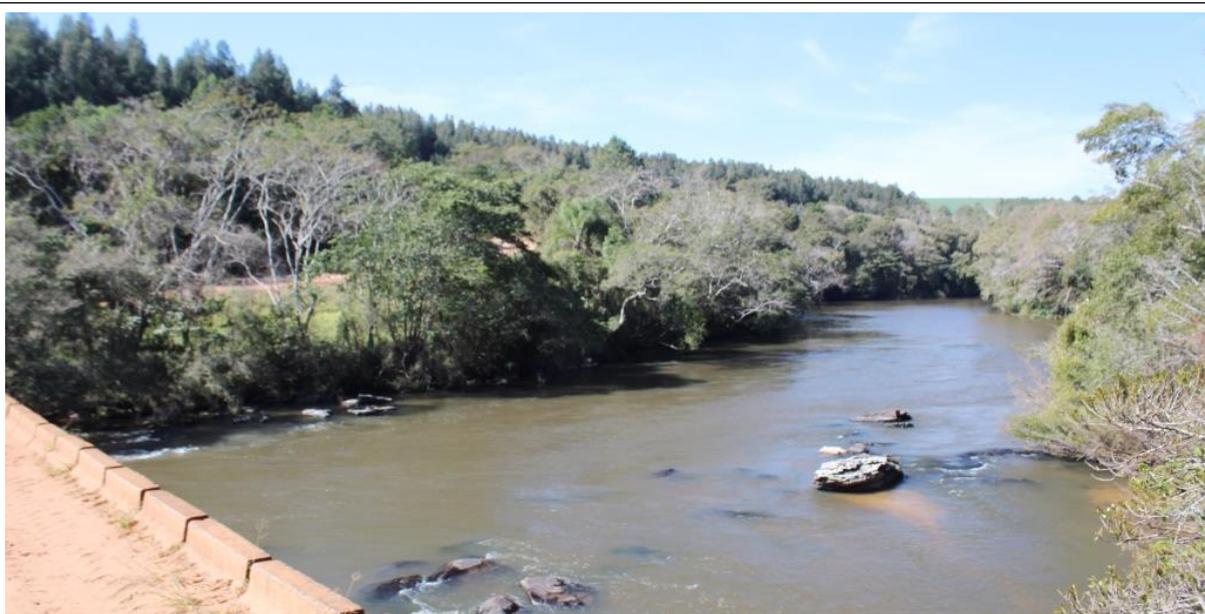


Figura 01. Rio Iapó em trecho que será elevado pelo reservatório da PCH FORTALEZA (ponte municipal).

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1. Apresentação do Proponente

A PCH – Pequena Central Hidrelétrica FORTALEZA deve ser outorgada pela ANEEL à Fortaleza Energia Ltda., empresa de propósito específico criada com a finalidade única de desenvolver, licenciar, implantar e operar este empreendimento, uma sociedade limitada. A sede do empreendimento se localizará na Rodovia BR 153, Km 14, em zona rural de Tibagi, Estado do Paraná. A empresa, fundada em novembro de 2007, possui sede administrativa à Rua Penteado de Almeida 426, Centro, Ponta Grossa – PR, CEP 84010-240. Está inscrita no CNPJ nº 09.167.664/0001-14, e é representada por seu sócio-gerente, eng. Ozires Alberti.

Estudos iniciais foram realizados pela empresa Zapzalka Construtora e Engenharia Ltda., ainda vinculada ao empreendimento através da participação no quadro de cotistas da sociedade. Os estudos finais de engenharia foram realizados pela empresa Design Head Engenharia e Construtora Ltda.

O estudo de inventário hidrelétrico do rio Iapó, constituído no processo ANEEL 48500.002196/04-23, foi aprovado através do despacho SGH/ANEEL nº 1340 de 23 de junho de 2006. Estudos ambientais precedentes foram realizados em 2010 pela IGPlan no formato de EPIA - Estudo Prévio de Impacto Ambiental, ora atualizados, complementados e adaptados às novas normativas do Instituto Ambiental do Paraná através do presente EIA/RIMA.

2.2. Objetivos e Justificativas

O Estudo de Impacto Ambiental da PCH FORTALEZA tem como objetivo verificar e informar sobre a viabilidade socioambiental do aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Iapó através desta PCH projetada no Rio Iapó, no Município de Tibagi, Centroeste do Estado do Paraná. Os estudos e projetos buscam o desenvolvimento

de geração de energia a custos competitivos e com baixo nível de impacto ambiental atuando como produtores independentes no ambiente de livre contratação, contribuindo no atendimento da crescente demanda do setor elétrico brasileiro.

O presente documento dá continuidade ao requerimento de licenciamento protocolado sob número 07.840.384-5, no protocolo de Curitiba do Instituto Ambiental do Paraná. Este EIA atualiza, complementa e condiciona as informações do EPIA então protocolado, aos novos Termos de Referência para Licenciamento Ambiental, emitido através da Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 09/2010.

A crescente demanda de energia elétrica ocasionada pelo desenvolvimento econômico-industrial brasileiro é a principal justificativa para a realização e construção do empreendimento. Comprova esta realidade os avanços recentes da COPEL, empresa paranaense, em outras regiões nacionais, com projetos hidrelétricos e novas linhas de transmissão, aproveitando justamente de ofertas da ANEEL em oportunidades de fornecimento energético ao Sistema Interligado Nacional, onde o presente aproveitamento também se inserirá.

O local eleito para implantação da PCH FORTALEZA está adequado, graças a excelência do potencial destacado nos estudos de inventário desenvolvidos pela empresa Zapzalka Construtora e Engenharia Ltda. constituído no Processo ANEEL 48500.002196/04-23, aprovado pelo despacho SGH/ANEEL nº 1.340 de 23 de junho de 2006.

Corroborando essa justificativa, a relativa facilidade de implantação do arranjo, que aproveita um meandro fluvial com desnível concentrado. A PCH FORTALEZA corresponde ao potencial identificado no km 07 do rio Iapó medidos desde sua foz no rio Tibagi. Finalmente, o potencial requerido localiza-se relativamente próximo a subestação fonte da COPEL na cidade de Tibagi, apresentando condições razoáveis de custos de interligação.

Dentre as possibilidades existentes no local do empreendimento, o estudo de alternativas demonstrou que o arranjo selecionado é a melhor opção tanto do ponto de vista técnico como ambiental e social. Do ponto de vista técnico, apresenta-se favo-

rável à geração de energia de baixo custo atingindo todos os requisitos de segurança, imprescindível para viabilizar projetos desta envergadura.

A PCH FORTALEZA estima gerar um volume de 7,31MWmed, com potência instalada de 13,0 MW. O projeto compreende uma barragem vertente de 247m de onde será feita a tomada d'água para um canal adutor curto, de 300m até a câmara de carga, onde estarão conectados 4 condutos forçados de 2,80m de diâmetro e 25,0m de comprimento. A barragem formará um reservatório de 124 ha que alagará, além da caixa do rio, 48,48ha. Mais detalhes sobre o empreendimento estão descritos na Tabela 1 e nos capítulos 4 e 5 deste EIA.

A proposta desta PCH - Pequena Central Hidrelétrica se apresenta com alto potencial de sucesso dentre os projetos similares. As PCH, como se sabe bem, são aproveitamentos com potência instalada igual ou inferior a 30 MW e com reservatório com área igual ou inferior a 3 km², apropriadas para aproveitamentos localizados de pequeno impacto social e ambiental, não obstante importantes para aportes incrementais do suprimento elétrico, reconhecidos e incentivados pela Agência Nacional de Energia Elétrica.

Destaca-se que a Constituição Paranaense, reconhecendo a importância destes empreendimentos, possui um dispositivo especial para incentivar declaradamente este gênero de aproveitamentos energéticos.

2.3. Breve Apresentação da Tecnologia

O projeto da PCH Fortaleza se constitui de uma soleira de captação mínima suficiente, de 11,5m de altura, que eleva as águas do rio Iapó da cota 695,00m até a cota de elevação 706,50m, onde serão captadas e levadas por um canal de adução até os condutos forçados e por estes, à casa de força, logo após devolvendo as águas ao rio Iapó. A distância entre a captação ou barragem e o ponto de restituição é da ordem de 457 m medidos pelo eixo do rio até a barragem. O reservatório terá um comprimento total de 12,80 quilômetros em dois braços, um pelo rio Fortaleza e outro pelo Iapó. Outras características do recurso hídrico aproveitado são apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01 - Descritivos do Recurso Hídrico e do Projeto

Geografia do Empreendimento			
Rio aproveitado	Iapó	Bacia Hidrográfica	Tibagi/Paraná
Bacia número: 06	Subbacia 64	Distância até a foz	07 km
Município do Empreendimento	Tibagi, Pr	Latitude da Barragem	24°28'59,17" S
Potência Instalada	13,0 MW	Longitude da Barragem	50°22'22,04" W
Energia firme	6,01 MW _{méd}	Área drenagem da Bacia	3.046 km ²
Energia média anual	7,21 MW _{méd}	Vazão MLT	58,5 m ³ /s
Regime Operacional	Fio d'água	Vazão firme	47,8 m ³ /s
Deplecionamento máximo:	0,00m	Vazões máxima e mínima	301,7 e 6,3 m ³ /s
Características da PCH			
Barragem:		Vertedouro: Soleira livre sobre barragem	
Material construtivo:	Gravidade / Concreto	NA da soleira do vertedouro	706,5 m
Comprimento da barragem	247 m	Comp. crista do vertedouro	412 m
Altura da barragem vertedouro	11,5 m	Capacidade do vertedouro	3.069 m ³ /s
Vazão ecológica (50%Q _{10,7})	2,37 m ³ /s	Perfil	Creager
Reservatório			
Área inundada NA normal	164 ha	NA Minimum Normal	706,50
Comprimento	12,80km	NA Maximum Maximorum	708,71
Perímetro	32,22km	NA Minimum a Montante	706,50m
Profundidade Máxima	16,5m	NA Normal de Jusante	689,00
Profundidade média	3,3m	NA Maximum de Jusante	695,54m
Área NA Normal calha do rio	48,5ha	Volume na NA Normal	5,458 x 10 ⁶ m ³
Área alagada às margens	115,5 ha	Volume na NA Máxima	5,458 x 10 ⁶ m ³
Tempo de Residência	1,20 dias	Volume morto	5,46 x 10 ⁶ m ³
Formação do Reservatório	3,60 dias	Área no NA Normal	1,640 km ²
Distância barragem/restituição	457m	Área no NA Máximo	2,310 km ²
APP do Empreendimento (50m)	1,610 km ²	Área no NA Mínimo	1,640 km ²
Vida Útil do Reservatório	20,54 anos	Nº empregos dir/indiretos	120/80 pessoas
Adução		Casa de força, tipo	
Tipo: Canal revestido		Turbinas tipo Kaplan-S Jusante	
Comprimento canal	300m	Vazão Max Turbinada	86,07 m ³ /s
Largura/Secção	17,00 m	Queda bruta	17,5m
Conduto Forçado		Potencia unitária	3614 Kva
Diâmetro interno	2,80m	Transmissão (L.Distribuição)	

Comprimento	2 x 25,0 m	Tensão	34,5 kV ($\pm 2,5\%$)
Comportas (L/H)	4,0 x 4,0 m	Extensão até SE Tibagi	7 km

2.4. Potencial Energético do Aproveitamento

O aproveitamento hidrelétrico da PCH FORTALEZA, com seus 13,00MW de potência instalada prevê, através da instalação de quatro conjuntos de geradores com potência aparente de 3.614Kva, gerar em regime anual 7,31MWmed ou 64.042MWh/ano, captando a energia resultante da vazão máxima turbinada a longo termo de 86,07 m³/s em uma queda líquida nominal de 17,12m. Uma rede de distribuição de 34,5 kV (mal chamada de linha de transmissão) com cerca de 8 km de extensão, levará a energia gerada até Tibagi, entregando-a ao Sistema Interligado Nacional através da COPEL, Companhia Paranaense de Energia.

2.5. Características Gerais do Empreendimento

O projeto se constitui em uma barragem transversal ao curso do rio, com 11,5m de altura, maciça em concreto a gravidade, elevará as águas do rio Iapó, desviando-as através de um canal adutor superficial de 300 m. Este levará as águas até a câmara de carga onde águas serão introduzidas, através de quatro condutos forçados de 15,0 m de comprimento e 2,80 m de diâmetro, à casa de força. Esta será construída em casco estrutural impermeável em concreto armado e lastro em concreto ciclópico, com 36,3 x 17,1m, onde serão instaladas quatro máquinas geradoras tipo Kaplan-S rotor duplo com eixo horizontal de 1,8 m de diâmetro.

O reservatório a ser formado pela barragem estará na cota de altitude 706,50m, com 164 ha de área alagada, dos quais 48,48 ha pertencem à calha natural do rio, logo alagando efetivamente 115,52 hectares. O reservatório acumulará um volume morto de 5,46x10⁶ m³, sem volume útil associado, não se prevendo faixa de deplecionamento. Em períodos de cheias excepcionais (TR 1000) haverá uma elevação do nível do reservatório até a elevação 708,71 m, sem cota de altitude mínima operacional. O nível normal da água a jusante será 689,00 m, portanto uma diferença de 17,5 m. Nas estruturas das comportas da barragem estarão dois orifícios destinados à

vazão ecológica, cujo conjunto terá capacidade de verter 2,37 m³/s. Preferiram-se dois ofícios para melhor distribuir as águas à jusante do rio.

O vertedouro possui características próprias, com extensão de 412,0 m talhado no maciço rochoso que forma um dique natural entre o rio Fortaleza e o rio Iapó, portanto sem conexão com a barragem. O vertedouro terá, no total, uma capacidade na NA 706,5 m de 3.069 m³/s.

O comprimento longitudinal do reservatório será de 12,80km, dividido em dois segmentos, o do rio Fortaleza, com cerca de 7,7km, à esquerda da Adução, e com cerca de 5,10km à direita da Adução. No total o reservatório apresentará um perímetro de 32,22km. Em suas margens haverá uma faixa florestal protetora (Área de Preservação Permanente) de 50 m, totalizando cerca de 161,1 hectares, que representa pouco menos do que a superfície a ser alagada, que terá 164 hectares.

2.6. Características Gerais da Área

O rio Iapó não tem aproveitamentos hidrelétricos em operação a montante, conquanto se encontrem em estudos três outras PCHs, a Castro, Pulo e Iapó, esta última com eixo da barragem situado a 9,80 Km do eixo da barragem da PCH FORTALEZA, e a 4,8 Km da casa de força daquela. A PCH FORTALEZA está na cota de altitude dos 706,50 m sobre o nível do mar. Nesta altitude sua configuração biótica a localiza em área de contato de dois biomas paranaenses, o da Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Matas com Araucárias e o de Campos Gerais ou de Ponta Grossa.

O acesso à PCH FORTALEZA se faz partir da cidade de Tibagi pela Rodovia Transbrasiliana BR-153, sentido Ventania. A 08 quilômetros depois da ponte sobre o rio Tibagi toma-se o acesso à direita na fazenda Formosinha onde estarão as estruturas principais da margem direita do rio Iapó. São coordenadas do local da barragem os pontos de Latitude 24° 28' 59,17" S e Longitude 50° 22' 22,04" W, mostrado no Desenho 01.

Tanto os braços do rio Iapó como o Fortaleza se apresentam sem vales pronunciados, diferenciando-se do vale profundamente talhado existente a montante do rio Iapó, na região do Parque Estadual do Guartelá. Ambas as margens dos rios citados sofreram recentes delapidações do potencial madeireiro, sendo que a vegetação que retomou a franja ciliar é composta de espécies exóticas de interesse madeireiro ou energético (pinus e eucalipto) mescladas com nativas remanescentes. Além dessa franja ciliar as terras se encontram sob intensos trabalhos agrários, de alta tecnologia. A superfície a alagar ocupará a maior parte dessas terras em processo natural de regeneração florestal. Os trabalhos de constituição da nova Mata Ciliar do Reservatório da PCH FORTALEZA deverão alcançar terras hoje sob manejo agrário, que, nos trabalhos de plantios e cuidados de manutenção deverão evitar a disseminação de variedades exóticas, procedendo até mesmo a retirada de espécimes alóctones ao ambiente, e aplicando esforços de vigilância permanente contra tal ocupação.

2.7. Empreendimentos Associados e/ou Similares

Ainda que a PCH FORTALEZA venha a compartilhar do sistema de transmissão da PCH IAPÓ, situada a cerca de dez quilômetros a montante da barragem, não possuirá com aquela, associação na gestão do sistema gerador.

2.8. Descrição da Metodologia Aplicada nos Estudos

Os dados de Geologia, Clima e Hidrologia procedem dos levantamentos feitos pela Engenharia, concluídos no Projeto Básico. Contudo, como este EIA se trata de uma revisão, atualização e complementação de estudos precedentes, o presente Estudo incorpora os dados obtidos nos estudos precedentes e inclui informações de novos estudos ambientais realizados.

Os estudos bióticos (flora e fauna, terrestre e aquática) foram parcialmente aproveitados dos estudos da Consultora antecedente, porém completados com novos levantamentos autorizados pela Autorização Ambiental nº 40.663, de 26 de agosto de 2014. Os estudos antrópicos foram atualizados aos dados mais recentes do Censo e

informações oficiais, apresentados sempre que possível em forma gráfica, que permitam melhor assimilação visual. Os dados primários relatados no EPIA antes mencionado se referiram a levantamentos sociológicos dos proprietários dos imóveis onde estará o empreendimento, dos situados na Área de Influência Direta – AID, e entrevistas com autoridades municipais.

Os estudos secundários basearam-se em dados da literatura e de fontes oficiais divulgados em meios eletrônicos (internet), e sua inserção neste documento foi devidamente referenciada, mesmo nos casos em que este Relatório incorpora dados e fontes de consulta do EPIA, respeitando-se sua autoria mediante a citação, no texto, quando transcritos.

2.9. Situação Fundiária

A PCH Fortaleza atingirá sete imóveis, como se pode contemplar na Tabela 02. O proprietário do imóvel onde será edificada a barragem e casa de força participa do empreendimento.

Tabela 02. Situação Fundiária da região do empreendimento

Proprietário	Área de Obra (ha)	Área Alagada (ha)	APP (ha)	Total (ha)	% Total
Comélio Frederico de Geus	0.90	5.24	4.99	11.13	3.78%
Hendrick Barkema		3.31	17.37	20.68	7.01%
Norma Roderjan Lau	22.45	21.16	22.21	65.82	22.33%
Ivo Amt Filho		40.55	37.51	78.06	26.48%
Renato Taques		9.42	19.65	29.07	9.86%
Fazenda Manzanilha		34.85	41.95	76.80	26.05%
Ricardo de Aguiar Wolter		2.19	11.06	13.25	4.49%
Áreas Totais	23.35	116.72	154.74	294.81	100.00%
% Total	7.92%	39.59%	52.49%	100.00%	

As questões fundiárias estão sendo resolvidas e devem convergir para o prazo de implantação da obra.

2.10. LEGISLAÇÃO CONCERNENTE

Considerando a importância da legislação como suporte norteador dos estudos e proposições inerentes ao presente EIA, incluiu-se, a seguir a coletânea, na qual se destacou em cada documento legal os artigos correspondentes e se comentou sua aplicação à PCH FORTALEZA.

2.10.1. Legislação Federal

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabelece em seu “Art. 225º - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações: § 1º - Para assegurar a efetividade... 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.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA necessita realizar estudo prévio de impacto ambiental, e divulgar sua execução.

LEIS FEDERAIS

Lei Federal nº 6.938, de 3.08.1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Estabelece em seu “Art. 9º: São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: ... III - a avaliação de impactos ambientais; IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisa ser ambientalmente licenciada e controlar suas atividades com risco de gerar poluição.

Lei Federal nº 7.990 de 28.12.1989, que institui compensação financeira pela exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. Estabelece em

seu “Art. 4º: É isenta do pagamento de compensação financeira a energia elétrica: I: produzida pelas instalações geradoras com capacidade nominal igual ou inferior a 10.000 kW (dez mil quilowatts).”

Aplicação: A PCH FORTALEZA, por possuir capacidade instalada superior a 10 mil quilowatts não estará isenta do pagamento de compensação financeira da exploração do potencial hídrico para geração de energia elétrica.

Lei Federal nº 9.433 de 08.01.1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Estabelece que “Art. 12º: Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: ... IV: aproveitamento dos potenciais hidrelétricos”, e ainda: “Art. 16º: “Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá requer a outorga de direito de uso do recurso hídrico junto ao órgão estadual e tal outorga de direito de uso do recurso hídrico terá de ser renovada pelo menos a cada 35 anos.

Lei Federal nº 9.605 de 12.02.1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Estabelece em seu “Art. 38º: Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção...”, também no “Art. 41º: Provocar incêndio em mata ou floresta” e ainda: “Art. 54º: Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora.”.

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá ficar atenta a ações, mesmo por terceiros, que levem sua APP à destruição, precisará prevenir focos de incêndio em suas matas e deverá prevenir e resolver os riscos de ocorrência de quaisquer situações que

possam resultar em danos à saúde humana, mortandade de animais ou destruição da flora.

Lei Federal nº 9.984 de 17.07.2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Estabelece que: “Art. 4º: A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos... cabendo-lhe: ... XII – definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas”.

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisará acatar à fiscalização da ANA relativamente às condições de operação do reservatório, com vistas aos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Lei Federal nº 9.985, de 18.07.2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Define em seu “Art. 15º: [...] a Área de Proteção Ambiental [...] tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” e ainda “§ 5 - a Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração [...]”. Define ainda em seu “Art. 28º: são proibidas, nas unidades de conservação, quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com [...] seu Plano de Manejo [...]”. Esta Lei estabelece, no Art. 36 que “Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei”, e determina, no “Art. 48º: [...] empresa [...] responsável pela geração e distribuição de energia elétrica, beneficiário da proteção oferecida por uma unidade de conservação, deve contribuir financeiramente

te para a proteção e implementação da unidade, de acordo com o disposto em regulamentação específica.”

Aplicação: Os limites da APA da Escarpa Devoniana estão em revisão, de cujas conclusões se verificará se uma pequena porção da PCH FORTALEZA estará ou não a ser inserida, independentemente disso a PCH deverá, segundo o Art. 36 desta Lei, apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral.

Lei Federal nº 12.334, de 10.9.2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Estabelece em seu “Art. 5º: A fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA): § 1º - A inspeção de segurança regular será efetuada pela própria equipe de segurança da barragem, devendo o relatório resultante estar disponível ao órgão fiscalizador e à sociedade civil” e ainda: “Art. 10º: Deverá ser realizada Revisão Periódica de Segurança de Barragem com o objetivo de verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e a jusante da barragem. “

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá submeter-se às inspeções da ANEEL relativas à segurança da barragem e deverá proceder as inspeções de segurança da barragem e informar à ANEEL. A PCH deverá estabelecer programa anual de verificação das condições de segurança da Barragem. Não obstante, devido à sua altura inferior a 13,00m está fora do enquadramento, nos termos da lei, que lhe impõe a necessidade de um plano de segurança de barragem.

Lei Federal nº 12.651, de 25.05.2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Estabelece que “Art. 7º: A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a

qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado”, e em seu “Art. 8º: A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei”, e também em seu “Art. 9º: É permitido o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental”, e ainda: “Art. 12º: Todo imóvel rural deve manter ...Reserva Legal, sem prejuízo das....Áreas de Preservação Permanente...: ... § 7º - Não será exigido Reserva Legal relativa às áreas adquiridas ou desapropriadas por detentor de concessão ... de potencial de energia hidráulica...” e “Art. 38º: É proibido o uso de fogo na vegetação ...”.

Aplicação: O reservatório da PCH FORTALEZA deverá implantar uma Área de Preservação Permanente. A implantação das estruturas da PCH FORTALEZA, deverá ser devidamente autorizada e a PCH FORTALEZA não impedirá o acesso, através da APP, para obtenção de água para dessedentação de animais(ainda que não diretamente, para se garantir a preservação da área). A nova legislação florestal brasileira isenta a PCH FORTALEZA de constituir sua Reserva Legal e a PCH deverá evitar queimadas em sua ADA - Área Diretamente Afetada.

DECRETOS FEDERAIS

Decreto Federal nº 99.274 de 06.06.1990, que regulamenta a Lei 6.938 de 31.08.1981 sobre Política Nacional do Meio Ambiente. Estabelece em seu “Art.17º: A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimento de atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem assim os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá ser previamente licenciada por órgão ambiental estadual.

Decreto Federal nº 4.136, de 20.02.2002, que dispõe sobre lançamento de óleo e substâncias nocivas. Estabelece que “Art. 1º: Constitui infração às regras sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição [...]”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá prevenir o lançamento de óleos ou substâncias oleosas, misturas oleosas e substâncias nocivas ou perigosas em águas do Rio Iapó.

Decreto Federal nº 4.339, de 22.08.2002, que institui a Política Nacional da Biodiversidade. Estabelece em seu Anexo: “2 - A Política Nacional da Biodiversidade reger-se-á pelos seguintes princípios: ... X - a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente deverá ser precedida de estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá evitar degradação ambiental do meio ambiente, onde estará submetida ao Poder Público podendo ser fiscalizada por possíveis degradações.

Decreto Federal nº 5.445, de 12.05.2005, que promulga o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Estabelece que “Art. 12º: ... 5 - As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo...”.

Aplicação: A energia elétrica gerada na PCH FORTALEZA substituirá a que é produzida por sistemas geradores a óleo cru, logo se enquadra como um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e poderá auferir receitas com a venda de créditos de Carbono.

Decreto Federal nº 6.040, de 7.02.2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais – PNPCT. Estabelece que “Art. 3º: São objetivos específicos da PNPCT: ... IV - garantir os direitos dos povos e das comunidades tradicionais afetados direta ou indiretamente por projetos, obras e empreendimentos.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA não se encontra em área declarada como de populações tradicionais, quilombolas e indígenas, de acordo com comunicação emitida pelas instituições correspondentes.

Decreto Federal nº 6.514, de 22.07.200, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente. Estabelece em seu “Art. 62º: Incorre nas mesmas...quem: ... V - lançar resíduos sólidos... em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou atos normativos; VI - deixar, aquele que tem obrigação, de dar destinação ambientalmente adequada a produtos, subprodutos, embalagens, resíduos ou substâncias quando assim determinar a lei ou ato normativo; ... XI - queimar resíduos sólidos ou rejeitos a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para a atividade”.

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá manter-se alerta para prevenir focos de poluição de qualquer origem, especialmente dos decorrentes do lançamento de resíduos no meio e não poderá queimar resíduos sólidos ou rejeitos se não tiver local/equipamento licenciado para tal.

Decreto Federal nº 7.747, de 5.06.2012, que institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI. Estabelece que “Art. 1º: Fica instituída a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas - PNGATI, com o objetivo de garantir e promover a proteção, a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA não se encontra em área identificada como pertencente às populações tradicionais, quilombolas e indígenas, de acordo com comunicação emitida pelas instituições correspondentes.

RESOLUÇÕES CONAMA

Resolução CONAMA n° 001, de 23.01.1986, que dispõe sobre critérios para a avaliação de impacto ambiental. Estabelece em seu "Art. 4°: Os órgãos ambientais competentes e os órgãos setoriais do SISNAMA deverão compatibilizar os processos de licenciamento com as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio ambiente, respeitados..."

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisará se manter em dia com seu licenciamento ambiental.

Resolução CONAMA n° 006, de 24.01.1986, que dispõe sobre modelos para publicação de pedidos de licenciamento. Estabelece que "I. Aprovar os modelos de publicação de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicação de licenças..."

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá publicar em dois jornais, o Oficial e em um de grande circulação, seus pedidos de renovação de Licenciamento.

Resolução CONAMA n° 006, de 16.09.1987, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica. Estabelece que "Art. 3°: Os órgãos estaduais competentes e os demais integrantes do SISNAMA envolvidos no processo de licenciamento estabelecerão etapas e especificações adequadas às características dos empreendimentos objeto desta Resolução."

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá observar as normas e especificações emitidas pelo IAP para seus procedimentos rotineiros e renovação do Licenciamento.

Resolução CONAMA nº 10, de 14.12.1988, que regulamenta as Áreas de Proteção Integral (APA), dispõe em seu “Art. 7º: Qualquer atividade industrial potencialmente capaz de causar poluição, além da licença ambiental prevista na Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, deverá também ter uma licença especial emitida pela entidade administradora da APA”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá requerer a licença ambiental padrão para sua atividade e uma licença ambiental especial emitida pela entidade administradora da APA Escarpa Devoniana, no caso, o IAP.

Resolução CONAMA nº 001, de 08.03.1990, que institui critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades [...]. Estabelece em seu inciso “IV - A emissão de ruídos produzidos... no interior dos ambientes de trabalho obedecerão às normas expedidas... pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá observar os níveis de ruído dentro da Usina, como condição do Ministério do Trabalho.

Resolução CONAMA nº 002, de 08.03.1990, que institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. Estabelece em seu “Art 1º: Instituir... o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - SILÊNCIO com os objetivos de:... d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído ...”

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisará verificar as condições de prevenção de ruído dentro da Usina.

Resolução CONAMA n° 237, de 19.12.1997, que dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Estabelece que “Art. 18°: O órgão ambiental competente estabelecerá os prazos de validade de cada tipo de licença [...]: ... § 4° - a renovação da Licença de Operação de uma atividade ou empreendimento deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá solicitar a renovação da LO com antecedência de 120 dias.

Resolução CONAMA n° 275, de 25.04.2001, que define código de cores para os vários tipos de resíduos. Que em seu “Art.1°: Estabelecer o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. ANEXO: Padrão de cores AZUL: papel/papelão; VERMELHO: plástico; VERDE: vidro; AMARELO: metal; PRETO: madeira; LARANJA: resíduos perigosos; BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde... MARROM: resíduos orgânicos; CINZA: resíduo não reciclável... não passível de separação.”

Aplicação: Os dispositivos de coleta de resíduos e efluentes da PCH FORTALEZA devem estar sinalizados adequadamente, através de cores de identificação.

Resolução CONAMA n° 302, de 20.03.2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Estabelece que “Art. 4°: O empreendedor [...] deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial [...] reservatórios artificiais destinados a geração de energia [...]”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá desenvolver um plano de uso e ocupação do entorno do reservatório, com indicação dos usos compatíveis com a geração hidrelétrica.

Resolução CONAMA nº 306, de 5.07.2002, que institui critérios a serem observados ao se executar Auditorias Ambientais Compulsórias. Estabelece em seu “Art. 4º: As auditorias ambientais devem envolver análise das evidências objetivas que permitam determinar se a instalação do empreendedor auditado atende aos critérios estabelecidos nesta Resolução, na legislação ambiental vigente e no licenciamento ambiental: Parágrafo único - As constatações de não conformidade devem ser documentadas de forma clara e comprovadas por evidências objetivas de auditoria e deverão ser objeto de um plano de ação” e ainda: “Art. 7º: O relatório de auditoria ambiental e o plano de ação deverão ser apresentados, a cada dois anos, ao órgão ambiental competente, para incorporação ao processo de licenciamento ambiental da instalação auditada.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá ser submetida a Auditoria Ambiental Compulsória que terá como referências de verificações o atendimento à legislação e licenciamento e a Auditoria deverá ser relatada formalmente, destacando as não conformidades e as melhorias recomendadas, expostas em um plano de ação. O relatório da Auditoria deverá ser apresentado pela PCH FORTALEZA a cada 2 anos.

Resolução CONAMA nº 307, de 5.07.2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Em que em seu “Art. 1º: Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais” e ainda: “Art. 4º: Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos...: § 1º - Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de ‘bota fora’, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.”

Aplicação: Em cada necessidade de edificação ou reforma a PCH FORTALEZA deverá administrar seus resíduos de construção civil para que não se constituam foco de degradação e deverá evitar, também, que surjam muitos resíduos e deverá destinar corretamente.

Resolução CONAMA nº 362, de 23.06.2005, que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Estabelece que “Art. 1º: Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos [...]” e ainda “Art. 12º: Ficam proibidos quaisquer descartes de óleos usados ou contaminados em solos, subsolos, nas águas interiores, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e nos sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA contratará com seus fornecedores de óleos lubrificantes e isolantes que a destinação dos resíduos seja da responsabilidade daqueles.

Resolução CONAMA nº 428, de 17.12.2010, que dispõe sobre licenciamento ambiental em Unidades de Conservação. Em seu “Art. 1º: O licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar UC [...], assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em EIA/RIMA, só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC...”

Aplicação: Há dúvidas acerca da inclusão ou não da PCH FORTALEZA em uma UC de Uso Sustentável, mas de qualquer maneira o EIA/RIMA está sendo submetido ao órgão responsável pela UC.

RESOLUÇÕES ANEEL

Resolução ANEEL N° 652, de 9.12.2003, que estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Estabelece que “Art. 3°: Será considerado com características de PCH o aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km².”

Aplicação: A PCH FORTALEZA, que possuirá potência instalada de 13 MW, operando como produtor independente, com reservatório mínimo, se enquadra, indiscutivelmente como PCH.

2.10.2. Legislação Paranaense

Constituição do Estado do Paraná de 1989 estabelece em seu “Art. 163: O Estado fomentará a implantação, em seu território, de usinas hidrelétricas de pequeno porte, para o atendimento ao consumo local, respeitada a capacidade de suporte do meio ambiente” e ainda: “Art. 209: Observada a legislação federal pertinente, a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas dependerá de projeto técnico de impacto ambiental e aprovação da Assembleia Legislativa; a de centrais termonucleares, desse projeto, dessa aprovação e de consulta plebiscitária.”

Cinco artigos da Constituição do Estado do Paraná são relativos ao aproveitamento dos Recursos Hídricos:

Determina no Artigo 162, que as negociações sobre aproveitamento energético, de recursos hídricos entre a União e o Estado e entre este com outras unidades da federação, devem ser acompanhadas por Comissão Parlamentar nomeada pela Assembleia Legislativa do Estado.

Seu Artigo 163 determina que o Estado deverá fomentar a implantação, em seu território, de usinas hidrelétricas de pequeno porte, respeitando a capacidade de suporte do meio ambiente.

Entre várias imposições, o Artigo 207 determina que sejam realizados estudos prévios de impacto ambiental para a construção, instalação e operação de atividades potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental, que aquele que explorar recursos minerais recupere o meio ambiente degradado, que sejam incentivadas as atividades privadas de conservação ambiental, e outras.

O Artigo 209 impõe que os empreendimentos de termoelétricas e hidrelétricas sejam aprovados pela Assembleia Legislativa.

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá obter a aprovação de uma Lei autorizando sua edificação.

LEIS ESTADUAIS

Lei Estadual nº 6.513, de 18.12.1973, que institui a proteção dos recursos hídricos contra agentes poluidores. Estabelece que “Art. 1º: Os efluentes das redes de esgotos, os resíduos líquidos das indústrias e os resíduos sólidos domiciliares ou industriais somente poderão ser lançados às águas situadas no território do Estado, ‘*in-natura*’ ou depois de tratados, quando as águas receptoras após o lançamento, não sofrerem poluição.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisará definir a destinação de esgotos de forma a que não venha a contaminar águas receptoras naturais.

Lei Estadual nº 7.109, de 17.01.1979, que institui o Sistema de Proteção do Meio Ambiente [...]. Estabelece em seu “Art. 3º: Fica proibida qualquer ação de agentes poluidores ou perturbadores, bem como, o lançamento ou liberação de poluentes sobre o Meio Ambiente.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA precisará atentar aos seus agentes poluidores ou perturbadores ambientais, prevenindo focos de contaminação.

Lei Estadual nº 10.233, de 28.12.1992, que institui a Taxa Ambiental [...]. Estabelece em seu “Art. 1º: Fica instituída a Taxa Ambiental, tendo como fato gerador o exercício regular do poder de polícia ou a utilização de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte, ou posto a sua disposição, pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá pagar as taxas ambientais correspondente à renovação da LO.

Lei Estadual nº 11.054, de 11.01.1995, que dispõe sobre a Lei Florestal do Estado. Estabelece que “Art. 29º: As formações florestais, localizadas na faixa de entorno... de reservatórios artificiais, terão função protetora, podendo, no entanto, ser exploradas através de técnicas de manejo, a critério da autoridade florestal, salvo as faixas previstas como de preservação permanente com limite mínimo de 30m a contar da linha de água junto às margens.”

Aplicação: As matas da PCH FORTALEZA, plantadas e onde se permitiu a regeneração natural, além da APP, poderiam ser exploradas com técnicas de manejo.

Lei Estadual nº 12.493, de 22.01.1999, que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais. Estabelece que “Art. 5º: Os resíduos sólidos deverão sofrer acondicionamento, transporte, tratamento e disposição final adequados, atendendo as normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e as condições estabelecidas pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP, respeitadas as demais normas legais vigentes.” E ainda “Art. 14º: Ficam proibidas, em todo o território do Estado do Paraná, as seguintes formas de destinação final de resíduos sólidos, inclusive pneus usados: I - lançamento "in natura" a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais; II - queima a céu aberto; III - lançamento em corpos d'água, manguezais, terrenos

baldios, redes públicas, poços e cacimbas, mesmo que abandonados; IV - lançamento em redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, e de telefone.”

Aplicação: Os resíduos gerados na PCH FORTALEZA deverão ser acondicionados para sua destinação final adequada e não poderá haver, na área da PCH FORTALEZA, destinação incorreta dos resíduos, sejam quais forem estes, ou os locais receptores.

Lei Estadual nº 12.726, de 26.11.1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Estabelece em seu “Art. 2º: A Política Estadual de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: ...III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV: a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas” e ainda “Art. 13º: Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os seguintes direitos de uso de recursos hídricos [...]: ...IV - aproveitamento de potenciais hidrelétricos.”

Aplicação: Em situações de escassez, a PCH FORTALEZA deverá permitir o uso das águas por terceiros, para consumo humano e dessedentação de animais. A gestão das águas da PCH FORTALEZA deverá permitir usos múltiplos compatíveis, tais como a pesca, recreação e dessedentação de animais e a PCH só deverá estar operando com base em outorga dos usos dos recursos hídricos.

Lei Estadual nº 16.242, de 13.10.2009, que cria o Instituto das Águas do Paraná. Estabelece em seu “Art. 4º: Compete ao Instituto das Águas do Paraná: I - desempenhar, na condição de órgão executivo gestor do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR, as competências previstas no artigo 39-A da Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH/PR”.

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá solicitar e possuir outorga de usos hídricos do rio Iapó, para exploração do potencial hidrelétrico.

Lei Estadual nº 17.144, de 09.05.2012, que dispõe sobre a prevenção e o combate às doenças associadas à exposição solar do trabalhador rural, do pescador e do aquicultor. Estabelece que “Art. 3º: A prevenção e o controle às doenças associadas à exposição solar do trabalhador rural, do pescador e do aquicultor orientam-se pelos seguintes objetivos:... II - contribuir para a existência de uma cultura de utilização de protetores solares; III - estimular a população a realizar exames especializados para detecção de câncer e de outras enfermidades de pele; e IV - promover campanhas educativas que visem ao esclarecimento da população rural sobre os cuidados e procedimentos a serem adotados quando em atividade exposta ao sol.”

Aplicação: Os empregados da PCH FORTALEZA deverão ser alertados dos riscos da alta exposição solar, e serem orientados a utilizar protetores solares e roupas pessoais adequadas.

Lei Estadual nº 13.448, de 11.01.2002, que dispõe sobre Auditoria Ambiental Compulsória. Estabelece que “Art. 4º: Deverão, obrigatoriamente, realizar auditorias ambientais compulsórias periódicas, com o intervalo máximo de 04 (quatro) anos, as pessoas jurídicas públicas ou privadas com atividade de elevado potencial poluidor ou degradador do meio ambiente, tais como: ...IV - unidades de geração e transmissão de energia elétrica.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA, como licenciada pelo IAP na categoria de unidade de geração e transmissão de energia elétrica deverá realizar Auditoria Ambiental Compulsória.

DECRETOS ESTADUAIS

Decreto Estadual nº 1.231, de 27.03.1992, que cria a Área de Proteção Ambiental denominada APA da Escarpa Devoniana. Define que “Art. 3º: ficam incluídas na APA DA ESCARPA DEVONIANA, parte dos municípios de [...] Tibagi [...] contidas no perímetro acima descrito.

Aplicação: A PCH FORTALEZA possui sua área de influência nos limites da APA da Escarpa Devoniana, deverá, assim, estar em observância às legislações pertinentes à UC/APA.

Decreto Estadual nº 2.076, de 07.11.2003, que aprova o Regulamento da Lei nº 13.448, de 2002, que dispõe sobre Auditoria Ambiental Compulsória. Estabelece em seu “Art. 2º: Para os efeitos deste regulamento, considera-se auditoria ambiental compulsória a realização de avaliações e estudos destinados a verificar: I – o cumprimento das normas legais ambientais em vigor; II – os níveis efetivos ou potenciais de poluição ou de degradação ambiental por atividades de pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas; III – as condições de operação e de manutenção dos equipamentos e sistemas de controle de poluição; IV – as medidas necessárias para: a) assegurar a proteção do meio ambiente; b) assegurar a proteção da saúde humana; c) minimizar impactos negativos ao meio ambiente e recuperar o meio ambiente; V – a capacitação dos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas, instalações e equipamentos de proteção do meio ambiente e VI – os fatores de risco advindos das atividades potencialmente e efetivamente poluidoras.”

Aplicação: A Auditoria Ambiental da PCH FORTALEZA deverá observar os termos de referência e de conteúdo previsto na legislação.

Decreto Estadual nº 3.320, de 12.07.2004, que aprova os critérios...aplicáveis ao SISLEG – Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente. Estabelece que “Art. 9º: As áreas de preservação permanente deverão, obrigatoriamente, estar localizadas no próprio imóvel, sendo vedada a sua relocação”.

Aplicação: A APP da PCH FORTALEZA deverá estar obrigatoriamente localizada no trecho do rio Iapó utilizado no contexto do aproveitamento hidrelétrico.

RESOLUÇÕES ESTADUAIS

Resolução SEMA/IAP 041, de 09.12.2002, que define critérios para o controle da qualidade do ar. Estabelece em seu “Art. 14º: Fica proibida a queima a céu aberto, de qualquer tipo de material, exceto nos seguintes casos: a) quando for praticada após autorização do Instituto Ambiental do Paraná; b) treinamento de combate a incêndio”.

Aplicação: PCH FORTALEZA não deverá fazer ou autorizar a queima de materiais lenhosos ou residuais em toda Área Diretamente Afetada.

Resolução SEMA/IAP N° 09, de 03.11.2010, que estabelece procedimentos para licenciamentos de unidades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Estado do Paraná. Estabelece que “Art. 8º: Todos os empreendimentos tratados por esta Resolução dependerão, obrigatoriamente, da apresentação da... documentação quando do requerimento do licenciamento ambiental, de acordo com a modalidade de licenciamento” e ainda “Art. 24º: É de responsabilidade do empreendedor a realização e aprovação junto aos Órgãos competentes, de estudos de estruturação e execução e regularização fundiária, e eventuais realocações / reassentamentos de famílias atingidas pelo empreendimento, quando se aplicar.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA tem a responsabilidade de realizar estudos de estruturação e execução e regularização fundiária das áreas afetadas diretamente pelo seu empreendimento, bem como pelas eventuais realocações / reassentamentos de famílias atingidas pelo empreendimento.

Resolução CEMA N° 065, de 2008, que dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente. Estabelece em seu “Art. 71º: A renovação de licença de operação de uma atividade ou empreendimento deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração do seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente renovado até manifestação definitiva do órgão ambiental competente: § 1º -

Quando do requerimento de renovação de licença de operação, nos casos previstos na legislação aplicável, será exigida a apresentação dos relatórios periódicos dos trabalhos de monitoramento, controle e/ou recuperação ambiental, devidamente assinado pelo técnico responsável.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA providenciará o pedido de renovação da LO no prazo determinado e apresentará, ao final do período de cada LO, informações dos trabalhos de monitoramento, controle e/ou recuperação ambiental.

PORTARIAS ESTADUAIS

Portaria IAP Nº 145, de 20.09.2005, que estabelece os critérios para a realização de Auditoria Ambiental Compulsória, e Planos de Correção de Não Conformidades. Estabelece que “Art. 1º: As Auditorias Ambientais Compulsórias devem ser realizadas por equipe técnica independente do Auditado... com Auditores Ambientais, através de pessoa física ou pessoa jurídica, devidamente cadastrados no IAP.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA contratará, para a Audiência Compulsória, Auditor Ambiental habilitado perante o IAP.

Portaria IAP Nº 158, de 10.09.2009, que aprova a Matriz de Impactos Ambientais Provocáveis por Empreendimentos/Atividades potencial ou efetivamente impactantes. Estabelece em seu “Art. 1º: Aprovar a Matriz de Impactos Ambientais provocáveis por empreendimentos / atividades potencial ou efetivamente impactantes, conforme ANEXO I, e respectivos Termos de Referência Padrão, cuja finalidade é servir de parâmetro para avaliação dos graus de impacto ambiental, negativos e/ou positivos, que deverão ser considerados nos Estudos e Projetos Ambientais que devem subsidiar as análises prévias, diagnósticos e prognósticos para os diversos meios analisados, elaborados nas etapas preliminares que antecedem licenciamento... ambiental.”

Aplicação: As análises dos impactos serão avaliadas de acordo com a Matriz de Impactos Ambientais do IAP.

Portaria IAP nº 097 de 29 de maio de 2012, que trata dos procedimentos para emissão de Autorizações Ambientais para Manejo de Fauna em processos de Licenciamento Ambiental. Estabelece como manejo da fauna três categorias de trabalho: Levantamento de Fauna; Monitoramento de fauna; e Salvamento, resgate e destinação de fauna, definindo que “As autorizações para Manejo de Fauna, de empreendimentos licenciados pelo órgão estadual, serão parte componente do licenciamento ambiental, respeitadas as suas fases” (Art. 3º), e que para a fase de LP será dada uma “Ambiental específica ao IAP, a qual terá validade de um ano e não é passível de renovação” (art.4º). Os procedimentos de resgate e destinação da fauna serão feitos mediante uma “Autorização Ambiental específica ao IAP, tendo como base o Plano Básico Ambiental – RDPA...” (art. 5º). “Para o procedimento de monitoramento de fauna, não é necessário solicitar Autorização Ambiental específica ao IAP, pois o mesmo constará como condicionante da respectiva licença ambiental a ser emitida...” (Art. 7º).

Aplicação: os estudos faunísticos da PCH FORTALEZA deverão ser precedidos de Autorizações Ambientais específicas cada vez que implicar em captura e manejo da fauna silvestre.

2.10.3. Legislação Municipal de Tibagi

Lei Orgânica do Município de Tibagi, de 14.12.2000, que institui a Lei Orgânica do município. Estabeleci inicialmente que ‘Art. 94º : são bens do Município de Tibagi [...]: Parágrafo Único – O Município participará no resultado da exploração de [...] recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica [...]’ e em seu “Art. 164º: o Município providenciará, com a participação efetiva da população, a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, artificial e do trabalho, atendidas as peculiaridades regionais e locais, em harmonia com o desenvolvimento social e econômico, para assegurar a todos os cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado” ainda “§ 2º - Incumbe ainda ao poder público: ... IV - exigir, para a instalação de obra ou atividade potencialmen-

te causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; ... XIII - registrar, acompanhar e fiscalizar a concessão de direitos de pesquisa e de exploração de recursos hídricos e minerais em seu território.”

Aplicação: A PCH FORTALEZA deverá comprometer-se a assegurar o meio ambiente equilibrado em seus limites, utilizando racionalmente o recurso hídrico para o empreendimento, apresentará o EIA/RIMA e estará sujeito à fiscalização dos órgãos competentes e da Prefeitura Municipal de Tibagi.

2.11. COMPATIBILIDADE COM PLANOS E PROGRAMAS OFICIAIS

Foram considerados neste EIA os seguintes Planos e Programas oficiais, do Estado do Paraná, com exceção do último, que é da iniciativa municipal:

2.11.1. Áreas Estratégicas Para Conservação da Biodiversidade

O programa das Áreas Estratégicas para Conservação da Biodiversidade do Paraná foi criado para ser uma ferramenta para gestão ambiental com base no planejamento da paisagem, delimitando as áreas de maior importância para a biodiversidade paranaense.

Tendo em vista a conservação dos remanescentes florestais e a restauração de áreas para a formação de corredores ecológicos, prevê esforços conjunto do governo, empresas e sociedade civil, bem como a criação de incentivos e estabelecimento de apoio, através do reconhecimento dos proprietários, para a conservação de suas áreas naturais. O Programa possui quatro objetivos, a saber: a) identificação das áreas de maior importância biológica, b) priorizar ações de gestão ambiental do IAP e instituições dedicadas à conservação; c) identificar e apoiar produtores rurais situados em áreas de grande valor biológico; e d) ressaltar a importância da conservação dos remanescentes nativos, com foco da conscientização da sociedade.

Incluem-se entre as linhas de ação deste Programa medidas em favor de Reservas Legais, com compensação e servidão de uso, focado em criar atrativos a proprietários de imóveis que desejam ceder ou receber as RL. Outra linha de ação previu pagamentos por serviços da Biodiversidade, priorizando a agricultura familiar. A terceira linha de ação visou à criação de novas Unidades de Conservação e, finalmente, a última linha de ação tratou de incentivar o manejo sustentável de recursos naturais, como a erva-mate e plantas medicinais.

Não há incompatibilidades evidentes deste Programa com o projeto da PCH FORTALEZA, assim como não existem formas diretas de participação do empreendimento nos objetivos e metas, em vista de que a área do projeto não se apresenta como de relevante importância ecológica, evidenciado pela parca fauna e flora, já muito alterada por usos antrópicos pregressos; As áreas a serem afetadas estão sendo adquiridas dos atuais proprietários e não possuem valor biológico importante; Não há remanescentes nativos significativos nas áreas afetadas; e, ainda que a PCH dedique atenção responsável na preservação de área ciliar, nesta é extremamente pobre a vegetação natural, ademais de estar contaminada por pastagens e árvores exóticas, como o pinus e o eucalipto.

2.11.2. ICMS Ecológico

Este programa reconhecidamente importante é desejado pelos Municípios Paranaenses porque faz o repasse de recursos financeiros de impostos e taxas quando tais municípios abrigarem em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Entretanto as áreas protegidas da PCH FORTALEZA não se enquadram neste programa, ainda que parte dos tributos a hidrelétrica pagará aos cofres públicos venha a ser repartida pelo Poder Público à municipalidade. A APP do Reservatório não se enquadra como Unidade de Conservação estabelecida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

2.11.3. PRADA e PRA

Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas e Programa de Regularização Ambiental

O PRADA foi criado no contexto do Dec. Fed. nº 7.830/12, tendo como meta apoiar os 532 mil produtores rurais do Paraná a recuperar suas APP e Reservas Legais.

Este apoio, por parte do IAP significou sua estruturação para produzir e distribuir mais de 10 milhões de mudas florestais nativas anualmente. São objetivos complementares do PRADA o fortalecimento da formação dos corredores ecológicos para a conservação da biodiversidade, a promoção do adensamento de áreas naturais e reflorestar com espécies florestais nativas destinadas à exploração comercial e sustentável, bem como incentivar sistemas agrosilvopastoris (SAFs), projetos destinados à fixação de carbono atmosférico e outros. As ações da PRADA, além das APP e RL tem como metas alcançar áreas degradadas por mineração, passivos ambientais de obras de infraestrutura; de desenvolver o manejo de espécies nativas e a recuperação de ambientes naturais não protegidos.

A compatibilidade da PCH FORTALEZA com este programa se apresenta em várias faces, por exemplo, no apoio aos trabalhos que a empreendedora fará para restaurar a futura APP, hoje biologicamente desestruturada, no restabelecimento dos corredores de biodiversidades, que são naturais ao longo das margens de rios, desde que com conexões bióticas relevantes, etc.

2.11.4. Controle de Espécies Invasoras

A Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, constante da Portaria IAP 125/2009, identificou cerca de 5 dezenas de espécies florísticas, mais de 4 dezenas de seres aquáticos marinhos e de rios interiores, e duas dezenas de mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Incluem-se nesta lista o pardal, o cão doméstico, a abelha africana e a goiabeira.

As espécies identificadas foram separadas em dois grupos em função de seu potencial de disseminação. As de maior risco (Classe II), a Portaria recomendou que a Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas - DIBAP propusesse medidas para

normatizar os procedimentos para licenciamento, monitoramento, fiscalização e controle de tais espécies.

O projeto hidrelétrico em tela não prevê criar ou disseminar espécies exóticas, invasoras ou não, em suas dependências, cuja ação foge de suas atribuições. Contudo, reconhecendo que em seu Reservatório poderão se abrigar espécimes citados nesta lista, poderá, se demandado neste sentido, prestar apoio aos trabalhos de pesquisas, capturas e erradicação, a serem promovidos e desenvolvidos por instituições idôneas, escudadas por decisão do órgão ambiental.

2.11.5. Programa de Conservação e Proteção da Biodiversidade

Programa de estratégia política estadual busca, através do estabelecimento de diretrizes estaduais de planejamento, interligar esforços públicos e privados e compatibilizar programas e projetos em andamento, tendo como alvo e base, a sustentabilidade ambiental e social para a conservação da biodiversidade nos ecossistemas representativos do Estado.

A PCH, ainda que não descendo ao detalhamento das metas e diretrizes deste Programa, certamente contribuirá para sua consecução, ao desenvolver em sua área, ações de recuperação e proteção do sortimento biótico próprio do local do Projeto.

2.11.6. Plano de Bacias Hidrográficas

Das nove bacias, ou grupos de bacias hidrográficas agrupadas neste Programa, uma delas é a do Tibagi. O Plano da Bacia do Tibagi indica que a PCH FORTALEZA está localizada no Alto Tibagi, já que se situa entre 1120 e 700m de altitude. Sintetizado em um amplo folder, o Programa informa que, referente à qualidade das águas, o órgão ambiental vem procedendo a análises limnológicas, obtendo resultados que indicam ser boa a qualidade das águas monitoradas, na maioria dos pontos classificadas como sem restrições aos usos para abastecimento público e industrial, irrigação do solo e dessedentação de animais. Informa, também, que a carga poluidora potencial é da ordem de 77.220 kg DBO₅ e a industrial potencial é de 130 mil kg DBO₅. Finalmente, comenta que pelo escoamento superficial das águas das chuvas, é que chega ao curso do rio sua maior carga poluidora.

O Projeto Hidrelétrico participará – como já iniciou neste EIA/RIMA, a proceder ao monitoramento das águas que chegam e saem de seu reservatório. Esta recomendação, que em geral consta nas condicionantes do órgão ambiental, já está sendo antecipada, e seus resultados contribuirão, assim o espera a empresa, a alimentar um banco idôneo de dados técnicos.

2.11.7. Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais

Organização do Governo do Estado focado em 12 grandes objetivos que visam à implantação de políticas públicas, medidas de incentivos, desenvolvimento de tecnologias de controle e atenuação de emissões de Carbono. Dentre estes grandes objetivos deles, o XI, possui alta compatibilidade aos da PCH FORTALEZA. Este objetivo, explicitamente visa a “estimular, no Estado do Paraná, a implantação de projetos que utilizem o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a fim de que se beneficiem do "Mercado de Carbono" decorrente do Protocolo de Kyoto, e outros mercados similares...”

Constitui-se dos planos desta PCH FORTALEZA usufruir dos benefícios do mercado de compensação das emissões de carbono. As PCHs são dos poucos tipos de empreendimentos já reconhecidos como os que efetivamente permitem a redução das emissões atmosféricas de alto teor de Carbono, ou seja, constituem-se em Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL.

2.11.8. Recicla Tibagi

O município de Tibagi recebeu certificado da premiação Eco-cidade por seu projeto que envolve a limpeza pública da cidade e do interior, desde a varrição até a reciclagem e compostagem. Tibagi se destacou entre os três melhores programas brasileiros na gestão de resíduos pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE.

O Programa consta de uma série de iniciativas envolvendo a Prefeitura e a sociedade. A população separa seus resíduos em sacolas de lixo úmido e seco. Estes são coletados periodicamente (diariamente em caminhões adaptados na cidade; três vezes por semana nos distritos industriais e em localidades rurais). Todo o material é

levado para uma Usina de Triagem. O lixo úmido – orgânico - passa pelo processo de biodegradação para a produção do composto orgânico. Os resíduos secos são classificados, prensados e destinado à reciclagem.

O projeto é compatível com a hidrelétrica, notadamente na fase de construção, onde as atividades civis serão assistidas por serviços de hospedagem e alimentação de seus contratados, logo, gerando diversos tipos de resíduos, que serão então selecionados e entregues – ou recolhidos – periodicamente pelo projeto municipal.

3. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

A barragem da PCH FORTALEZA está situada no rio Iapó, a 7,0 quilômetros subindo o rio desde sua foz no rio Tibagi de cuja bacia, logo, faz parte. O rio Iapó pertence, no enquadramento da ANEEL, à bacia 64 (rio Iapó), da Bacia 6 (rio Paraná). Nasce no sul da Serra das Furnas, divisor de águas entre as bacias do rio das Cinzas e Iapó, no município de Pirai do Sul. Desta nascente o curso do rio Iapó desenvolve-se no sentido sudoeste até a cidade de Castro, guinando após para noroeste até atingir sua foz no rio Tibagi, atravessando integralmente o município de Castro e adentrando o município de Tibagi onde terá sua foz. A PCH FORTALEZA deve seu nome porque incorpora em seu reservatório o trecho final do rio Fortaleza, incluindo sua foz. A Figura 02 mostra o sistema hidrológico da bacia do Iapó.

Com um comprimento de 172 km, o Iapó tem uma área de drenagem total de 3.069 km², sendo enquadrado como um rio de pequeno a médio porte. Nos trabalhos de inventário e projeto de viabilidade técnica se constatou que ao longo de seu trajeto o

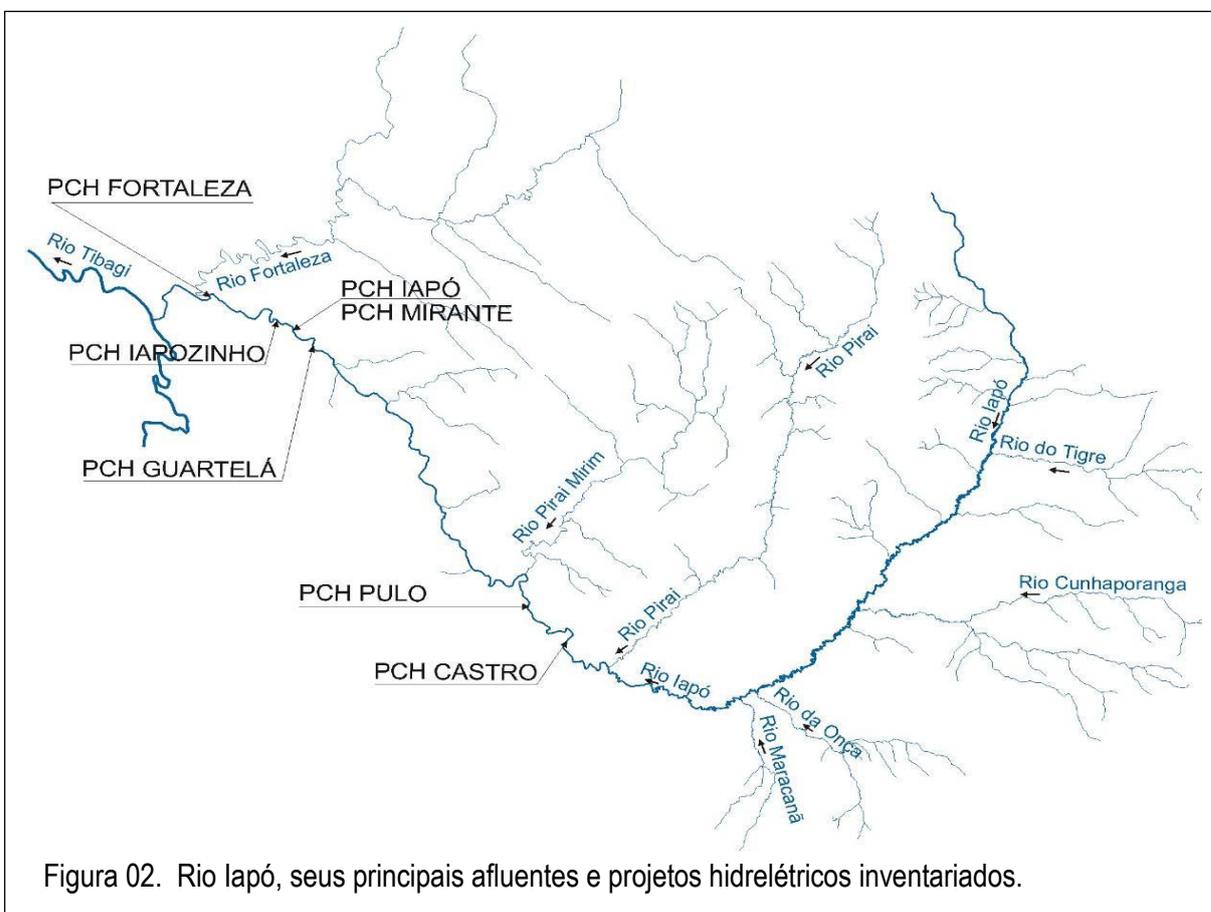


Figura 02. Rio Iapó, seus principais afluentes e projetos hidrelétricos inventariados.

rio Iapó possui vários desníveis concentrados e algumas corredeiras, ainda que o trecho principal referente ao cânion do Guartelá tenha sido integralmente reservado à função de preservação ambiental.

Outros dados do Projeto Básico informam que o comprimento da bacia, no talvegue é de 167 km, seu desnível total alcança 518 m, a declividade média da bacia é da ordem de 3,11 m/km e a altitude média da bacia está a 1.034m ao nível do mar.

Para descrever o Projeto e atender ao que requerem os Termos de Referência do IAP para este gênero de empreendimento, descreveu-se o Projeto em 17 seções, com dados extraídos do Projeto Técnico, a saber:

- a) Estudos hidrológicos demonstrando a viabilidade do empreendimento;
- b) Quadro do potencial energético do aproveitamento;
- c) Fluxograma do processo de geração e sua eficiência;
- d) Área e volume do reservatório, bem como os níveis operacionais;
- e) Tempo de residência do reservatório;
- f) Transporte de sedimentos e assoreamento
- g) Infraestrutura para implantação e operação do empreendimento;
- h) Estudo das alternativas tecnológicas, e locacionais do projeto;
- i) Descrição dos componentes da hidrelétrica: barragem e estruturas afins
- j) Possibilidades de expansão ou repotenciação da geração;
- k) Descrição das fases de planejamento, implantação, operação e desativação;
- l) Atividades principais e secundárias de cada fase da obra
- m) Captação e disposição final das águas pluviais das áreas impermeabilizadas;
- n) Indicar destino dos efluentes da Obra e Operação do empreendimento,
- o) Layout do empreendimento, cortes e desenhos explicativos;
- p) Subestação e linha de distribuição (transmissão)
- q) Cronograma resumido da implantação do empreendimento

3.1. Estudos Hidrológicos

No rio Iapó, bem como no rio Fortaleza não existem condições de navegação, não há usos consuntivos significativos, tais como captações para irrigação e usos urbanos, não sendo notória a dessedentação de animais. Salvo na área de uso público exercido no Parque Estadual do Quartelá, situado a cerca de 15 quilômetros a montante do aproveitamento hidrelétrico, inexistem práticas significantes de recreação e pesca.

As condições de declividade de grande extensão das margens na área do empreendimento impõem restrições às atividades agrícolas que, entretanto, ocorrem nas porções mais elevadas do terreno. Pelas condições descritas, evidencia-se a vocação energética do Iapó como alternativa econômica relevante.

Os postos de medição hidrológica em que se baseou a localização do eixo no estudo do Projeto Básico foram as do estudo de inventário hidrelétrico do rio Iapó, onde se informa que a área de drenagem da bacia até a barragem da PCH FORTALEZA é de 3.046 km², com um perímetro de 268 km.

Os resultados dos estudos hidrológicos – que serão detalhados nas seções seguintes – levantaram que a menor vazão média mensal foi de 6,3 m³/s medida no eixo da PCH FORTALEZA, ocorreu em agosto de 1944 e a maior vazão de 301,7 m³/s ocorreu em junho de 1983. A vazão média de longo termo (Vazão MLT) no local da PCH FORTALEZA foi calculada em 58,5m³/s.

A Figura 03 mostra a variação das vazões específicas médias mensais. Em seções seguintes se detalhará outros aspectos do aproveitamento dessa hidrologia.

3.2. Características Energéticas

Dos estudos hidrológicos, que geraram várias alternativas de aproveitamento foi selecionada a alternativa que apresentava uma potência instalada de 13,0 MW, para utilizar a vazão firme de 47,8 m³/s, que representa um bom índice de aproveitamento do recurso hídrico.

A partir das séries de vazões médias mensais do período crítico, sem a utilização de modelos de simulação, foi determinada a energia firme. Assim, na potência citada, com um fator de capacidade médio de 0,56, se obterá uma geração média de 7,31 MW_{méd} de geração firme, que equivale a 64.042MWh/ano. Nas condições citadas, o processo de geração e sua eficiência poderão ser analisados através da tabela e gráfico apresentados na Figura 04.

3.3. PROCESSO DE GERAÇÃO

A base de dados para determinar a normalidade hidrológica do rio Iapó, essencial para se compreender todo o processo de geração, foi fundamentada no Inventário do trecho do rio Iapó. O Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná – elaborado pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA, em março de 1998; em dados de Postos Fluviométricos e Pluviométricos disponibilizados pela ANEEL (Hidroweb); em informações do CEHPAR - Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza (UFPR/COPEL) – Projeto HG77 - Estudos de regionalização de vazões para o Estado do Paraná; da SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento do Estado do Paraná; e do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, foram todos a base de dados essencial para determinar a normalidade hidrológica do rio Iapó, essencial para se compreender todo o processo de geração, foi fundamentada nos estudos de inventário do potencial hídrico do rio Iapó.

Pela criticidade da questão das vazões necessárias para a viabilidade do empreendimento, o Projeto Básico se dedicou com esmero para a determinação das várias situações, em especial sobre a permanência do fluxo das águas, que, ao final, resultarão na capacidade do rio em suportar o empreendimento.

Não vem ao caso, neste EIA, dissertar sobre tais estudos, passando-se diretamente aos resultados destes, vistos nas condições das vazões médias normais, das máximas e mínimas e dos cálculos para determinação da vazão ecológica ou sanitária, que garantirá a biologia do trecho entre a barragem e a restituição.

PROJETO BÁSICO FORTALEZA

EIXO:

Dados gerais

Nível de água normal de montante	706,50	
Nível de água mínimo de montante	706,50	
Nível de água médio	706,50	
Nível de água normal de jusante	689,00	
Queda bruta Hb (m)	17,50	
Perda hidráulica no circuito adutor (%Hb)	2,18%	
Queda líquida HI (m)	17,12	
Fator de indisponibilidade forçada	0,98	
Rendimento médio do conjunto turb/mult/ger/trans	0,899	
Potência instalada (MW)	13,00	
Engolimento total (m³/s)	86,1	
Energia assegurada (Mwmed)	64042	7,31
Fator de capacidade médio	0,56	

Volume útil do reservatório ref. NAM (10 ⁶ m³)	0,000
Vazão Q10,7 (m3/s)	4,74
Vazão remanescente 50% Q10,7 (m³/s)	2,37
Vazão média de longo período (m³/s)	58,5
Estimativas de regularização	m³/s
regularização diária	0,00
regularização mensal	0,00
Área de drenagem posto (dados de origem) - km²	2266
Área drenagem local de estudo - km²	3046
Fator correção de vazão específica	1,00

Análise da motorização					
Potência Instalada	engolimento	Energia Firme	Energia média	f.cap	f.cap
MW	m³/s	P.Crit MWmed	MWmed	firme	mit
0,00	0,0	0,00	0,00	0,98	0,98
3,00	19,9	2,72	2,81	0,91	0,94
6,00	39,7	4,49	4,91	0,75	0,82
9,00	59,6	5,37	6,29	0,60	0,70
12,00	79,5	5,89	7,12	0,49	0,59
15,00	99,3	6,19	7,60	0,41	0,51
18,00	119,2	6,44	7,87	0,36	0,44
21,00	139,0	6,62	8,03	0,32	0,38
24,00	158,9	6,68	8,13	0,28	0,34
27,00	178,8	6,72	8,19	0,25	0,30
30,00	198,6	6,73	8,23	0,22	0,27

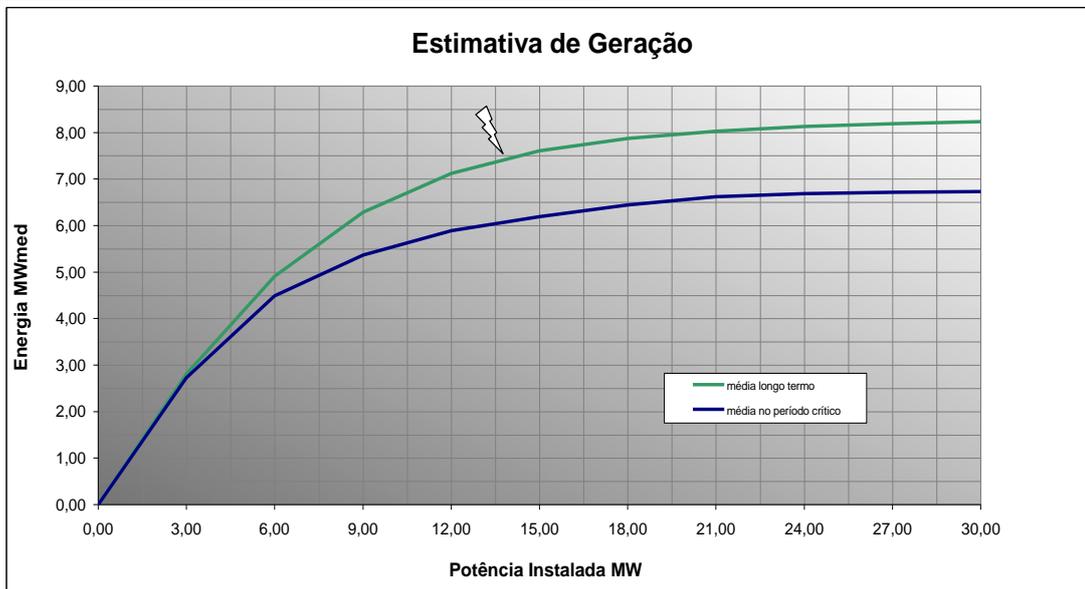
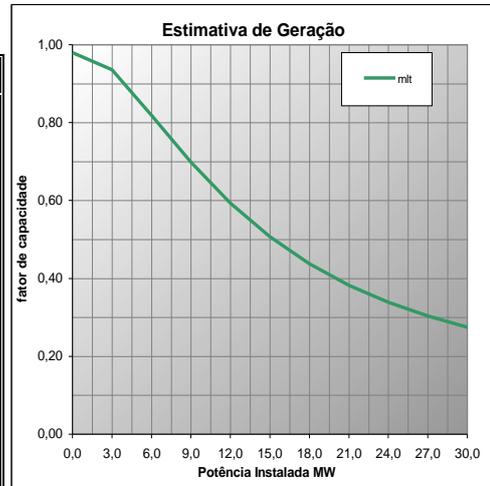


Figura 04. Quadro resumo dos estudos energéticos PCH FORTALEZA

3.3.1. Curva de permanência

A curva de permanência, também conhecida como curva de duração mostra o comportamento fluxo do rio ao longo dos períodos diários, mensais, anuais ou de qualquer outro intervalo de tempo. É um instrumento necessário para a determinação da energia gerada que estabelece a correlação direta entre os valores de vazão ou potência e a sua disponibilidade (quantos dias por ano devem ocorrer valores de vazão/potência iguais ou superiores a um determinado valor).

Assim, a curva de permanência relaciona a vazão ou nível de um rio com a probabi-

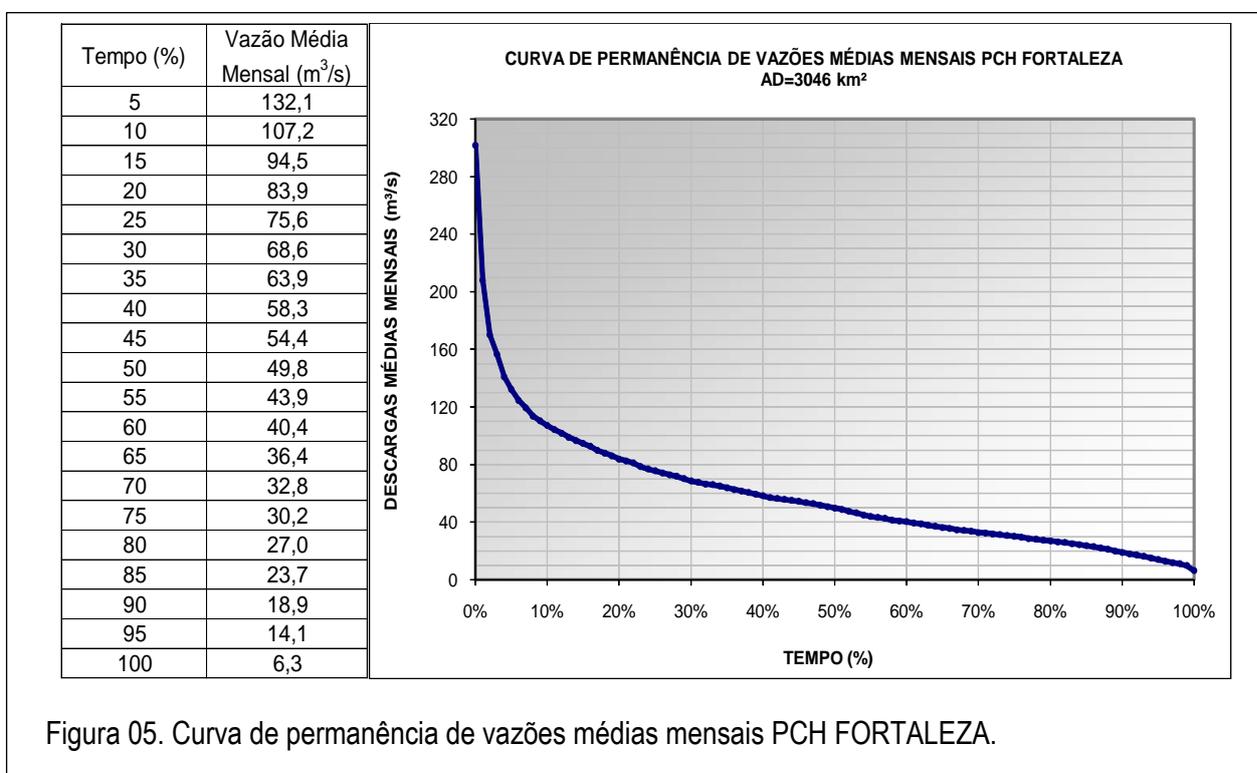


Figura 05. Curva de permanência de vazões médias mensais PCH FORTALEZA.

lidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada. Este estudo permite avaliar a disponibilidade de potências naturais sem reservação em um determinado local, o que se faz multiplicando as ordenadas da curva pelo valor da queda líquida disponível e coeficientes de rendimento. Com a integração da curva de permanência de potências obtém-se a curva de motorização do aproveitamento, demonstrando a energia associada a cada potência instalada.

De acordo com o Projeto Básico, a curva de permanência de vazões médias no barramento da PCH FORTALEZA foi obtida pela ordenação decrescente dos valores de

vazão, agrupados em classes ou intervalos. Para cada uma destas classes foi calculada sua frequência, e então a frequência acumulada, variando valores de 0 a 100%.

A curva de permanência de vazões também poderia ser obtida por métodos estatísticos de ajustes, via técnicas de regionalização de vazões. As tabelas e gráficos das Figuras 05 e 06 apresentam as curvas de permanência de vazões médias diárias, e mensais conforme os cálculos feitos sobre a regionalização de vazões.

Os extremos desta curva indicam os picos de cheias e estios. Tais eventos, segundo o Projeto Básico, podem ser tratados por abordagens determinísticas, estatísticas, análises indiretas como a da aplicação de uma precipitação máxima provável sobre um hidrograma unitário da bacia e ainda através de regionalização de vazões.

3.3.2. Vazões Máximas

Para as cheias, o Projeto optou pelas técnicas de regionalização, que oferecem valores excelentes, provavelmente melhores do que os obtidos por análise estatística isolada (Krueger, 1994). Os cálculos das vazões de cheias no eixo da PCH FORTALEZA, em diversos tempos de recorrência obtidos por regionalização e considerando alternativas de ajuste, constantes no Projeto Básico, são apresentados na Figura 07.

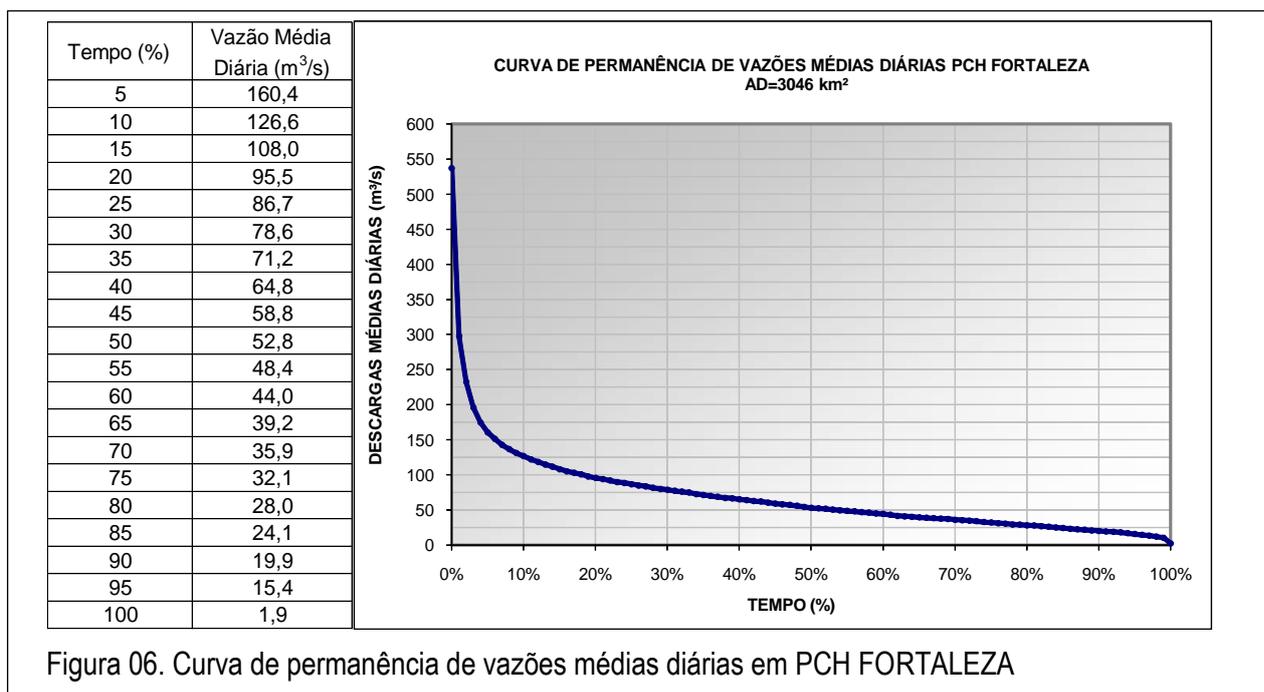


Figura 06. Curva de permanência de vazões médias diárias em PCH FORTALEZA

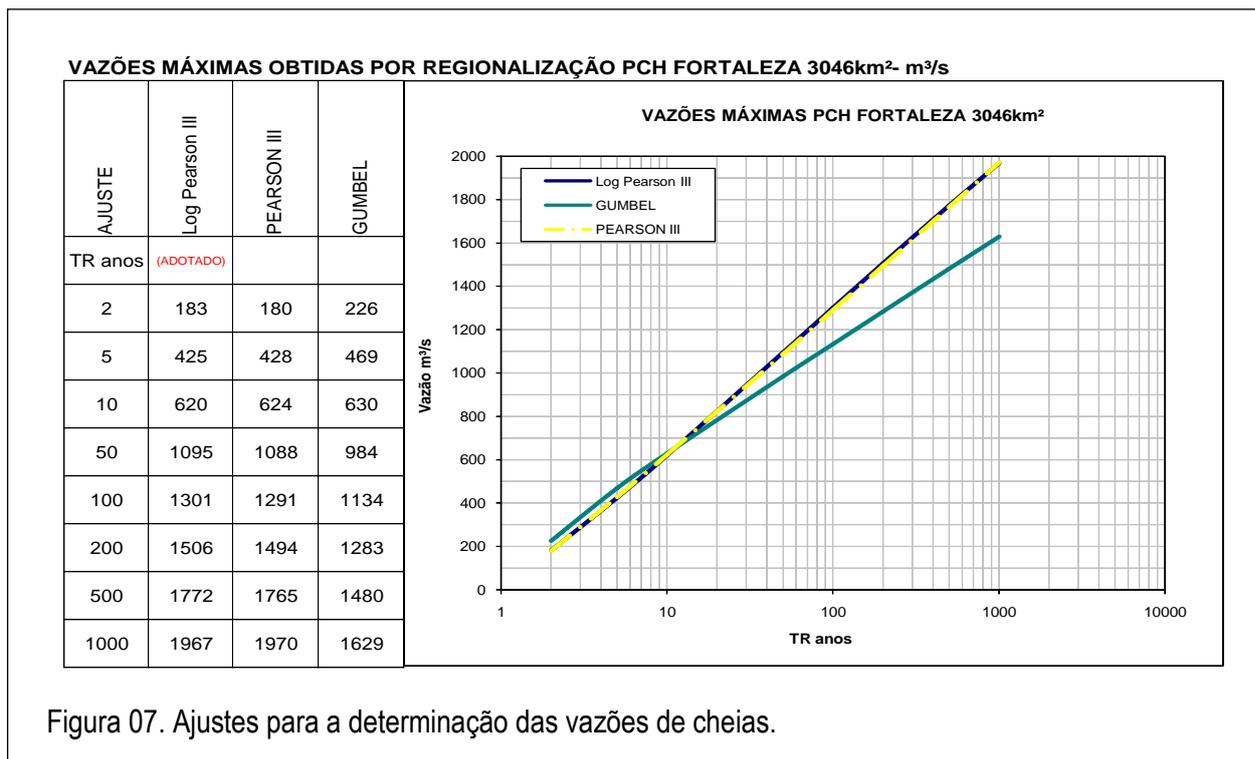


Figura 07. Ajustes para a determinação das vazões de cheias.

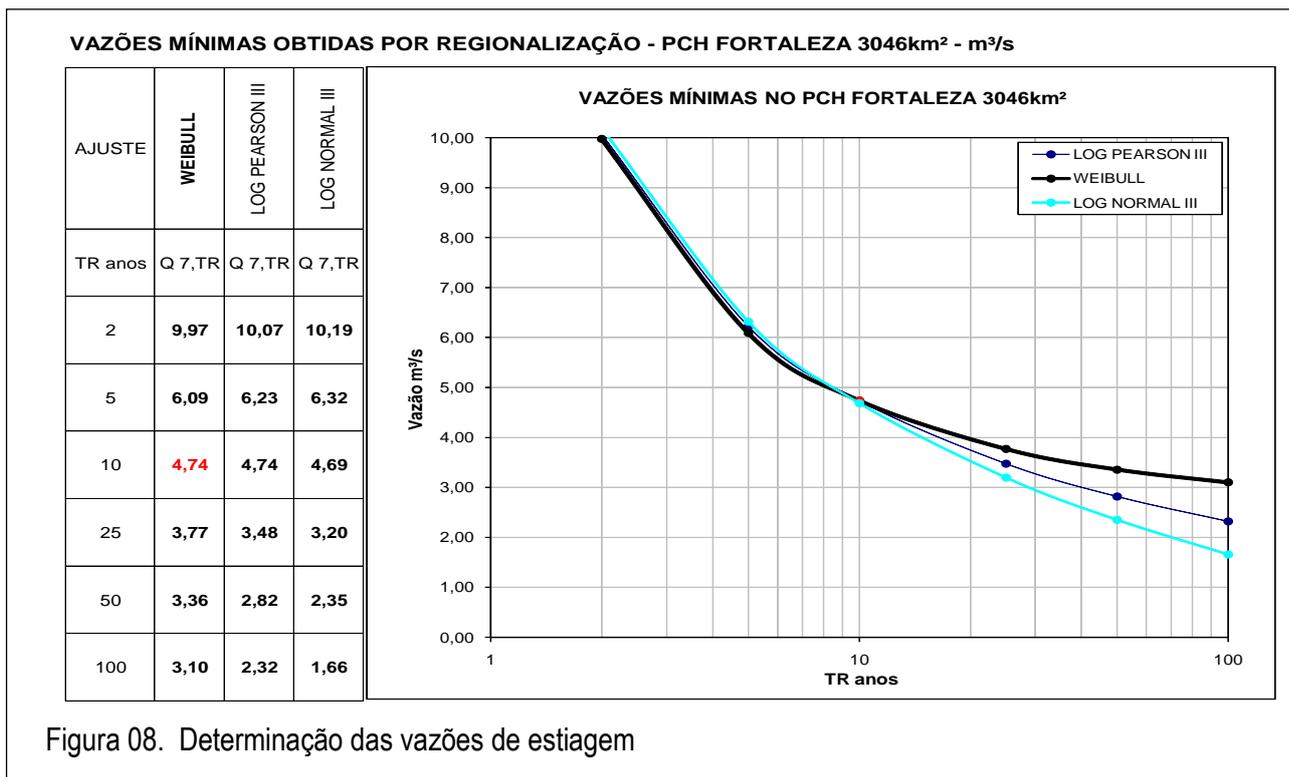
Ainda de acordo com o Projeto Básico, as vazões calculadas (recomendadas) para o dimensionamento das obras de desvio e vertedouro foram, respectivamente 263 m³/s e 3.069 m³/s, correspondendo a tempos de recorrência de 2 e 1.000 anos.

3.3.3. Vazões mínimas

Baseado nos mesmos estudos de regionalização foi calculado a vazão de estiagem no rio Iapó, importante para determinar os limites mínimos operacionais e, no interesse deste EIA, para determinação da vazão sanitária ou ecológica. A tabela e gráfico dos resultados dos cálculos da vazão mínima do rio Iapó no Barramento da PCH FORTALEZA constam da Figura 08.

3.3.4. Determinação da Vazão Sanitária

A vazão sanitária corresponde à descarga mínima que deve ser mantida no leito do rio de maneira a atender às necessidades de demanda ditas mínimas ou de estiagem. Esse valor, em projetos hidrelétricos, é usualmente a vazão mínima correspondente a estiagem de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência (Q7,10).



O Projeto Básico, baseado nas normas da ANEEL que estabelece aos estudos e concepção do Projeto, considerou uma vazão remanescente no curso d'água, a jusante do barramento, não inferior a 80% da vazão mínima média mensal, calculada com base nas vazões naturais observadas no local previsto para o barramento. No Estado do Paraná aquele valor de referência (80% MMM) tem correlação com o valor 50% Q_{7,10} (cinquenta por cento da vazão de estiagem de sete dias de duração e 10 anos de recorrência). Na PCH FORTALEZA a vazão sanitária ou ecológica, que por lei deve ser permanentemente liberada, será de 2,37 m³/s.

3.4. ÁREA E VOLUME DO RESERVATÓRIO

O braço do reservatório no rio Fortaleza desenvolve-se sobre um lageado com topografia ondulada e menor declividade do que o braço do reservatório no rio Iapó, que se apresenta mais fortemente encaixado em ambas as margens, ainda que com alternância das declividades. As terras de ambos os rios, além das jovens matas ciliares são intensamente usadas para fins agrários. (Figura 09)

O reservatório proposto no arranjo final da PCH FORTALEZA tem como funções principais criar altura de queda e conduzir a água para sistemas geradores de eletricidade. Não foi adotado regime de deplecionamento do reservatório, de modo que a usina operará a fio d'água. O circuito hidráulico em canal não possibilita a exploração econômica de depleções, nem o reservatório apresenta condições físicas adequadas para regime de regularização diária ou sazonal.

A curva cota-área-volume foi levantada a partir de dados topográficos com curvas de nível a cada metro para o eixo adotado no estudo de alternativas. Esta curva exprime com precisão os dados geométricos do reservatório, úteis nos cálculos energéticos e de desapropriações para montante. A faixa de proteção ambiental – APP, considerando 50m, a partir do NAM, será de 161,1ha. O perímetro total alagado tem 32,2km, e volume total será de $5,458 \times 10^6 \text{m}^3$. A Figura 10 mostra os cálculos e gráficos relativos à determinação da curva cota – área-volume, indicando que a altitude de água ideal deste aproveitamento é de 706,50m ao nível do mar.



Figura 09. Ocupação da área do projeto no braço do rio Iapó.

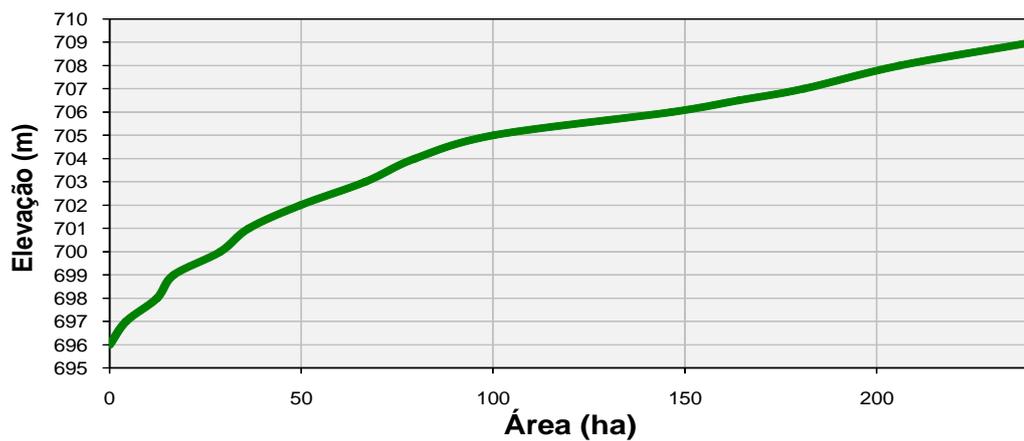
CURVA COTA - ÁREA - VOLUME DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO DE CAPTAÇÃO - RIO IAPÓ / RIO FORTALEZA - PCH FORTALEZA

Nível de água normal de montante	706,50
Nível de água mínimo de montante	706,50
Área Alagada hectares total	163,96
Área Alagada hectares efetiva (barranca)	115,48
Calha natural do rio área hectares	48,48
Área de Preservação Permanente faixa 30m	97,31
Volume morto (Namin) 10 ⁶ m ³	5,46
Volume útil (Namin) 10 ⁶ m ³	0,00

cota m	área ha	volume total 10 ⁶ m ³	volume útil 10 ⁶ m ³
696,00	0,00	0,000	0,000
697,00	4,32	0,022	0,000
698,00	12,32	0,105	0,000
699,00	16,78	0,250	0,000
700,00	28,90	0,479	0,000
701,00	36,31	0,805	0,000
702,00	49,75	1,235	0,000
703,00	66,78	1,818	0,000
704,00	79,57	2,549	0,000
705,00	100,24	3,449	0,000
706,00	146,46	4,682	0,000
706,50	163,96	5,458	0,000
707,00	181,10	6,321	0,000
708,00	205,97	8,256	0,000
709,00	240,96	10,491	0,000

CURVA COTA x ÁREA



CURVA COTA x VOLUME

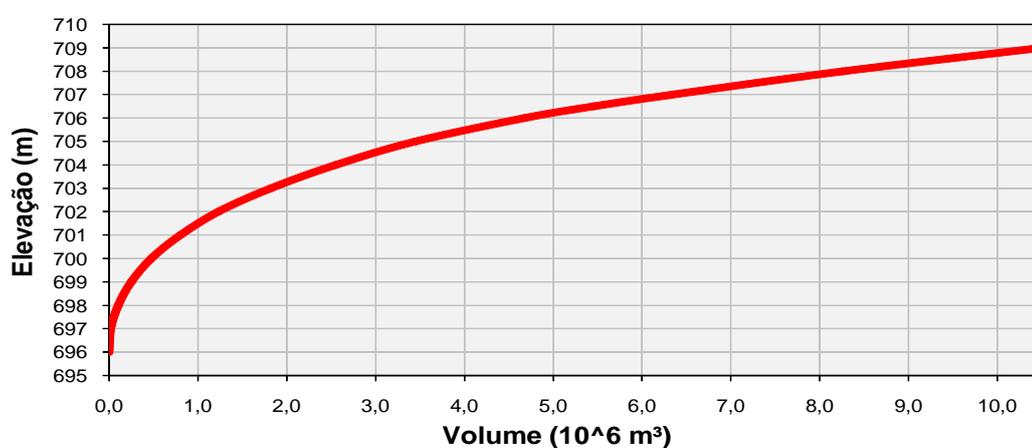


Figura 10. Curva cota-área-volume PCH FORTALEZA.

3.5. Tempo de Enchimento e de Residência

Considerando as condições, escala e características das margens do reservatório da PCH FORTALEZA, evidentemente pequeno à luz de outros aproveitamentos, bastariam poucas horas para sua formação. Contudo, tendo em conta a preocupação ambiental quanto ao período de formação do reservatório, para que se proceda o rescaldo do resgate da fauna e os animais eventualmente ainda presentes possam escapar com segurança para as margens onde já se terá demarcada a Área de Preservação Permanente, e os peixes presentes no trecho de jusante do rio consigam deslocar-se para áreas com maior volume, o processo não poderá ser abrupto, a saber, o fechamento das comportas deve ser mais lento do que as possibilidades da engenharia permitiriam.

O controle desta vazão será feito pela comporta descarregadora de fundo, que desde a fase das obras já estará controlando o fluxo do rio na área do Projeto. Note-se que o trecho a jusante jamais será ensecado, por conta da vazão sanitária ou ecológica, porém sua vazão será substancialmente reduzida. Esta vazão será o valor de

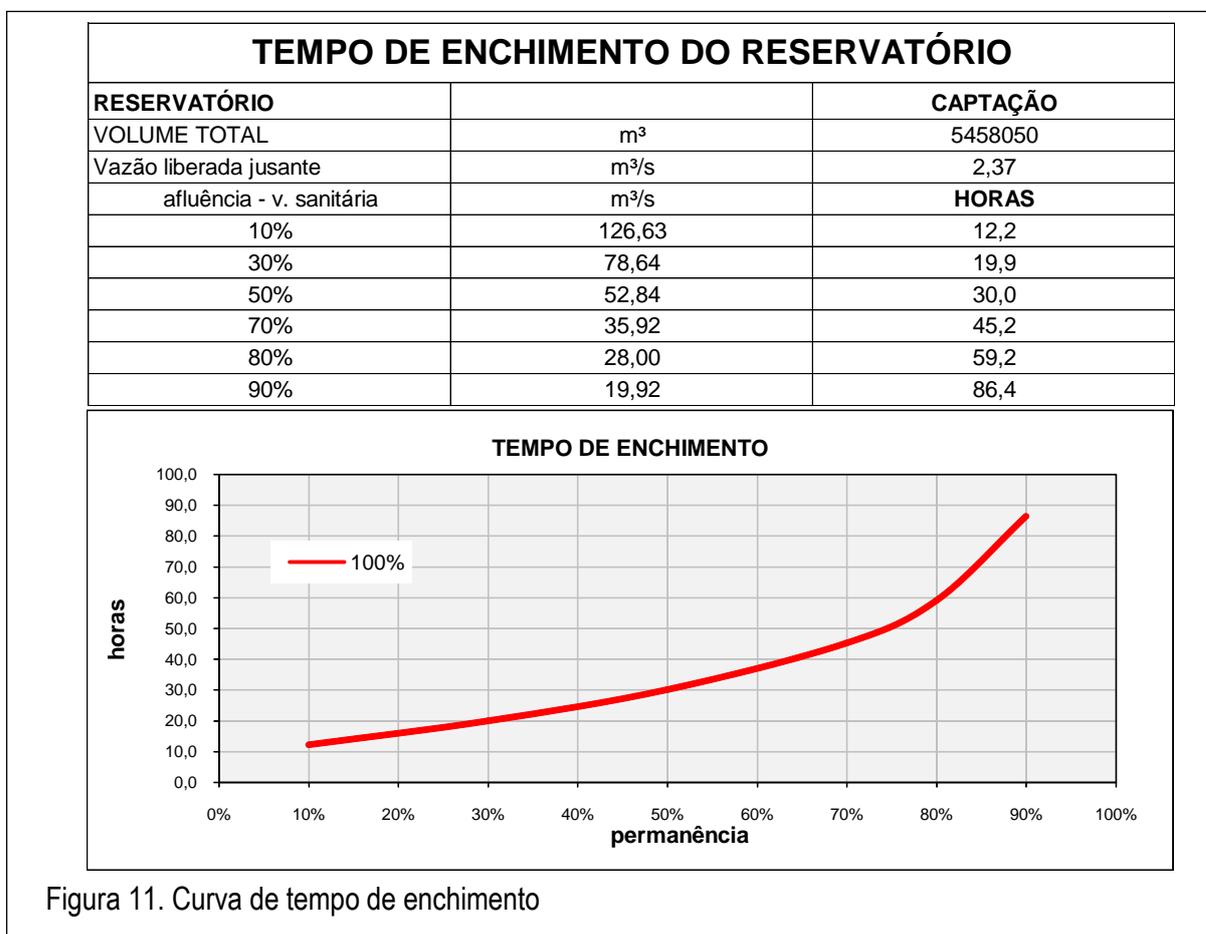


Figura 11. Curva de tempo de enchimento

referência 50% de $Q_{10,7}$, no caso, $2,37\text{m}^3/\text{s}$.

Assim, contendo-se a uma vazão com 90% de permanência, o tempo de enchimento do reservatório ocorrerá, considerando a vazão média do rio, em 86,4 horas, que seria uma boa situação para as questões ambientais antes citadas. Como não se pode prever precisamente a vazão, na prática o tempo de enchimento deve ser regulado conforme a afluência verificada no momento do fechamento das comportas.

A variação do tempo de enchimento para diversas condições de afluência é mostrada na Figura 11. Devido ao pequeno tempo de enchimento verificado, o modelo adotou uma vazão afluente constante.

Será pequeno o **tempo de retenção (ou de residência)**, necessário para a renovação da água acumuladas da PCH FORTALEZA, fator ambientalmente conveniente à qualidade das águas. O cálculo do tempo de residência considera o volume acumu-

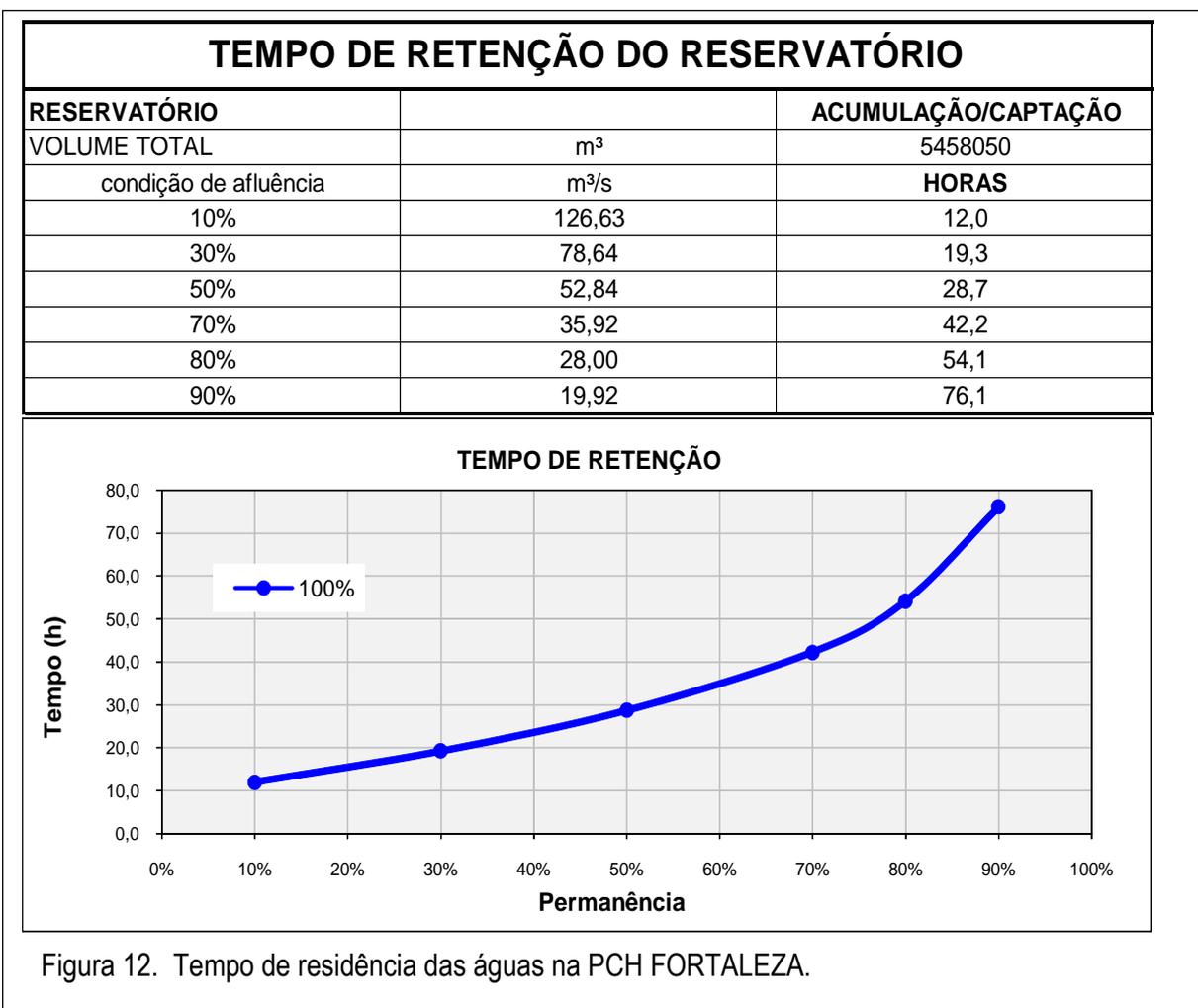


Figura 12. Tempo de residência das águas na PCH FORTALEZA.

lado pelo reservatório e a vazão afluyente. Os cálculos desta função considerando um volume de água afluyente da vazão nominal e o NA normal de 706,50, concluíram que todas as águas do reservatório se renovariam a cada 29 horas aproximadamente, portando sem demandar processos de eutrofização. Esse tempo de residência poderá variar de 4,9 a 31,3, calculado para a condição de 90% de permanência.

As situações de retenção foram calculadas e mostradas na tabela e gráfico da Figura 12.

Estudos de Remanso

Ao se barrar um rio se provoca uma intervenção nas condições naturais de escoamento. Isso implica no aumento do perímetro molhado nas seções transversais de montante e na diminuição da declividade original do trecho afetado, ocasionando a redução da velocidade das águas afluentes ao afetar a cinética das águas. Esta frenagem da vazão gera uma elevação do nível das águas na cabeceira do reservatório, o chamado efeito de remanso.

Esse efeito se desenvolve formando uma curva no perfil longitudinal do nível da água, que se estende até o ponto em que o acréscimo do nível deixa de ser sensí-

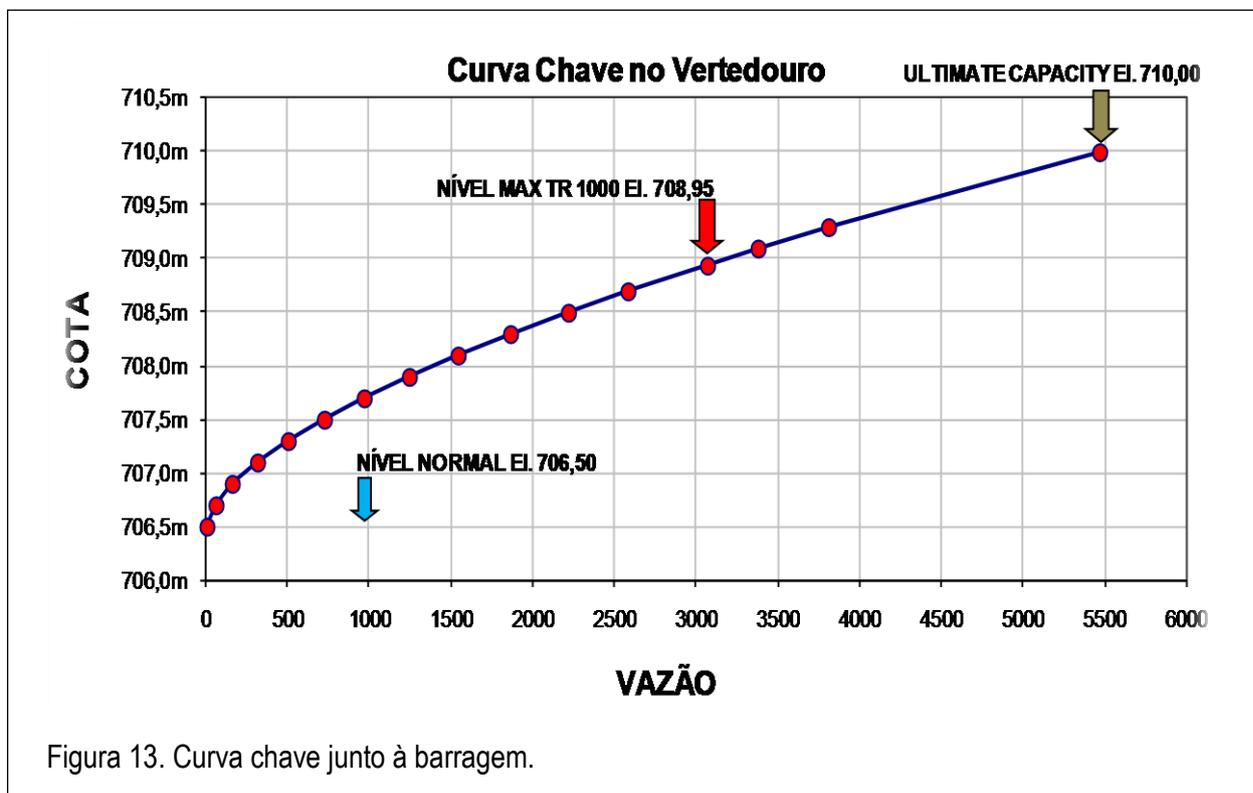


Figura 13. Curva chave junto à barragem.

vel. Essa distância depende da declividade da calha e da altura da barragem, que delinearão sua influência na superfície das áreas inundadas pelo reservatório. Essa situação é mostrada na Figura 13, da Curva-chave do Vertedor nas situações das cheias excepcionais de TR 1000 e superior.

Como se observa o efeito de remanso da PCH FORTALEZA elevaria o nível das águas até a “ultimate capacity, na el 710,00, a saber, 1,05m, um fenômeno raro e de curta duração, não não afetando as margens além da Áreas de Preservação Permanente, logo, não atingindo nenhuma propriedade lindeira. No curso dos rios, alcançariam uma pequena extensão a montante em ambos os braços do reservatório.

3.6. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Considera-se vida útil de um reservatório o tempo que tomará para ficar assoreado ao nível de perder sua operacionalidade. O assoreamento resulta da produção de sedimentos por desagregação de camadas superficiais de solo exposto careado ao curso d'água. Essa desagregação pode ter origem natural, como efeitos do intemperismo, geralmente associado a usos inadequados dos solos a montante da área do Projeto.

Uma vez no rio partículas de solo podem ser transportadas em suspensão ou por arraste, em função da granulometria, ou ficar retido ao fundo em zonas de baixa velocidade, caso dos reservatórios, reduzindo, logo, sua vida útil.

A dificuldade de se calcular essa vida útil está na indisponibilidade de dados sedimentométricos. Isso obriga a se pesquisar dados de bacias vizinhas, procedimento que pode induzir a erros.

Os cálculos da estimativa da descarga sólida anual dependem de se:

- Obter a relação entre a descarga sólida e a vazão líquida, chamada de curva de descarga de sedimentos, a partir das medições de descarga sólida;

- Calcular a curva de permanência da descarga sólida média diária a partir da curva de descarga de sedimentos e da curva de permanência de vazões médias diárias, obtida no relatório de hidrologia;
- Estimar o valor da descarga sólida média anual, a partir da integração da curva de permanência da descarga sólida média diária.

O Projeto Básico, considerando que o assoreamento atinja a tomada d'água do canal, formando uma rampa propícia ao arraste de sedimentos, configurando um volume total assoreado de 1.597.975m³, para o caso do alagamento do rio Iapó, previu que o tempo de vida útil de aproximadamente 20 anos, em se tomando a curva do gráfico de Churchill, relativa aos pequenos reservatórios.

No caso do reservatório encaixado no vale do Fortaleza, onde estará localizada a tomada d'água, com volume de 3.860.075m³, se previu uma vida útil de 86 anos, não apresentando maiores problemas.

No entanto sempre haverá um processo de arraste de sólidos em suspensão para a turbina, aumentando o desgaste dos equipamentos. Recomenda-se um processo de dragagens periódicas no entorno da tomada de água, como solução paliativa, quando do agravamento do problema. Os sedimentos de origem quartzosa (areias) são os mais abrasivos e podem comprometer a vida útil do rotor da turbina.

Por estas razões o projeto prevê a execução de acessos tanto na tomada de água quanto na barragem, visando facilitar a remoção do material quando necessário.

O próprio Projeto Básico recomendou ações preventivas ao longo das bacias desde a fase das obras, na forma de campanhas de conscientização da população ribeirinha, distribuição de mudas de espécies nativas para replantio das margens, apoio dos órgãos ambientais da instância estadual e municipal responsáveis pela fiscalização, implantação e controle da proteção das margens. Esta questão está considerada no Capítulo 6, de identificação e tratamento dos impactos. Dessa avaliação sedimentológica se concluiu que, sem procedimentos de desarenamento, a vida útil do reservatório será de 20,54 anos, no volume máximo operativo.

3.7. INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA

O porte e características técnicas deste empreendimento não provocam muitos dos impactos ambientais próprios deste gênero de obra. Não obstante alguns detalhes destas questões, relacionados à infraestrutura necessária devem ser destacados. Foram descritos separadamente entre a fase de obras e a da operação, e assim são apresentados.

3.7.1. Período das Obras

Chama-se período da Obra aquele desde a abertura dos acessos aos locais de trabalho, passando pela a instalação do Acampamento, execução das obras civis de edificação da Barragem, do Canal de Adução e da Casa de Força, a preparação da área do Reservatório para o alagamento, o próprio alagamento e o comissionamento dos equipamentos, preparando-os para a fase Operacional.

3.7.1.1. Acessos

Para deslocar o pessoal, equipamentos e materiais será viabilizado um acesso a partir da rodovia Transbrasiliana, BR 153, sentido Ventania, percorrendo 14km após até a entrada da Fazenda Formosinha. Por caminhos internos a serem abertos nesta, cerca de sete quilômetros em estrada de pavimento primário, se chegará ao local do canteiro de obras e acampamento da PCH FORTALEZA.

Não haverá nenhuma passagem por córregos ou áreas brejeiras neste percurso. Caminhos internos no Canteiro de Obras serão abertos para as atividades da obra, os quais serão, concluída sua utilidade, desativados e recuperado o local. Assim que se encerrar o trânsito de veículos pesados no acesso à Obra, a estrada de acesso receberá revestimento de placas de concreto (*paves*), assentadas sobre substrato firme.

3.7.1.2. Acampamento

No acampamento, as edificações serão mínimas, graças à proximidade da cidade. Estas serão suficientes para abrigar o escritório, pequeno alojamento para pessoal permanente (vigias e apoio), refeitório e instalações sanitárias do pessoal que será

contratado para as frentes de serviço, depósito / almoxarifado, para a central de concreto e de britagem, pequena oficina, e já no final, os pátios de pré-montagem e de instalação dos equipamentos eletromecânicos. O dimensionamento e localização do acampamento consideraram as condições do terreno e a proximidade das obras da barragem e casa de força, aproveitando condições do terreno que permitissem trabalhos mínimos de terraplanagem, ao mesmo tempo, possibilitando um adequado controle da segurança física e ambiental.

O acampamento disporá de energia elétrica, água potável, coleta de esgotos e resíduos. Igualmente, as águas pluviais serão adequadamente conduzidas para sistemas difusores superficiais, de maneira a não causarem focos de erosão ou perturbação física das águas do rio. Atenções ambientais no acampamento incluirão a coleta e o controle dos resíduos dos refeitórios, alojamento, escritórios e das obras, e dos efluentes (águas servidas).

3.7.1.3. Obra da barragem

As estruturas de desvio do rio, tanto as ensecadeiras como a barragem de enrocamento, serão levantadas com material escavado na edificação do vertedor, que será moldado no dique de rocha existente entre o rio Fortaleza e o Rio Iapó, logo antes de sua foz. A extração, transporte e bota-fora de rochas e solos para a implantação do projeto será feita com cuidados para reduzir e controlar riscos de focos de erosão e/ou passivos ambientais, gerando áreas a serem posteriormente recuperadas. Os cuidados ambientais nessas atividades deverão considerar alterações mínimas nos solos das áreas que deverão ser ou permanecer florestadas.

3.7.1.4. Canal de adução

A abertura do pequeno canal de adução, melhor dizendo, de aproximação à câmara de carga, implicará na remoção de solos e derrocamento de rochas situadas em uma extensão de 300 m até a Câmara de Carga que levará a água aos Conduitos Forçados e à Casa de Força. A programação das deposições do solo e rocha retirados do canal será feita de forma a evitar sua colocação em locais de onde teriam que ser novamente revolvidos ou venham a causar assoreamento do corpo d'água.

O canal de adução será futuramente cercado com tela de aço para evitar quedas de animais e mesmo de pessoas, cujos acidentes poderão causar injúrias, ademais às dificuldades das vítimas em sair, já que as paredes serão verticais. Ainda assim, dispositivos para facilitar esses escapes deverão ser instalados em locais mais propícios.

3.7.1.5. Conduitos forçados e Casa de Força

As obras da Casa de Força demandarão atenções especiais na abertura do acesso, da edificação e das instalações, porque serão realizadas em local de topografia acentuada, pequena cobertura de solo e com maior vulnerabilidade à erosão. Não há necessidade de dispositivos para a passagem de animais silvestres nesta fase do Projeto, já que estes estarão naturalmente afastados da movimentação do acampamento. A supressão florestal necessária deve ser ao estritamente suficiente para a realização das obras, e depois, o ambiente deverá ser recuperado, buscando retomar as condições naturais atuais. Há que se notar que atualmente há vegetação florestal de interesse madeireiro, com indício de ser para fins energéticos (lenha ou carvão). Logo, sua supressão deverá considerar seu aproveitamento comercial.

3.7.1.6. Preparação da Área do Reservatório

Concomitantemente à execução da Obra, a área do Reservatório será preparada para a implantação do futuro lago artificial e da área de preservação permanente.

A delimitação topográfica demarcará duas linhas, a linha d'água do futuro reservatório, onde toda a vegetação deverá ser suprimida, e a da linha poligonal envolvente, demarcando a faixa ciliar que formará a APP de cada margem do Reservatório. Estas duas linhas deverão ser sinalizadas permitindo que tanto as atividades de supressão como as de proteção sejam realizadas concadenadamente. Em ambos os casos, as atividades de supressão e de estabelecimento da APP têm cobertura legal, com evidentes ganhos ambientais e técnicos implícitos.

Como se constatou a presença de alguns animais silvestres, ainda que abaixo das expectativas, o polígono da área destinada à futura APP deverá ser precocemente demarcado e apropriado, para que ali se instale o início da vegetação autóctone,

certamente insuficiente para o abrigo de uma fauna mais expressiva, mas não mais utilizada na produção agrícola atual.

Madeiras e lenha a serem suprimidas serão totalmente retiradas da área a ser alagada. Esse material de interesse comercial, madeira e lenha, serão removidos para setor próximo ao acampamento, até sua destinação. Porém ramagens, lianas e resíduos florestais serão alinhados ao longo das divisas externas da futura Área de Preservação Permanente, tanto auxiliando a demarcação desta, como para servir de primeiro abrigo à fauna nativa que atualmente ocupa franja ciliar. A supressão da vegetação se fará da linha d'água para as áreas mais elevadas, permitindo que os animais se desloquem por si para as matas ciliares que permanecerão, a jusante do projeto. Estes certamente retornarão e povoarão a APP do novo reservatório, quando a obra se encerrar. Mais detalhes serão explanados nos Programas Ambientais.

3.7.2. Período Operacional

O período operacional da PCH FORTALEZA se principiará após a formação do Reservatório e execução dos testes dos sistemas geradores. Nas proximidades das estruturas de adução, no reservatório, será instalado um *logboon*, estrutura flutuante formada por cabo de aço ancorado a 45° do eixo do rio, de margem a margem, ao qual se fixarão bombonas de PEAD com capacidade de 40L à distância de 1,5m uma da outra, com a finalidade de impedir que materiais flutuantes e embarcações se aproximem da área de adução e vertedouro, impedindo, assim, danos e acidentes que podem ser fatais.

3.7.2.1. Regime Operacional

Como o regime operacional definido em projeto é o “fio d'água”, ou de base, não haverá deplecionamento diário e/ou sazonal será mínimo. Nestas condições o reservatório terá nível constante na elevação 706,50m.

3.7.2.2. Vazão do rio entre a Barragem e a Usina

O trecho de 457 m entre a barragem e o canal de restituição, onde as águas serão devolvidas ao leito original do rio, será alimentado por um volume mínimo permanente de água, chamado vazão sanitária ou ecológica de 2,37 m³/s, garantida pela exis-

tência de dois orifícios na comporta da estrutura desarenadora. Esta vazão ecológica será constante, mesmo em épocas de cheias, já que o vertedor deste projeto não está sobre a barragem, como é muito comum em outros projetos. Assim, o volume de águas do trecho considerado aumentará em operações de desarenação, ou se houver necessidade de rebaixamento do nível do reservatório por razões operacionais.

3.7.2.3. Áreas de Proteção Ambiental

A área em torno do reservatório receberá uma floresta protetora estendendo-se por toda a periferia. No

braço do reservatório à direita, onde está o rio Iapó, os solos possuem cobertura remanescente do bioma de Cerrado, associado com formações rupestres estabelecidas sobre aflorações rochosas, atualmente fortemente afetada por pasta-



Figura 14. Afloramentos rochosos e bioma cerrado na área do projeto

gens plantadas. Esta área atualmente está ocupada com usos agrários, existindo nada mais que capões florestais residuais. Um dos mais expressivos é atravessado pela estrada municipal rural.

O Desenho 02 mostra, na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada, a Área de Preservação Permanente do Reservatório assinalada sobre a ocupação atual do solo. A APP incorporará parte de capões florestais e áreas de lageados abaixo de uma fina camada superficial de solo no braço direito do Reservatório, e a jovem franja florestal do lado esquerdo do reservatório.

Não existem na área diretamente afetada e mesmo na de influência direta, ocupações de populações tradicionais, quilombolas e indígenas, inexistindo óbices desta natureza, de acordo com observações de campo e dados obtidos em site do ITCG.

3.7.2.4. Manutenção da Usina

Um programa de manutenção operacional determinado pelo fabricante procederá revisões programadas dos equipamentos eletromecânicos. Esses períodos são normalmente pouco frequentes, contudo necessários para garantir a eficiência dos equipamentos geradores. Nestas ocasiões é normal que ocorram paradas de máquinas e desmonte de partes desta, ocasião em que poderá haver acúmulos e perdas de óleos e solventes, com águas usadas na limpeza.

Para prevenir perdas eventuais de óleo residual nas operações de manutenção, este será coletado em bandejas metálicas rasas colocadas sob os equipamentos, evitando o lançamento deste material ao piso, o que poderia contaminar o meio ambiente. Se houver mistura de água com ou sem detergentes com o óleo, este efluente será tratado em caixa separadora de água e óleo, e descartada adequadamente, evitando-se contaminar águas e solos. O óleo será armazenado temporariamente em tambores de 20L, para reciclagem posterior, por terceiros. As dimensões das bandejas coletoras de óleo devem ser suficientes para atender ao dobro do volume de óleo usado no equipamento (incluindo transformadores), considerando que neste óleo poderá haver mistura de água e solventes.

3.8. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

No estudo de inventário simplificado do rio Iapó foram averiguadas várias alternativas de divisão de quedas, das quais cinco se destacaram como econômica e socialmente viáveis. A Tabela 03 apresenta as principais características destas alternativas de eixo, dentre as quais a apresentada na 1ª coluna é a PCH FORTALEZA.

Tabela 03. Alternativas de aproveitamentos do rio Iapó

APROVEITAMENTOS PREVISTOS		PCH FORTALEZA km 7	PCH IAPÓ km 17	PCH GUARTELÁ km 20	PCH PULO km 54	PCH CASTRO km 60	ALTERNATIVA 01
ALTERNATIVA	un	1 e 2	1	1 e 2	1 e 2	1 e 2	5 PCH's
ÁREA BACIA km ²	km ²	3046	2221	2210	1697	1668	
NÍVEL NORMAL MONTANTE		706.5	750.0	760.0	953.6	967.0	
NÍVEL MÍNIMO DE MONTANTE		706.0	749.5	759.5	953.1	967.0	
DEPLEÇÃO		0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	
NÍVEL JUSANTE		690.1	706.5	750.0	932.0	953.8	
QUEDA BRUTA	m	16.4	43.5	10.0	21.6	13.2	104.7
PERDA DE CARGA	%	2.15%	7.97%	1.90%	1.55%	5.87%	
QUEDA LÍQUIDA	m	16.0	40.0	9.8	21.3	12.4	99.6
POTÊNCIA INSTALADA	MW	9.85	18.00	4.40	7.30	4.20	43.75
GERAÇÃO ANUAL MÉDIA	MWH	52,055	94,869	23,155	38,491	22,122	230,692
ENERGIA ASSEGURADA	Mwmed	5.94	10.83	2.64	4.39	2.53	26.33
ENERGIA FIRME	Mwmed	5.07	9.23	2.25	3.74	2.15	22.44
VAZÃO TURBINADA	m ³ /s	71.23	52.18	52.05	39.84	39.23	
FATOR DE CAPACIDADE MÉDIO		0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Tendo em vista pequeno aumento na queda bruta aproveitável, relativamente ao quadro retratado no estudo de inventário, sem qualquer interferência com aproveitamentos previstos para jusante no rio Tibagi, procedeu-se ao aumento da potência instalada proposta anteriormente de 9,85 MW.

Sendo assim, este Projeto Básico buscou avaliar todas as variáveis que compõem as duas possibilidades de arranjos previstas para a PCH Fortaleza.

De acordo com o Projeto Básico de engenharia, o arranjo da PCH Fortaleza consiste em um barramento alto com circuito hidráulico curto, aproveitando as quedas distribuídas dispostas em aproximadamente 1,8 km ao longo do rio Iapó.

A opção por um barramento alto justifica-se neste caso tanto pelo ganho de queda quanto pelo fato do terreno na região do lago ser desabitado e de topografia bastante encaixada, resultando em pequena área alagada.

O Projeto Básico propôs avaliar duas alternativas de arranjos exequíveis e compatíveis com o que foi aprovado nos Estudos de Inventários dos rios Fortaleza e Iapó. A barragem, vertedor, e a estrutura de desvio do rio possuem características idênticas

em ambas alternativas tanto quanto ao eixo de locação quanto ao método construtivo a ela aplicado.

O principal diferencial quanto ao arranjo das alternativas estudadas se refere a posições da casa de força, variando-se também os níveis de restituição d'água ao curso do rio Iapó, buscando o aproveitamento máximo das condições naturais do terreno.

Portanto um dos pontos chave do estudo de alternativas está focado no circuito hidráulico, que apresenta duas opções como forma de adução:

Arranjo 01 – Posição casa de força coincidente com a proposta no inventário, caracterizado por se localizar mais a montante do rio. Esta primeira alternativa, em tudo fiel ao arranjo proposto no estudo de inventário, faz uso de um canal curto de aproximação, contíguo à câmara de carga, conduto forçado e casa de força, muito compacto e econômico. Será a alternativa básica;

Arranjo 02 – Casa de força deslocada cerca de 300m para jusante da concepção do arranjo 01, com a intenção de atingir a el.689,00 para NAJ do aproveitamento. Nesta concepção seria incorporado um acréscimo de 1,10m na queda bruta deste aproveitamento, valor este significativo quando tratamos de usinas de baixa queda, o que resultou em um aumento da potência instalada desta alternativa e revisão dos índices de motorização.

A segunda alternativa traz um circuito hidráulico pouco mais longo através da consideração de um canal adutor que alimentará a casa de força locada mais a jusante do rio Fortaleza. Outra importante otimização aplicada na alternativa 02 foi o maior grau de motorização da usina, visando alcançar índices econômicos e custo de geração mais favoráveis, com fator de capacidade médio em 0,56.

Para estas duas opções de alternativas, foram analisados os fatores positivos e negativos de cada uma delas do ponto de vista econômico, construtivo e ambiental. Outros pontos não menos importantes também são objeto de análise comparativas tais como a seleção dos equipamentos, número de unidades, rotação, altura de sucção, compreendendo decisões isoladas dentro de cada arranjo alternativo.

Novos estudos energéticos, com uma série mais atualizada, recálculo detalhado das perdas dos circuitos hidráulicos e fatores de rendimento e indisponibilidade adequados, indicaram pequeno acréscimo na geração de energia, em ambas as alternativas em relação ao estudo de inventário.

3.8.1. Alternativa de Adução Compacta e Casa de Força Recuada

O arranjo proposto nesta alternativa seguiu a linha do estudo de inventário, diferenciado somente na concepção do barramento e no número de máquinas, mantendo-se os níveis de montante e jusante, e área de drenagem.

O aproveitamento hidrelétrico estará contido entre as elevações NAM 706,50 e NAJ 690,10, proporcionando um desnível bruto de 16,40m. A alternativa 01 inicia-se com um barramento em aterro com núcleo em argila e faces protegidas por enrocamento, com 14,0m de altura no seu ponto mais alto e crista de 246m de extensão, destes 20,00m são reservados a estrutura de desvio do rio, incrustada na ombreira direita.

A proposta é utilizar-se do sistema de meandros do rio Fortaleza em sua foz, promovendo ali uma captação e a restituição direta no rio Iapó, apresentando um circuito hidráulico extremamente curto e compacto. O barramento estaria posicionado no rio Iapó e o vertedor no flanco direito do rio Fortaleza.

Na realidade, com a formação do lago da PCH Fortaleza, haverá a inversão do fluxo d'água no trecho final rio Fortaleza devido ao posicionamento da captação locada neste mesmo rio e a casa de força devolvendo a água ao curso do Iapó.

O circuito hidráulico parte do reservatório em um canal de aproximação que conduz a água até a câmara de carga construída encaixada na rocha em concreto armado. Esta estrutura é dotada de grade que proporciona a retenção de galhos e outros objetos que possam vir danificar a turbina. Para a retirada do lixo preso a grade, está previsto a instalação de um dispositivo limpa grades. O fluxo d'água a casa de força seria controlado por quatro comportas tipo vagão com rodas. Estas comportas possuem dupla função: de forma isolada servirá de barreira a água numa eventual manutenção das máquinas; em conjunto serão acionadas por um dispositivo de detec-

ção de sobrevelocidade e um gatilho hidráulico, protegendo as turbinas em caso de disparo.

Em seguida, logo após o vão da comporta, haveria uma transição em chapa metálica do formato retangular para circular, daí em diante o circuito hidráulico segue pressurizado por meio de quatro condutos forçados independentes em aço possibilitando a conexão da câmara de carga às unidades geradoras. Nesta peça de transição está implantado um duto de aeração, evitando o colapso dos condutos em caso de abaixamento de emergência das comportas.

A casa de força nesta concepção estaria posicionada recuada da margem e abrigaria as unidades geradoras dispostas paralelamente e resguardadas dos efeitos da enchente. A sala de comando ficaria posicionada aos fundos, sobre os condutos em um pátio elevado composto por um reaterro devidamente compactado. A água seria restituída ao curso natural do rio Iapó na el. 690,10 por um canal de fuga curto escavado em rocha.

Dados Energéticos - A alternativa 01 demanda um engolimento de 68,88m³/s apresentando uma perda de carga de 1,17% do seu desnível bruto e, portanto uma queda líquida de 16,21m. Sua energia assegurada para a potência instalada de 9,85MW é de 6,38MWmed, ou seja, apresenta fator de capacidade médio de 0,65.

Custo de implantação – Esta alternativa foi orçada em R\$ 32.239.000,00, que reflete um índice de instalação de 3.273 R\$/kW e um custo médio de geração de 73,05 R\$/MWh para uma taxa de juros de 12%a.a. e um período de amortização de 50 anos.

3.8.2. Alternativa de Canal de Adução e Casa de Força a Jusante

A diferença desta alternativa da anterior está principalmente na adução pouco mais alongada pela escavação de um canal adutor e o posicionamento da casa de força mais a jusante no rio Fortaleza. Através destes dispositivos essa alternativa busca uma maior queda bruta para aumentar a potência instalada da usina, situando o ponto de restituição na el.689,00. Não obstante, o eixo do barramento é coincidente

em ambas alternativas e, por consequência disto, suas áreas de drenagem e áreas alagadas também se igualam.

Este aumento da queda bruta, ao se aproveitar desnível adicional no canal de fuga, não conflita com a alternativa de divisão de quedas do rio Tibagi, tampouco com a evolução dos estudos de viabilidade da UHE Telêmaco Borba, cujas novas diretrizes concluíram no abaixamento em cerca de 5,00m do nível de água de montante, livrando a parte baixa da cidade de Tibagi, bem como a foz do rio Iapó no rio Tibagi, ponto cujo nível d'água encontra-se na el.685,75.

Esta referida situação da UHE Telêmaco Borba encontra-se em homologação junto a EPE e Agência Reguladora e possibilita a maximização da energia gerada no aproveitamento PCH Fortaleza, consoante com o objetivo de busca do aproveitamento ótimo dos recursos naturais.

Arranjo – O aproveitamento hidrelétrico estará contido entre as elevações NAM 706,50 e NAJ 689,00, proporcionando um desnível bruto de 17,5m. De forma idêntica a alternativa 01, esta inicia-se também com um barramento em aterro com núcleo em argila e faces protegidas por enrocamento, com 14,0m de altura no seu ponto mais alto e crista de 246m de extensão, destes, 20,00m são reservados a estrutura de desvio do rio incrustada na ombreira direita.

A proposta é utilizar-se do sistema de meandros que se apresenta o rio Fortaleza em sua foz, promovendo uma captação no mesmo e a restituição direta no rio Iapó, apresentando um circuito hidráulico relativamente curto. O barramento estaria posicionado no rio Iapó e o vertedor no flanco direito do rio Fortaleza.

Assim como na alternativa 01, com a formação do lago da PCH Fortaleza, haverá a inversão do fluxo d'água no trecho final rio Fortaleza devido ao posicionamento da casa de força, que teria sua captação locada neste mesmo rio e a casa de força devolvendo a água ao curso do Iapó.

O circuito hidráulico parte do reservatório em um canal de aproximação que conduz a água até o canal adutor escavado inteiramente em rocha. Este promove a alimentação da câmara de carga encaixada na rocha e construída em concreto armado.

Esta estrutura é dotada de grade que proporciona a retenção de galhos e outros objetos que possam vir danificar a turbina. Para a retirada do lixo preso a grade, está previsto a instalação de um dispositivo limpa grades.

O fluxo d'água a casa de força seria controlado por quatro comportas tipo vagão com rodas. Estas comportas possuirão dupla função: de forma isolada servirão de barreira a água numa eventual manutenção das máquinas; em conjunto serão acionadas por um dispositivo de detecção de sobre-velocidade e um gatilho hidráulico, protegendo as turbinas em caso de disparo, concomitantemente com o fechamento do pré distribuidor.

Em seguida, logo após o vão da comporta, haveria uma transição em chapa metálica do formato retangular para circular, daí em diante o circuito hidráulico segue pressurizado por meio de quatro condutos forçados independentes em aço possibilitando a conexão hidráulica da câmara de carga às unidades geradoras. Nesta peça de transição está implantado um duto de aeração, evitando o colapso dos condutos em caso de abaixamento de emergência das comportas.

A casa de força nesta concepção estaria posicionada 300m a jusante do local previsto na alternativa 01, abrigando as unidades geradoras dispostas paralelamente e resguardadas dos efeitos da enchente. A sala de comando ficaria aos fundos, posicionada sobre os condutos em um pátio elevado construído sobre reaterro. A água seria restituída ao curso natural do rio Iapó na el. 689,00 por um canal de fuga curto escavado em rocha.

Dados energéticos - A alternativa 02 demanda um engolimento de 86,07m³/s apresentando uma perda de carga de 2,18% do seu desnível bruto e, portanto uma queda líquida de 17,12m. Sua energia assegurada para a potência instalada de 13,00MW é de 7,31MWmed, ou seja, apresenta fator de capacidade 0,56.

Custo de implantação - O arranjo foi orçado em R\$ 37.542.000,00 o que reflete em um custo índice de instalação de 2.888 R\$/kW e um custo médio de geração de 74,18 R\$/MWh para uma taxa de juros de 12%a.a. e um período de amortização de 50 anos.

3.8.3. Seleção de Alternativas

Os orçamentos foram conduzidos de modo uniforme, seja através da aplicação dos mesmos custos unitários, seja através da real quantificação dos volumes e serviços especiais envolvidos em cada alternativa. A decisão pela melhor alternativa se fez a partir do quadro-resumo apresentado na Tabela 04.

Assim se concluiu, para o cenário orçamentário considerado, que a solução com canal adutor mais longo, consolidada na alternativa 02 se apresenta maior custo de implantação, também proporciona maior produção energética.

Tabela 04. Quadro-resumo dos parâmetros econômicos PCH Fortaleza.

PCH FORTALEZA		ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02
ENERGÉTICOS			
POTÊNCIA INSTALADA	MW	9,85	13,00
GERAÇÃO ANUAL MÉDIA	MWH	55.861	64.042
BENEFÍCIOS		R\$/MWh	
RECEITA BRUTA ANUAL	R\$*1000	7.821	8.966
CUSTOS / CENÁRIO ECONÔMICO		JUROS	12,0%
CUSTO TOTAL INSTALADO	R\$*1000	32.239	37.542
CUSTO OP & MANUTENÇÃO ANUAL	R\$*1000	199	230
AMORTIZAÇÃO DE CAPITAL ANUAL	R\$*1000	3.882	4.521
CUSTO TOTAL ANUAL	R\$*1000	4.081	4.751
ÍNDICES ECONÔMICOS		AMORT=	50anos
CUSTO DE GERAÇÃO	R\$/MWh	73,05	74,18
CUSTO ÍNDICE DE INSTALAÇÃO	R\$/kW	3.273	2.888
BENEFÍCIO LÍQUIDO ANUAL	R\$*1000	3.740	4.215
VALOR PRESENTE LÍQUIDO	R\$*1000	31.058	35.005

O Projeto Básico de engenharia se estendeu e aprofundou nessas análises, porém se considerou suficientes esses dados para efeito do presente Estudo Ambiental. Na Seção 7.1.4. se procedeu à análise ambiental crítica dessas opções, comparando-as com a da não execução do empreendimento.

3.9. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA HIDRELÉTRICA

3.9.1. Barragem e Vertedouro

A **Barragem** será do tipo gravidade aliviada em contrafortes, com vertedouro posicionado ao longo da crista da barragem. A barragem Constitui-se em aterro com núcleo em argila e paramentos protegidos por enrocamento na inclinação 1,50H:1,00V e seu núcleo possuirá taludes 0,70H:1,00V. Sua altura máxima no trecho vertente será de 11,5m. A altura das ombreiras será definido no projeto executivo, depois de se proceder às escavações das fundações, quando se permitirá melhor avaliação.

O **Vertedouro** terá 412m e será do tipo “soleira livre sobre barragem”. A cota da crista do vertedouro estará na elevação 706,5 m, com borda livre (free board) de 1,29m. Terá capacidade para suportar uma vazão milenar instantânea TR1000 (Log Pearson III): 3.069m³/s, com uma lâmina máxima sobre o vertedouro, de 2,21m. A capacidade última de vertimento será, na NA 710,00, de 6.445m³/s

O vertedouro será edificado com concreto armado e ciclópico, com comprimento total da crista de 412,00m. Os condutos da **Vazão Sanitária**, três unidades, serão dispostos no corpo do vertedouro, equidistantes entre si, para melhor distribuição das águas ao corpo do rio a jusante. Terão capacidade de verter 2,37m³/s, a saber, 0,79m³/s cada um.

3.9.2. Adução

O **Sistema de Adução** será composto de uma tomada d'água, canal adutor de 330m, com 85m² de seção, câmara de carga e condutos forçados. O sistema foi dimensionado para conduzir uma vazão de 86,07m³/s até a câmara de carga, com uma mínima perda de carga desde a tomada.

O eixo do canal adutor foi lançado para que toda a seção molhada ficasse contida em corte em rocha, a menos do trecho final próximo a chegada a câmara de carga, onde uma mureta em concreto armado será construída para suportar a elevação do nível d'água pela passagem de cheias excessivas.

Sua tomada d'água será do tipo direta, sem estrutura de controle. Está previsto somente um cordão de flutuantes com tela defletora para evitar que objetos maiores adentrem o canal. Este cordão – chamado logboon – será construído com 20 bombonas de 40L unidas por cabo de aço, com 1,5m entre cada flutuante.

A cota de fundo deste canal será de NA 701,50m, escavado em rocha e solo, e terá 17,00m de largura, com secção retangular. Sua extensão total será de 330m e terá uma lâmina d'água de 5,00m, com uma velocidade de fluxo de 1,01m³/s.

3.9.3. Câmara de Carga

A câmara de carga será construída em concreto armado, assentada em rocha sã (de boa qualidade). Será equipada com duas comportas vagão com rodas de fechamento automático através de um gatilho hidráulico. Seu acionamento será feito através de uma talha elétrica sustentada por uma monovia. Na entrada da câmara de carga existirão dois painéis de grade fina e equipamento limpa grades. A distância entre as barras das grades será de 60mm e a espessura da barra de 12,7mm e terão uma inclinação de 15° com a vertical. O espaçamento das barras da grade está dimensionado em conformidade com o gabarito do rotor, evitando que objetos maiores entulhem o mesmo, provocando manutenção forçada das máquinas.

3.9.4. Conduto forçado

Na PCH FORTALEZA, quatro condutos forçados receberão as águas do canal adutor, partirão da câmara de carga em quatro linhas independentes e terão 2,80m de diâmetro e comprimento total de 25,00m. Serão fabricados em tipo CORTEN soldado espessura de chapa 9,53mm, com tensão máxima admissível de 3450 kgf/cm² e serão ancorados em um dos blocos de ancoragem, com seis berços de apoio envelopados.

3.9.5. Casa de força

A Casa de Força da PCH FORTALEZA será do tipo casco estrutural impermeável, em concreto armado e lastro em concreto ciclópico. Terá por dimensões 36,3m x 17,1m e a sala de comando, justaposta aos fundos sobre reaterro terá 14,6m x 4,5m. Terá o piso das máquinas na el. 683,70 e estará protegida contra enchentes

até a el.696,00. A área de montagem dos equipamentos eletromecânicos será externa, com cobertura, e atendida pela ponte rolante de trolley mecânico. O guincho terá capacidade de 30,00 t eletro-comandado, correndo em um vão de 16,50m ao longo de uma pista de rolamento de 30m.

3.9.6. Canal de fuga

O Canal de restituição será escavado em rocha no leito do rio com rebaixo de soleira de controle, com largura efetiva de 17,00m, buscando o nível d'água na el. 689,00m e com formato retangular. Terá um comprimento de 25m e declividade de 0,0002m/m.

3.9.7. Equipamentos mecânicos

Para a PCH FORTALEZA adotou-se a necessidade de quatro turbinas tipo Kaplan-S Rotor Duplo com eixo horizontal e potência unitária de 3.614kW terão capacidade de engolimento de 86,07m³/s, por máquina, aproveitando uma queda nominal de 17,12m. Seu regulador de velocidade eletrônico será com acionamento hidráulico, para uma rotação de 360 rpm.

Quatro geradores, serão tipo síncrono trifásico 360rpm com potência unitária de 2500 kVA, tensão nominal de 6,9 kV, com fator de potência 0,9, operando com frequência de 60 Hz. A ventilação será forçada com saída do ar quente por cima através de duto metálico

A **Subestação Elevadora** da PCH Fortaleza deve se localizar próximo à casa de força, logo atrás da sala de comando em um pátio na el. 700,00. As dimensões do pátio são 14,00m de frente para o acesso da casa de força e no sentido da saída da linha, por 8,00 m de fundo e ela será equipada com um transformador elevador. Terá potência total de 9.500 KVA, com tensão variando, de 6,9 kV e a 34,5 kV \pm 2,5%.

Para atender às necessidades de energia auxiliar será instalada uma bateria chumbo-ácidas seladas, 60 unidades de 12V,75A/hora x 10h. A fonte de corrente alterada de 34,5/380-220KV, com tensão de alimentação de 380V, alimentará o banco de baterias com um carregador de 125Vcc.

3.10. EXPANSÃO DA GERAÇÃO OU REPOTENCIAÇÃO

O inventário do potencial hidrelétrico da bacia do Iapó indicou que o atual projeto é o que melhor explora as oportunidades energéticas, logo não há expectativas de expansão ou repotenciação em curto prazo. Esta poderá vir a ser estudada numa futura eventual troca de tecnologia geradora que venha a permitir aumentar a eficiência sem alterar as condições socioambientais, talvez com a redução de quatro unidades geradoras para apenas três, porém mantendo-se a potência instalada, sem qualquer reflexo externo à casa de força, decisão ainda não tomada até este momento.

3.11. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MONTAGEM

3.11.1. Desvio do Rio

Para execução das obras será executado o **Desvio do Rio**, em duas fases (Galeria de Desvio e Adufas), utilizando-se de ensecadeiras de argila e enrocamento. A vazão de desvio considerada foi a de 2 anos de recorrência, correspondendo a 263m³/s.

Na primeira fase será construída uma ensecadeira na cota 699,00m, a montante do ponto de captação, enlaçando a região do bloco de desvio na margem direita e forçando o fluxo do rio para a margem esquerda. O lançamento desta ensecadeira permitiria a construção a seco da galeria de desvio, adufas e ombreira direita. O muro de encontro da última ensecadeira será prolongado para a ensecadeira de segunda fase.

Paralelamente seguem as obras de escavação do canal de aproximação na ombreira direita cuja cota mínima de trabalho não é alcançada pelos níveis do rio durante as atividades de desvio. Para a implantação do canal de fuga e casa de força será lançada uma ensecadeira a montante da queda principal com a função de direcionar o rio para o canal da esquerda e liberar a calha do rio para a implantação do canal de fuga. Este trabalho independe do desvio do rio para implantação da barragem.

Os materiais para execução destas ensecadeiras serão obtidos na própria obra, provenientes dos cortes efetuados no canal de aproximação do vertedor, canal adutor e serviços de terraplenagem para implantação de acessos.

Nesta fase, com duração prevista de quatro meses, o comprimento da soleira natural de controle do rio ficaria reduzido a 80,00m, fazendo com que a passagem da vazão de 5 anos de recorrência faça o nível de água alcançar a el. 698,54.

A segunda fase de desvio do rio inicia com a construção de uma ensecadeira transversal a partir da margem esquerda na el. el. 700,50, em direção ao bloco de desvio, liberando a calha do rio para a construção da barragem / vertedor. O cordão de ensecadeira de primeira fase seria removido à medida que se avançasse a ensecadeira de segunda fase, com lançamento em ponta de aterro em um nível inicial mais baixo permitindo a compactação e garantindo a vedação do material argiloso. A declividade acentuada do trecho a jusante da barragem impede o retorno da água dispensando o lançamento de ensecadeiras por jusante.

Terminada a implantação do barramento as duas adufas serão fechadas através de pranchões stop log de concreto e a região posterior concretada seguindo a seção do vertedor adjacente. Nesta última fase de rápida execução o rio passaria a correr somente pela galeria de desvio.

A plataforma superior final da ensecadeira será de 4,00m, suficiente para se trabalhar com um trator de esteira modelo D6 ou similar. A mesma será construída de argila compactada com enrocamento de pedra lançada do lado que será solicitado à ação hidrodinâmica da água. A inclinação do talude neste mesmo lado está prevista ser de 1,3H:1,0V.

Devido a pequena cobertura de solo ao longo do circuito hidráulico e estruturas, a argila retirada com as escavações obrigatórias não será suficiente para atender as atividades de desvio, porém ao longo do acesso para obra foram identificados vários pontos de empréstimo que podem ser utilizados.

Convém ressaltar que a ruptura eventual desta ensecadeira com altura média de 4,00m não causaria danos à jusante uma vez que o curso do rio possui caixa alta e é desabitado em função das frequentes cheias que ocorrem naturalmente.

Os prejuízos da obra da PCH Fortaleza, no caso de uma eventual ruptura, se restringem à paralisação momentânea da obra e a reconstrução do último volume lançado de concreto antes do advento da cheia. Após a passagem de uma eventual onda de cheia a ensecadeira pode ser reconstruída apesar das dificuldades citadas.

3.11.2. Sistema de Adução

O arranjo geral proposto é composto por um canal adutor curto, câmara de carga, condutos forçados e um longo canal de fuga. Foi dimensionado para conduzir a água do ponto de captação até a restituição ao curso normal do rio Iapó com a mínima perda de carga que resultasse em um custo viável de implantação.

O eixo do canal adutor foi projetado de forma que toda a seção molhada ficasse contida em corte em rocha, a menos do trecho final próximo a chegada a câmara de carga, onde uma mureta em concreto armado será construída para suportar a elevação do nível d'água pela passagem de cheias excessivas

3.11.3. Câmara de carga

A câmara de carga, será construída de concreto armado, munida com um equipamento limpa grades automático, as grades terão uma dimensão total de 17,0m de largura por 7,00m de altura constando de quatro painéis. Com acionamento hidráulico, tipo rastelo correndo sobre trilhos laterais embutidos no concreto. O rio Iapó, por suas características lânticas a montante do Projeto, cria condições para a disseminação de macrófitas flutuantes, especialmente do gênero *Eichhornia sp.*, com grande mobilidade e capazes de, em ilhas, causar a vedação do fluxo d'água na câmara de carga. Assim as grades têm por função impedir o ingresso das plantas aquáticas e de grandes objetos ao sistema gerador. Havendo acúmulo destes nas grades será acionado o equipamento limpa-grades.

3.11.4. Conduto forçado

Os quatro condutos forçados serão envelopados, de forma que animais silvestres que desejarem passar de uma para outra margem poderão passar sob os condutos forçados até chegar à margem do rio no trecho de águas reduzidas, ou estabelecer suas rotas de trânsito pouco mais a jusante, atravessando o rio, como ocorre atualmente.

3.11.5. Canal de fuga

O canal de fuga se estenderá por um canal a ser aberto no próprio leito do rio, logo escavado em rocha, com formato retangular amplo, de 17,00m de base e profundidade média 4,00m. Terá uma extensão de 25m, com uma seção molhada variável, S_{min} de 85,00 m².

3.11.6. Casa de força

A casa de força terá proteção contra enchentes na El. 696,00m, o mesmo da sala de comando. O piso da sala de máquinas ficará pouco abaixo, na El. 683,70 m. A cota do eixo da turbina será 684,50m.

3.12. ATIVIDADES PRINCIPAIS E SECUNDÁRIAS DE CADA FASE

Uma síntese do cronograma está apresentada em 3.17 deste EIA. Com mais detalhes, as atividades principais e secundárias de cada fase são:

Instalação do canteiro e serviços preliminares

- Limpeza, desmatamento e destoca;
- Instalação dos gabaritos de locação e RN nas frentes de obra principais estruturas;
- Abertura dos acessos, revestimento com cascalho incl. bueiros de serviço e drenagens;
- Instalação de cercas de proteção e porteiras de obra.

Desvio do rio 1ª fase – Ensecadeira pela margem direta

- Avanço, fechamento da ensecadeira pela margem direita.

Construção do bloco das adufas de desvio na ombreira direita

- Escavação, limpeza das fundações junto à barragem;
- Armadura, formas e concretagem primeiro estágio;
- Montagem das peças fixas de primeiro estágio e batentes da comporta vagão;
- Concretagem das peças fixas de primeiro estágio;
- Montagem da comporta, batentes, acionamentos hidráulicos, sensores de nível;
- Comissionamentos e teste.

Desvio do rio 2ª fase - Eixo do vertedor principal

- Remoção parcial ensecadeira primeiro estágio;
- Avanço, fechamento da ensecadeira segundo estágio;
- Manutenção ensecadeira / eventual reconstrução durante passagens de cheias;
- Fechamento das adufas e enchimento com concreto;
- Fechamento das comportas;
- Obtenção da LO, enchimento do reservatório e início operação do vertedor.

Vertedor soleira livre

- Escavação em rocha, regularização da calha de aproximação
- Serviços de limpeza e fundações, atirantamentos;
- Armadura, formas e concretagem primeiro estágio;
- Acabamento da ogiva creager.

Barragem enrocamento com núcleo de argila

- Escavação em rocha, regularização da calha de aproximação;
- Serviços de limpeza e fundações, atirantamentos;
- Lançamento do enrocamento, espalhamento e compactação;
- Aterro compactado;
- Filtro e transição;
- Acabamento da pista.

Escavação do canal adutor

- Serviços de escavação e limpeza e fundações;
- Escavação em rocha a céu aberto e remoção do enrocamento.

Construção da tomada de água dos condutos ou câmara de carga

- Serviços de escavação e limpeza e fundações;
- Armadura e concretagem primeiro estágio;

- Montagem peças fixas;
- Concretagem segundo estágio das guias dos painéis stop logs, batentes e acabamentos;
- Montagem da monovia;
- Montagem dos painéis de grade grossa;
- Montagem das grades, limpa grades e acabamentos;
- Montagem do equipamento limpa grades.

Condutos forçados independentes

- Serviços de escavação e limpeza e fundações;
- Armadura e concretagem primeiro estágio;
- Montagem peças fixas;
- Concretagem envelopamento;
- Montagem das juntas de dilatação.

Canal de fuga

- Escavação em rocha a céu aberto para rebaixo da soleira junto ao sucção;
- Construção de um septo de ensecadeira para evitar o refluxo por jusante;
- Remoção de ensecadeira.

Construção da casa de força

- Demarcação da obra;
- Construção do acesso e pátio de manobra;
- Escavação em rocha a céu aberto;
- Limpeza e tratamento das fundações;
- Armadura e concretagem primeira fase - laje de vedação;
- Montagem das peças de fixação dos equipamentos – bases;
- Paredes estruturais e pilares guias;
- Montagem das peças fixas da comporta stop log do sucção;
- Concretagem de segundo estágio;
- Estrutura metálica pilares, vigas da ponte rolante e estrutura do telhado;
- Alvenaria e esquadrias;
- Cobertura e acabamentos (elétrica hidráulica e pinturas);
- Montagem da ponte rolante;
- Montagem dos equipamentos turbinas e geradores;

- Concretagem fixação dos equipamentos;
- Montagem elétrica cablagem e painéis;
- Automação – montagem.

Subestação 34,5KV

- Obras civis;
- Fornecimento;
- Montagem elétrica / conexão com o sistema.

Linha de transmissão 34,5kV - 5km

- Projeto e licenciamento;
- Obras civis;
- Montagem elétrica.

Start - up

- Treinamento;
- Testes operacionais;
- Comissionamento.
- Início da operação comercial.

3.13. AS ÁGUAS PLUVIAIS DAS ÁREAS IMPERMEABILIZADAS

O projeto para as áreas impermeabilizadas, as águas das chuvas escorrerão para dutos e canais superficiais a dispositivos de armazenamento temporário, para seu reuso em operações de limpeza dos pátios e jardinagem, com capacidade de armazenar até 5000L. O excedente será extravasado por sistema de canal superficial até o rio, onde será lançado de forma a não causar focos de erosão.

3.14. DESTINO DOS EFLUENTES DA OBRA E OPERAÇÃO

Os efluentes de saneamento serão conduzidos a fossas sépticas e poço sumidouro, situadas no Acampamento, distantes de cursos d'água pluvial. Terão capacidade de receber um volume diário da ordem de $0,85\text{m}^3$, calculado pelo número de trabalhadores durante 8 horas de jornada diária. Esse sistema será desmontado ao final das obras mediante tratamento de desinfecção com cal e soterramento.

No período operacional os esgotos serão conduzidos para novos sistemas de captação para fossa séptica e sumidouro, com capacidade de receber até 0,25m³/dia, suficiente para atender às 3 pessoas que permanecerão diuturnamente em serviço.

3.15. LAYOUT DO EMPREENDIMENTO

A disposição geral das instalações do empreendimento na fase operacional é apresentada nos Desenhos 02 e 03.

3.16. SUBESTAÇÃO E LINHA DE DISTRIBUIÇÃO (Transmissão)

O local da subestação terá 16,00 x 8,00m, suficiente para abrigar 1 transformador elevador, com potência de 14.500 kVA. As tensões variarão entre 6,9 kV ligado em delta e 34,5 kV \pm 2,5% kV. A montagem será externa. O comprimento total de linha de distribuição (transmissão), com cabos CAA 2/0 AWG, será de 8 km, fazendo a interligação na Subestação da COPEL em Tibagi-PR.

3.17. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS

O cronograma definido no Projeto Básico previu atividades preparatórias e de obras. A fase preparatória, que depende de licenciamento, não foi prevista prazo, à luz das discricionariedades que sujeitam o processo de licenciamento. A fase das obras, de seu início ao início operacional deverá ocorrer em um período de 12 meses, obedecendo ao escalonamento mostrado na Figura 15.

O cronograma não incluiu providências ambientais, mas, ao evidenciar as obras civis, ensejou a que fossem identificados os aspectos ambientais de cada etapa e se verificasse que providências devem ser tomadas a cada tempo. Tais providências, cuidados e programas ambientais são objeto de capítulo do presente EIA, e constam do capítulo dos Programas Ambientais.

Os Desenhos 03 e 04 apresentam a distribuição espacial dos componentes civis do Projeto, a saber, as estruturas do barramento, vertedouro, canal adutor, câmara de carga, conduto forçado, casa de máquinas, canal de restituição, subestação, e acessos.

Atividades	Meses														
	A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Atividades que precedem o início da obra	█	█													
Obtenção de Licença Prévia e de Instalação	█														
Infraestrutura: energia, água e acessos		█													
Celebração dos contratos para as obras		█													
INÍCIO DA OBRA			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Projeto executivo, detalhamento	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Instalação do canteiro e serviços preliminares			█	█											
Desvio do rio 1a fase			█	█											
Construção do bloco das adufas de desvio				█	█	█									
Desvio do rio 2a fase eixo do vertedor principal							█	█	█	█	█	█			
Vertedor soleira livre					█	█	█	█	█						
Barragem de enrocamento c/ núcleo de argila							█	█	█	█	█				
Escavação do canal adutor			█	█	█	█	█	█	█						
Construção da tomada de água dos condutos			█	█	█	█	█	█	█	█					
Condutos forçados independentes			█	█	█	█	█	█	█						
Canal de fuga			█	█											
Construção da casa de força			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			
Subestação 34,5KV			█	█	█	█	█	█	█	█	█				
Linha de Distribuição 34,5kV			█	█	█	█	█	█	█	█	█				
Start – up												█	█	█	█

Figura 15. Cronograma da Obra

4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Convenciona-se chamar de áreas de influência aos locais onde as condições físicas, bióticas ou socioeconômicas do meio são passíveis de perceber os efeitos do empreendimento, em suas fases de planejamento, implantação e operação. A definição destas áreas é um requisito legal, estabelecido nas Resoluções 001/86 e 237/97 do CONAMA, e muito importante para a avaliação dos impactos ambientais, bem como para a definição da área a ser objeto de diagnóstico e proposição de medidas e programas de controle e monitoramento ambiental.

Para a definição das áreas de influência do Meio Físico foram considerados os impactos que poderão incidir sobre os componentes do clima, geologia, geomorfologia, solos e recursos hídricos, enquanto para o Meio Biótico consideraram-se as condições da vegetação e da fauna, especialmente as incidências sobre biodiversidade, espécies raras e ameaçadas, e possibilidades de aparecimento de espécies exóticas. Por fim, para o Meio Socioeconômico, a definição baseou-se nas interferências que o empreendimento poderá gerar sobre os modos de vida das comunidades, o uso e ocupação do solo regional, a infraestrutura pré-estabelecida, a base econômica e os aspectos sociais e culturais dos municípios onde o empreendimento será instalado, inclusive com vistas a se identificar os eventuais benefícios econômicos oriundos de sua implantação.

A caracterização dos meios físico, biótico e socioeconômico da PCH FORTALEZA foi realizada em três escalas de análise, definidas pelo Termo de Referência do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), a saber: a Área Diretamente Afetada (ADA), a Área de Influência Direta (AID) e a Área de Influência Indireta (AII).

4.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII

Foi denominado como AII – Área de Influência Indireta o contexto regional definido pela hidrografia onde se localiza o empreendimento, no caso, as bacias dos rios Fortaleza e Iapó. Chamou-se estas áreas como de influência indireta porque o empreendimento não exerce influências efetivas sobre estas, porém é vulnerável a aconte-

cimentos de influência hídrica ocorrentes nestas, por exemplo, cargas de sedimentos, contaminantes e agrotóxicos carregados ao curso d'água, pressões de pesca e usos consuntivos das águas. No Desenho 01 estão indicadas essas bacias hidrográficas e assinalada a AII - Área de Influência Indireta.

4.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID

Reconhecendo a possibilidade de afetações de uma determinada região circundante da região ao reservatório e deste para essa região, delimitou-se uma faixa de 500 m em torno do reservatório onde se admite maior intensidade dessas influências mútuas. Os tipos de influências dizem respeito aos usos dos solos para que neles não se formem processos erosivos, ameaças de animais domésticos virem a perseguir animais silvestres da APP, riscos de animais silvestres (serpentes e herbívoros) saírem da APP em direção às áreas contínuas, introdução de espécies florestais exóticas, necessidades de acessos à água e mesmo ao tráfego através da APP, usos das águas do reservatório para fins consuntivos, etc. O Desenho 02 mostra a delimitação da AID.

4.3. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

Como o nome já indica, a ADA compreende a onde será instalado o empreendimento, incluindo desde os acessos, pátio de obras, barragem, casa de força, as estruturas do canal de adução, o reservatório e sua área de preservação permanente, e o espaço de usos restritos sob a linha de transmissão. Está também assinalada no Desenho 02.

5. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental é um conjunto de estudos que analisa os fatores ambientais relevantes para os processos de implementação e operação da PCH FORTALEZA e, a partir dessa análise, é possível prognosticar as transformações que ocorrerão no ambiente, ou seja, os impactos ambientais, positivos e negativos, causados pela implementação da PCH em estudo.

Este diagnóstico, seguindo uma estruturação já consagrada em estudos ambientais, foi subdividido em três áreas de conhecimento, conforme discriminação abaixo:

- **Meio Físico:** aborda os estudos de clima, uso do solo, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, geologia, geomorfologia, solos e topografia.
- **Meio Biótico:** aborda os estudos de áreas protegidas, vegetação, fauna terrestre, ictiofauna, espécies de interesse epidemiológico e qualidade da água.
- **Meio Socioeconômico:** aborda os estudos referentes aos aspectos demográficos, econômicos, culturais, entre outros ligados ao empreendimento.

Cada área de conhecimento, de acordo com suas características, tem um domínio próprio de abrangência para o desenvolvimento dos respectivos estudos, ou seja, uma área de influência específica.

5.1. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

5.1.1. Clima e Meteorologia

O clima e as condições meteorológicas de uma região são determinados principalmente pelas circulações atmosféricas, caracterizados com base na observação sistemática das variáveis em um período suficientemente longo e com observações de boa qualidade, que atuam nas diversas escalas em que se insere a região, e em menor proporção pelas condições geográficas, geológicas e hidrológicas locais.

5.1.1.1 Caracterização Climática

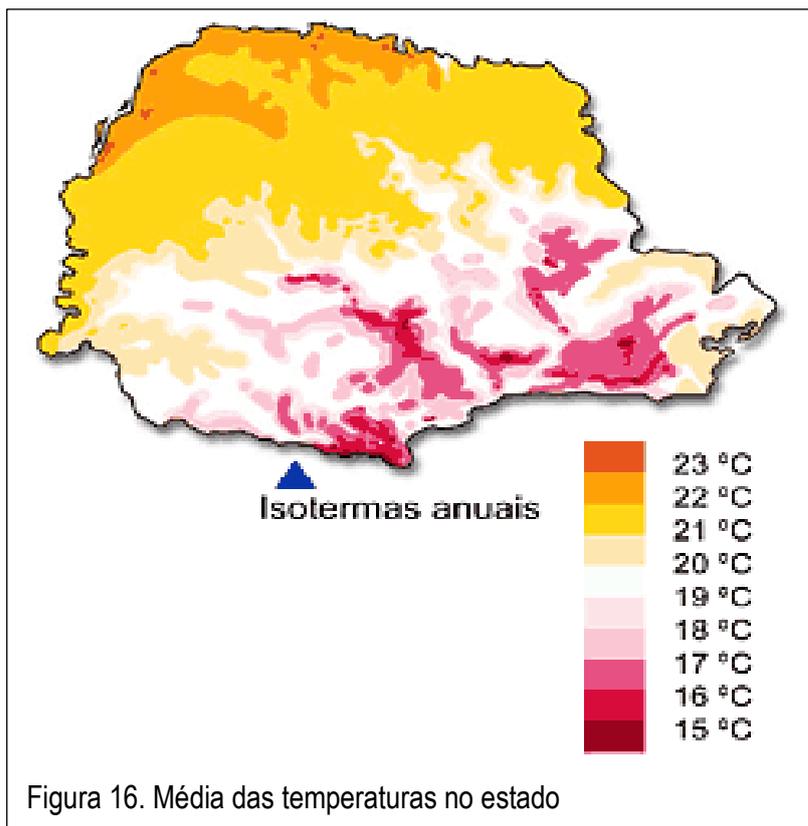
O sistema de classificação climática de Köppen, baseado na vegetação, temperatura e pluviosidade, apresenta um código de letras que designam grandes grupos e sub-grupos climáticos, além de subdivisões para distinguir características estacionais de temperatura e pluviosidade. O conhecimento do tipo climático de uma região fornece indicativos de larga escala sobre as condições médias de pluviosidade e temperatura esperados. Esse é um primeiro indicativo para se planejar todas as atividades humanas (tipos de construção, vestimenta, etc) e explorações vegetais e animais (CAVIGLIONE et al. 2000).

Ainda, segundo Caviglione et al. (2000) o tipo climático na região de estudo (bacia do rio Ligeiro) de acordo com a classificação de Köppen, é o Cfa, ou seja, clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

O perfil climático do Estado do Paraná apresenta uma transição entre o clima tropical para o subtropical dominante da região sulina. No litoral, na bacia do rio Paraná e ao Norte do Estado nota-se um arco a partir do qual as temperaturas médias são elevadas. Porém nos altiplanos ao Sul, onde predomina o bioma da Araucária, as temperaturas se amenizam, chegando, no inverno a esporádicas e tímidas nevasdas, e mais frequentes as geadas, quando os termômetros atingem alguns poucos graus negativos.

A situação geográfica da região sul, nos subtrópicos, garante maior amplitude do ciclo anual de temperatura em relação a outras regiões do Brasil, com evidente contraste entre inverno e verão. Ainda se destaca o fato de que a região Sul do Brasil é especialmente sensível às alterações produzidas pelos eventos “El Niño” e “La Niña”.

Abaixo estão os três tipos de clima identificados no Paraná, que são definidos principalmente pela localização do Estado, as temperaturas e os ciclos de chuva.



No litoral predomina o clima tropical super-úmido, sem estação seca. Nas regiões norte, oeste e sudoeste predominam o clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estação seca, com poucas geadas. Na região de Curitiba, nos campos gerais e sul, o verão é brando, sem estações secas e ocorrem geadas severas. A temperatura média do Estado é de 18,5°C.

As regiões compreendidas pelo Primeiro, Segundo e parte do Terceiro Planalto Paranaense sofrem ação de um clima do tipo Cfb – Subtropical úmido Mesotérmico, de verões frescos e com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca definida.

A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C. Nestas regiões, a umidade relativa do ar varia de 80 a 85%, e tendem a diminuir em direção ao norte e a Oeste. Nas regiões Norte, Oeste e Sudoeste, compreendendo quase todo o Terceiro Planalto Paranaense, predomina o clima tipo Cfa – Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C, observado a distribuição de temperaturas no estado na Figura 16.

Nos três planaltos paranaenses, os índices médios de umidade relativa do ar variam entre 80 e 85% e tendem a diminuir em direção ao Norte e Oeste, exceção feita ao

vale do rio Paraná, na porção compreendida pelo lago de represamento da hidrelétrica de Itaipu.

Entre os diversos fatores naturais que interferem nas condições médias do tempo, a cobertura vegetal está deixando de exercer o seu papel moderador, por encontrar-se em avançado estágio de extinção já há algum tempo.

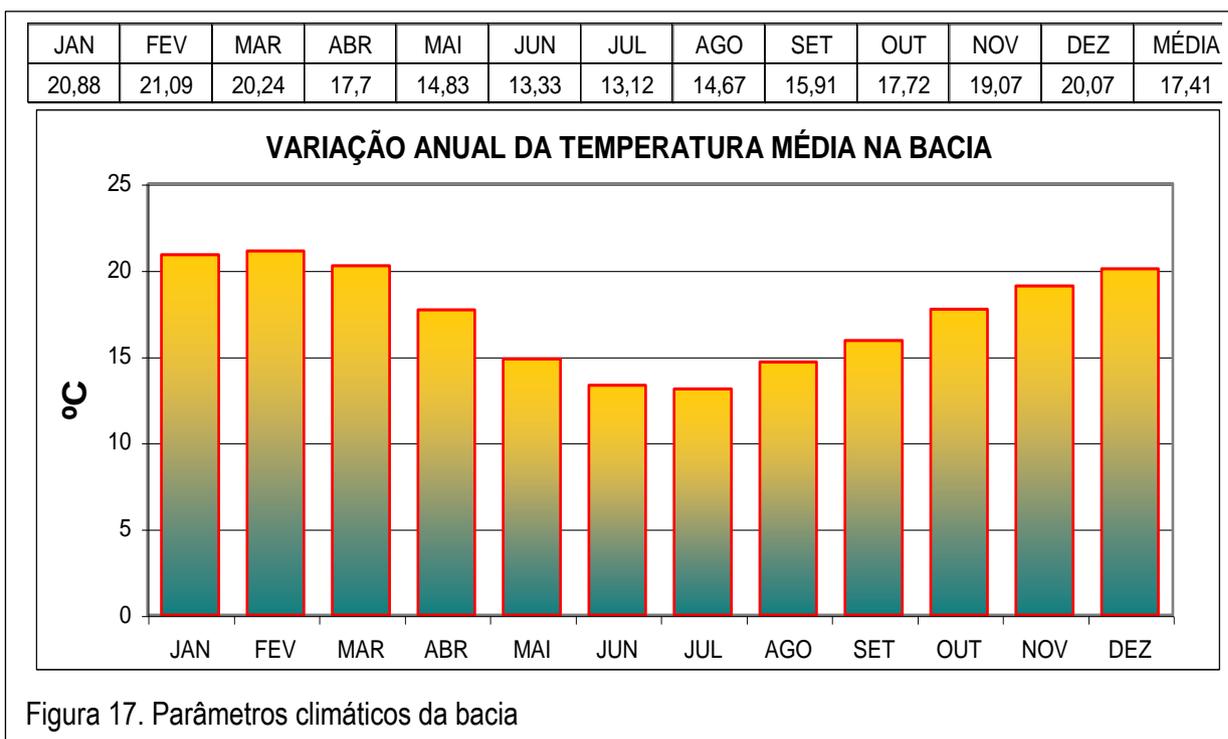
5.1.1.2 Áreas de Interesse

Do ponto de vista de um projeto hidrelétrico, a caracterização climática de uma região se baseia em tratar fatores regionais de precipitação, temperatura, evaporação, umidade relativa, vento, dentre outros elementos.

Baseado nas informações do programa HG77 desenvolvido pelo CEHPAR (UFPR), que trata da regionalização de parâmetros hidrológicos de pequenas bacias hidrográficas, citam-se, a seguir, informações climáticas da bacia do Tibagi.

Temperatura

Examinado a área de interesse do projeto, a qual se localiza no vale do Tibagi, um setor do segundo Planalto Paranaense, com clima subtropical úmido mesotérmico

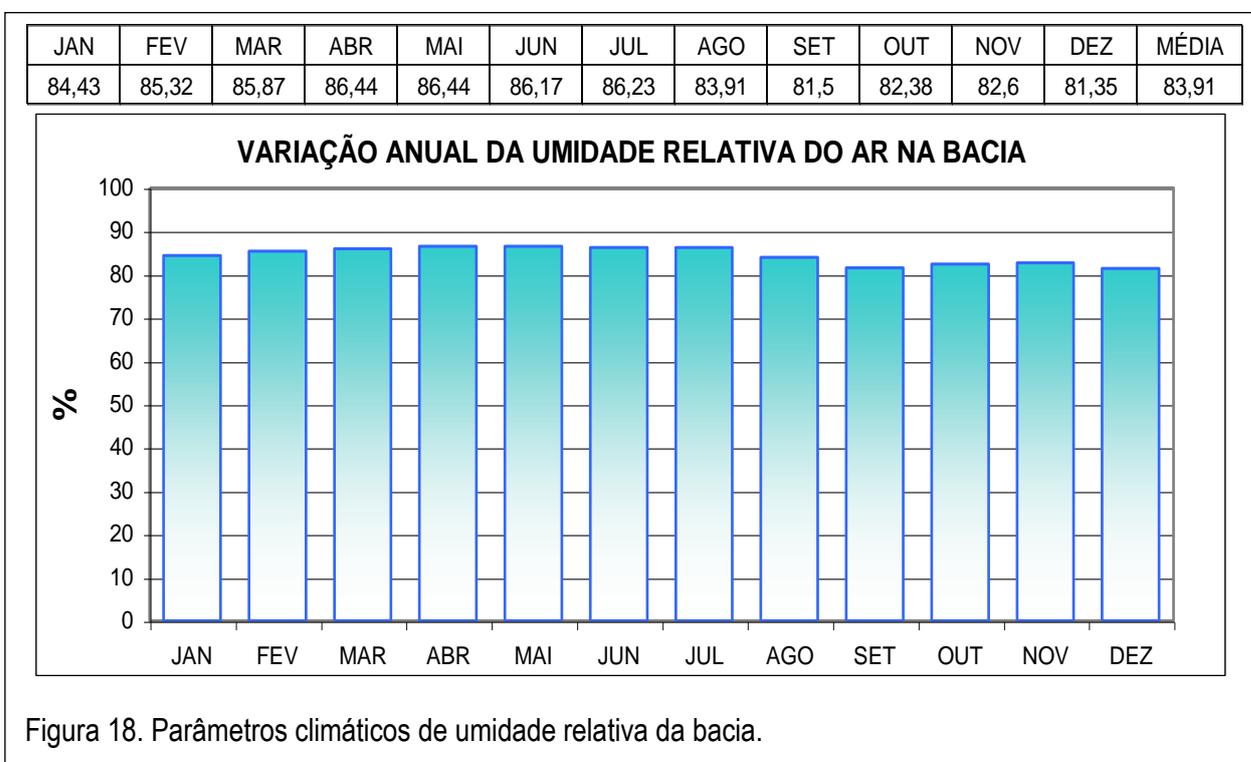


sem estação seca definida, de acordo com os domínios climáticos reconhecidos por Köppen sendo que a temperatura média se mantém próximo a 18°C.

Na região da bacia os verões são quentes e os invernos rigorosos ocorrendo geadas anualmente. A temperatura média do mês mais quente, entretanto ainda é inferior a 22°C e no mês mais frio se aproxima de 13°C, como observado na Figura 17.

Umidade Relativa

O comportamento sazonal da umidade relativa do ar gira em torno de 84% (Figura 18). A insolação média mensal na bacia é de 184h.

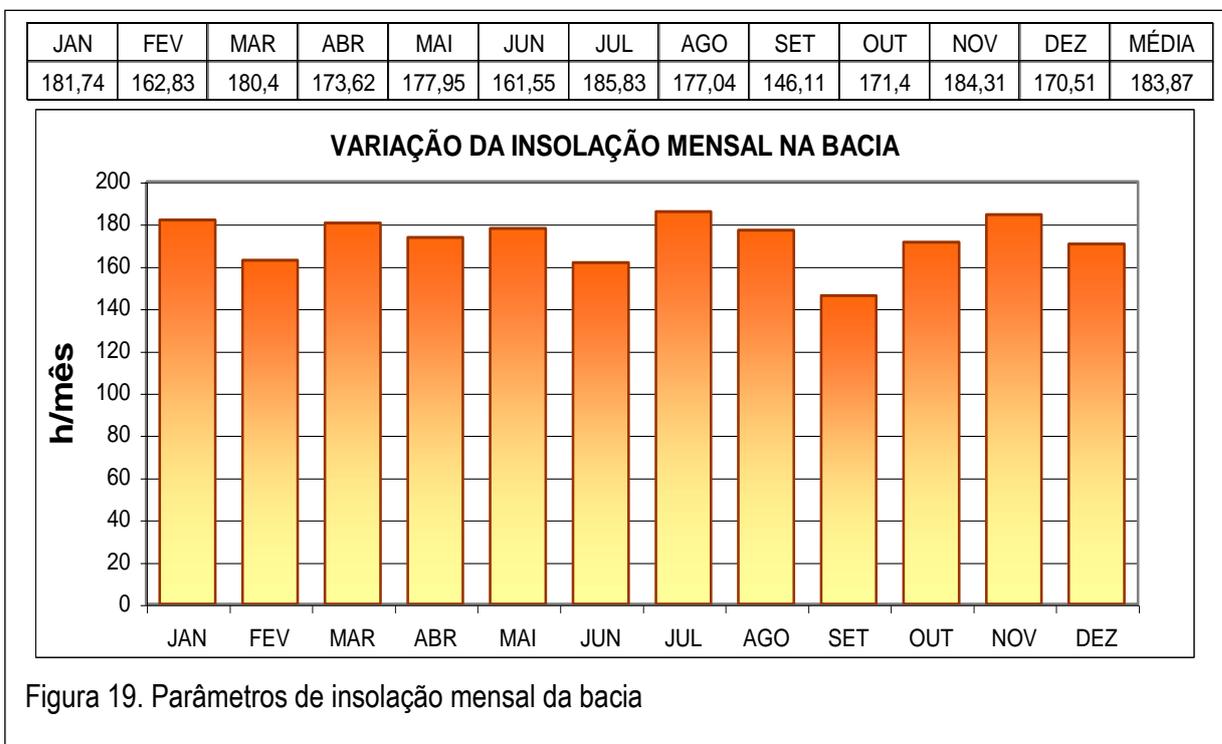


Precipitação

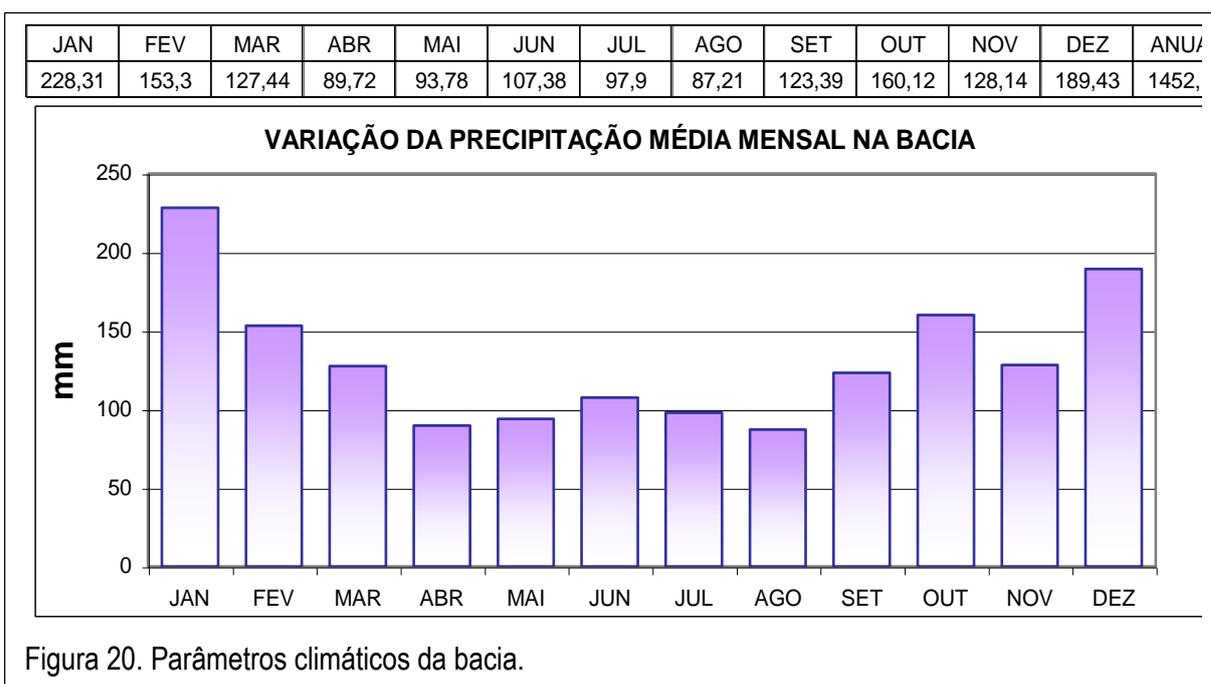
Segundo Caviglione et al. (2000) o termo "precipitação" é definido como qualquer deposição d'água em forma líquida ou sólida proveniente da atmosfera, incluindo a chuva, granizo, neve, neblina, chuvisco, orvalho e outros hidrometeoros. A precipitação é medida em altura, normalmente expressa em milímetros. Uma precipitação de 1 mm é equivalente a um volume de 1 dm³ de água numa superfície de 1 m².

Dados coletados na região inferem uma precipitação média na bacia de 1452mm, sendo que os meses que apresentam médias mensais pluviométricas mais elevadas

são dezembro a fevereiro. Em contrapartida os meses do início e final do inverno, apresentam tendências para estiagens (Figura 20).



A região da bacia apresenta pequena variação positiva da precipitação na medida em que se desloca em relação à foz, logo ao Norte, apesar deste fato a bacia pode ser considerada homogênea em termos de comportamento climático segundo indi-

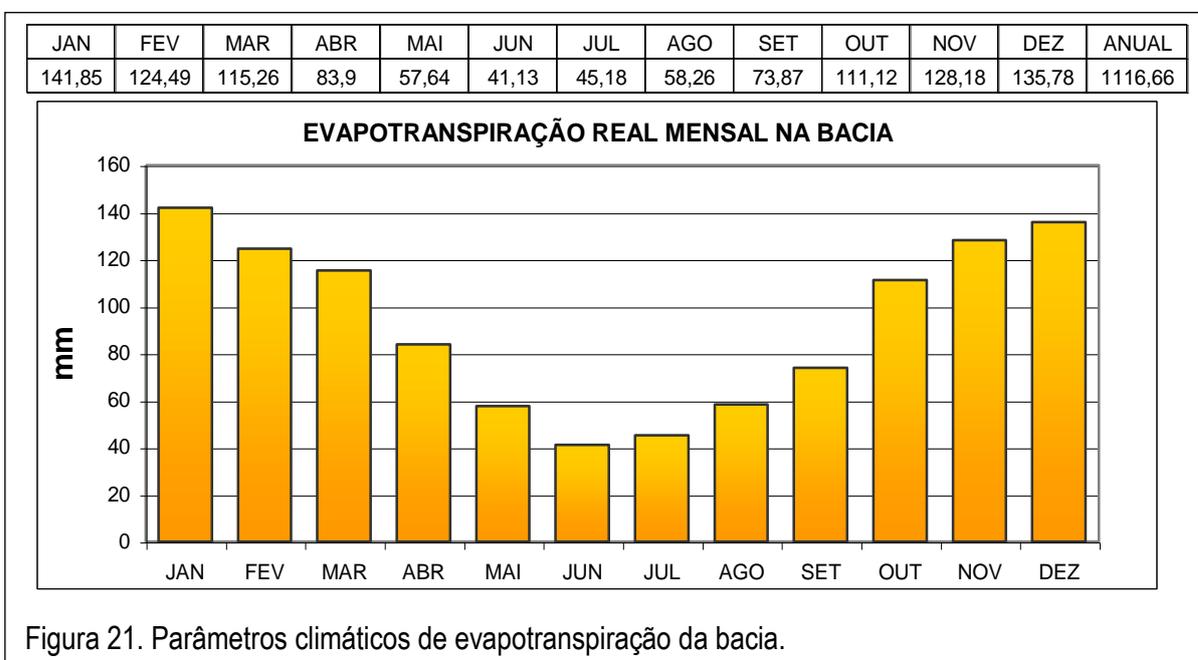


cam os estudos de regionalização.

Segundo estudos efetuados pela SUDERHSA a tendência, ao se deslocarmos da bacia para leste, é a diminuição da precipitação média esperada. Esta tendência pode ser verificada na Figura 20, precipitação e isoietas de chuva na bacia hidrográfica.

Evapotranspiração

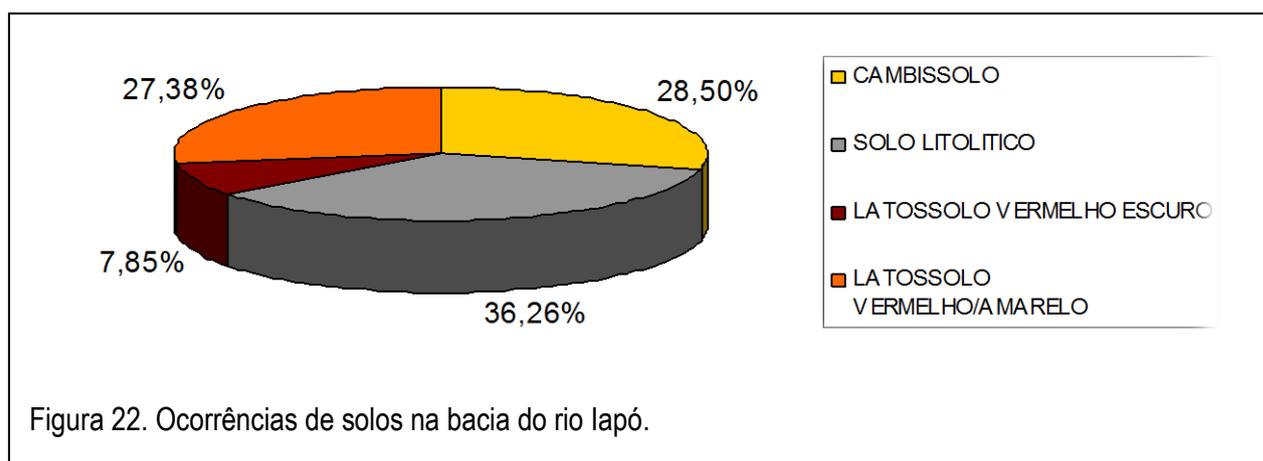
A transferência de água de uma superfície qualquer para a atmosfera, por meio dos processos de evaporação e transpiração, é denominada evapotranspiração. Normalmente se estima a evapotranspiração devido à dificuldade de se separar os processos de evaporação - perda de água diretamente das superfícies para a atmosfera - e transpiração - perda de água dos organismos vegetais e animais para a atmosfera. A evapotranspiração é considerada como potencial quando ocorre a partir de uma superfície vegetada extensa e uniforme, coberta por vegetação de porte baixo e bem suprida de água (Caviglione *et al.*, 2000). Onde anualmente na bacia se tem a taxa de evapotranspiração de 1.116,66mm, sendo os meses inferiores abril a setembro (Figura 21).



Os fenômenos de escoamento sub-superficial estão ligados intimamente com questões geológicas e dos tipos de solo encontrados na bacia. A espessura média da camada de solo, o uso da superfície e conservação de cobertura vegetal também

são outras variáveis que governam o fenômeno do escoamento e evapotranspiração. Na região da bacia ocorre com maior frequência o solo litólico seguido pelo cambissolo e latossolo vermelho/amarelo, decorrentes da decomposição de silts de basalto (Fig. 22).

O uso do solo é predominantemente agrícola, sendo que seu potencial já se encontra totalmente explorado.

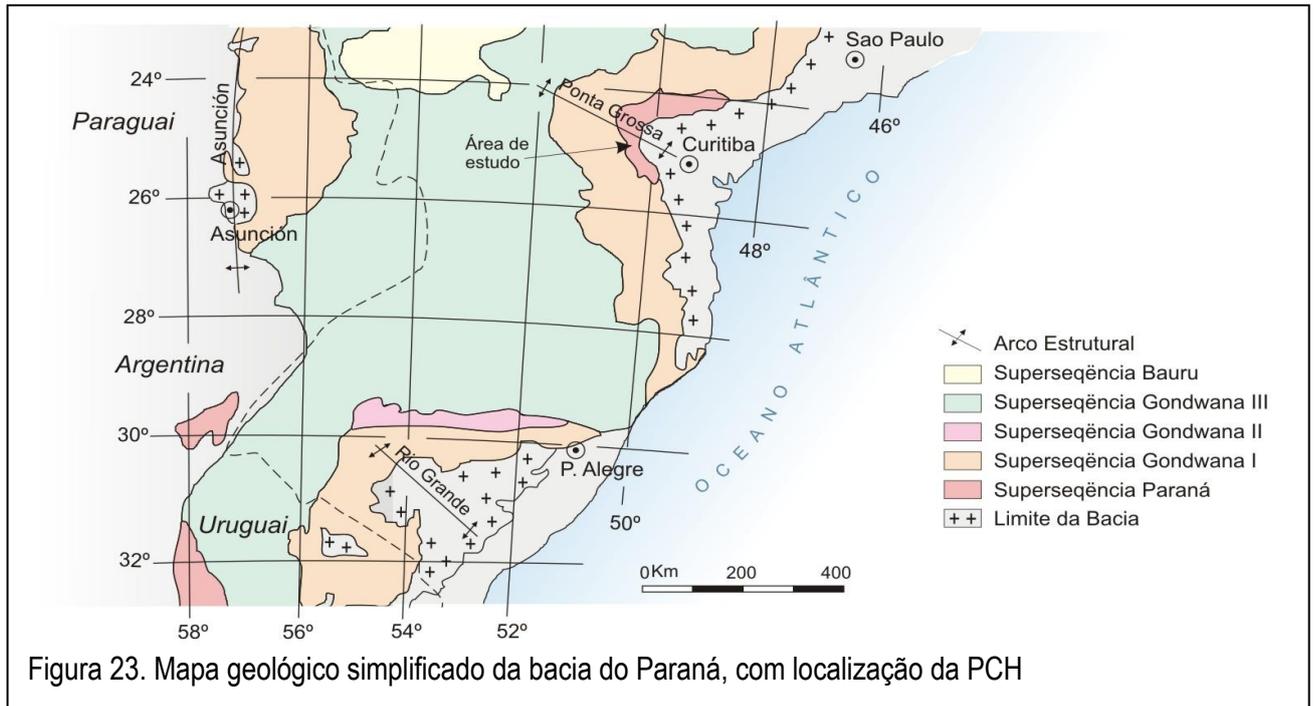


5.1.2. Litosfera

O conhecimento de substratos da área que será objeto de intervenções é relevante para garantir o sucesso do empreendimento e minimizar custos futuros com a correção de problemas geológicos-geotécnicos. Assim, pretende-se diagnosticar os terrenos suscetíveis a processos do meio físico através da caracterização dos aspectos geológico - geotécnicos e geomorfológicos no âmbito da construção da PCH FORTALEZA, para depois serem avaliados os impactos positivos e negativos e propor algumas medidas preventivas e mitigatórias.

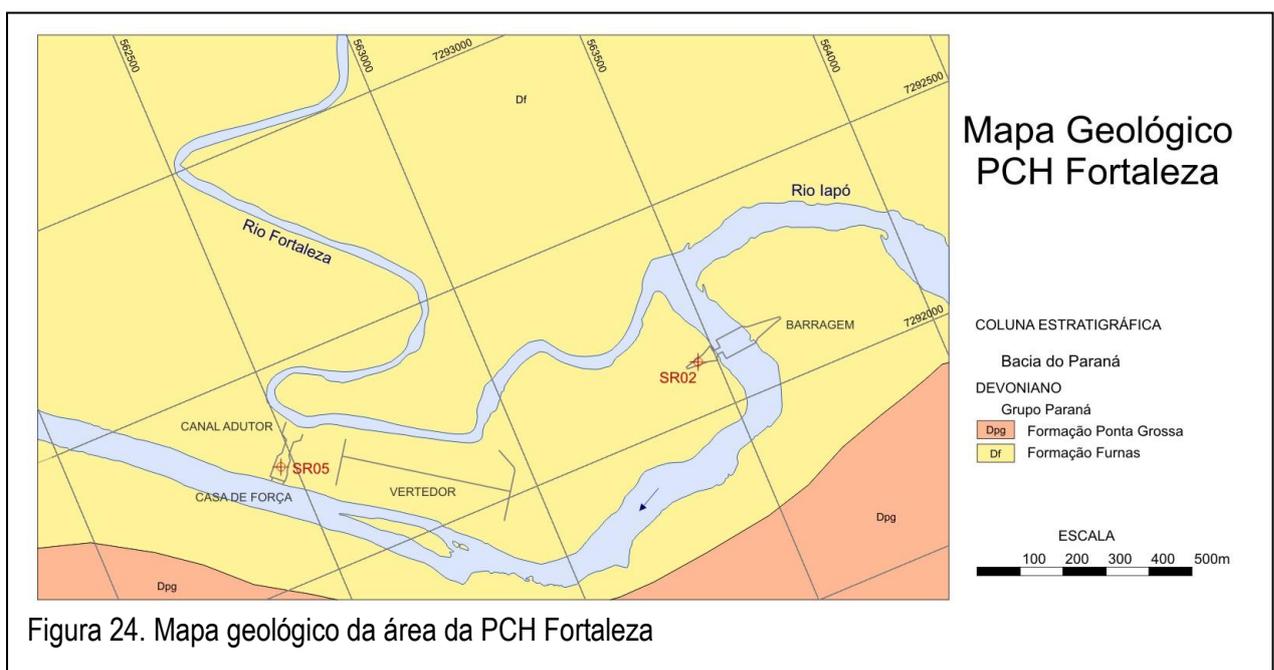
5.1.2.1. Geologia da Bacia

A área de estudo da PCH FORTALEZA está inserida sobre duas unidades geológicas com características evolutivas distintas. As mais antigas são as rochas do Grupo Castro, o qual ocupa uma área de cerca de 1000 km², que são recobertas pelos sedimentos da borda leste Bacia do Paraná (Figura 23). A área encontra-se sobre o eixo de soerguimento estrutural do Arco de Ponta Grossa, local com intensa concentração de intrusões ígneas de idade mesozoica.



A bacia intracratônica do Paraná ocupa uma área de aproximadamente 1.500.000 km², no. A sua dimensão norte-sul atinge quase 2000 km no território nacional, apresentando uma orientação NNW no seu eixo principal. Possui inclinação homoclinal em direção ao oeste, porção mais deprimida. Sua forma superficial côncava deve-se ao soerguimento flexural denominado Arqueamento de Ponta Grossa (Schobbenhaus et al. 1984, Milani et al. 1994).

Com base nos dados de campo e com o apoio de fotografias aérea do local pode-se



fazer um mapa de maior detalhe do local, onde predominam as rochas do Grupo Paraná. As estruturas devem estar assentadas sobre os arenitos da Formação Furnas, sendo que os pacotes argilosos da Formação Ponta Grossa ocorrem apenas nas porções mais elevadas do relevo (Figura 24).

A litologia predominante na área é arenito esbranquiçado. Os Arenitos caracterizam-se por uma coloração esbranquiçada levemente amarelada, constituídos por areia fina a grossa, com cimento argiloso. O maciço apresenta um acamamento sub-horizontal bem marcado, podendo-se observar estratificações cruzadas de pequeno a médio porte. Também foram confeccionados os perfis geológicos do eixo das principais estruturas (Fig. 25). Pode-se observar que nos três perfis o substrato ro-

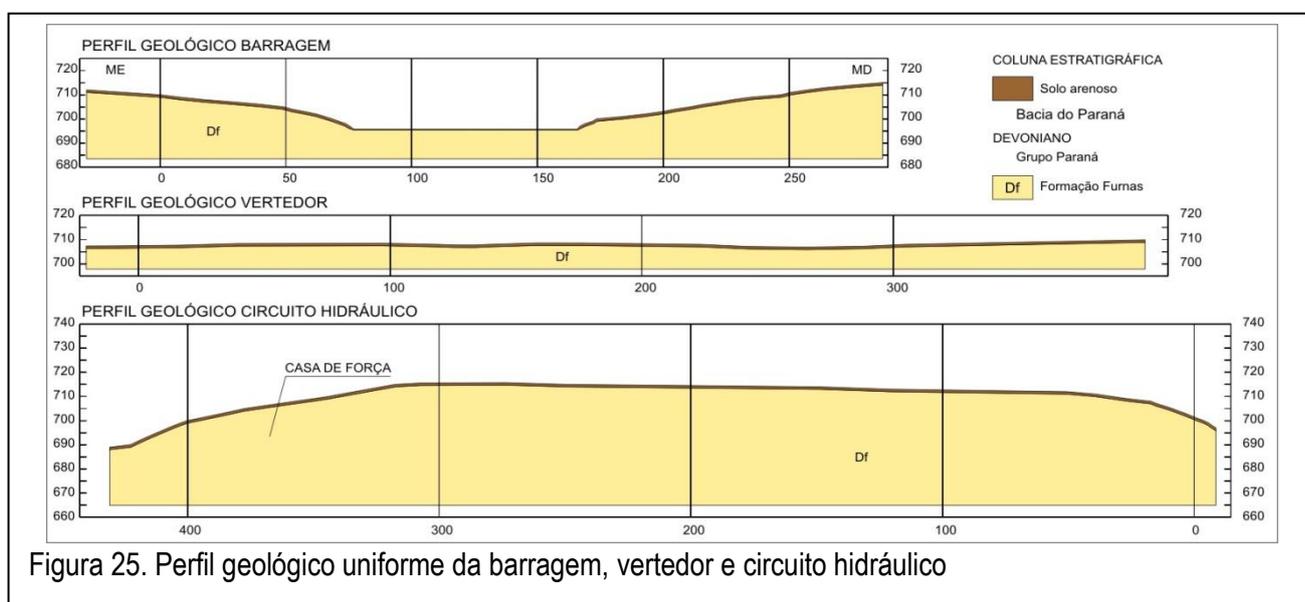


Figura 25. Perfil geológico uniforme da barragem, vertedor e circuito hidráulico

choso é constituído por rochas areníticas da formação Furnas, e que a cobertura de solos no local é no geral rasa. Caminhamentos realizados na área mostraram que o substrato rochoso é encontrado aflorante com frequência. A cobertura de solo é predominantemente arenosa e pouco desenvolvida.

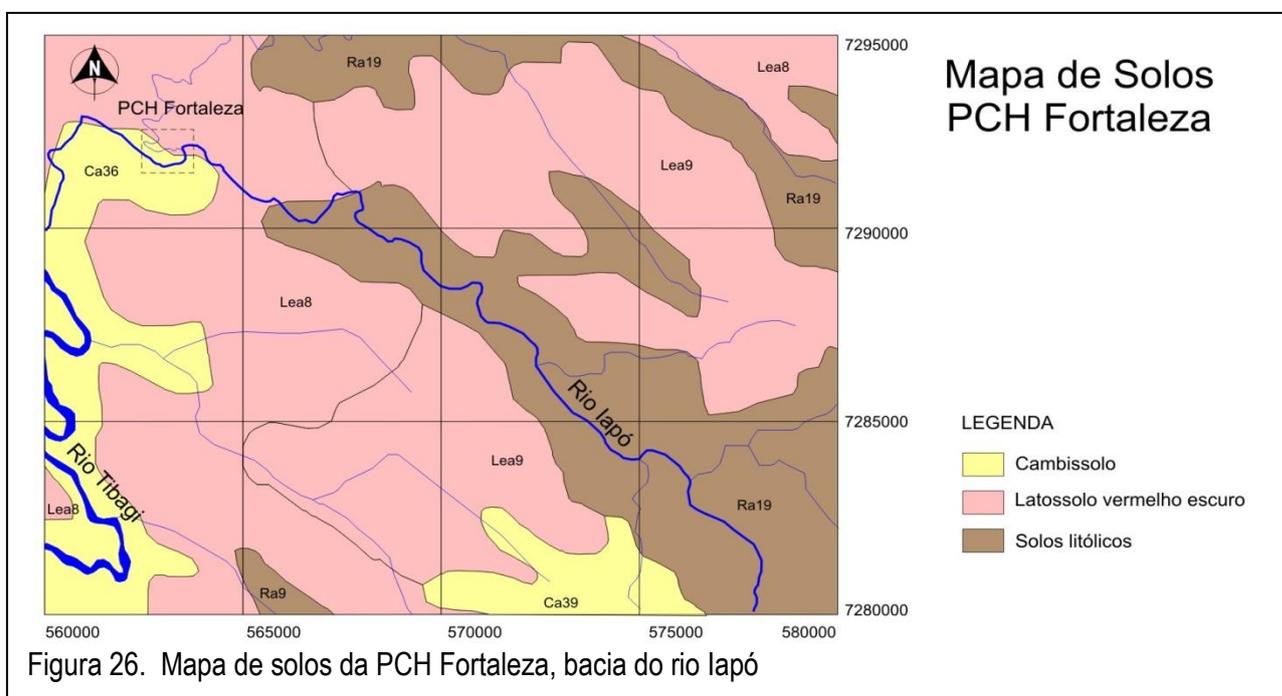
5.1.2.2. Geomorfologia

A geomorfologia da área pode ser dividida em três unidades com características distintas: a leste o Primeiro Planalto Paranaense, a oeste o Segundo Planalto Paranaense, e ao centro a Escarpa Devoniana. As altitudes variam de 700 a 1300 metros,

sendo os pontos mais altos encontrados na Serra das Pedras e na Escarpa Devoniana, e os mais baixos próximos ao Rio Tibagi.

5.1.2.3. Pedologia

A caracterização dos solos que ocorrem na bacia hidrográfica do Rio Iapó baseou-se no levantamento de Reconhecimento de solos do Estado do Paraná, escala 1:600.000 (EMBRAPA/IAPAR, 1984). Nesta região ocorrem 3 tipos de solos: Cambissolos, Latossolo Vermelho-Escuro e os Litólicos. Esses solos podem ser visualizados no mapa da Figura 26.



A capacidade de uso das terras é uma classificação técnica ou interpretativa baseada no conhecimento das potencialidades e limitações das terras, considerando em especial a suscetibilidade a erosão, e informando as melhores alternativas de uso das terras. Na hierarquia da classificação existem quatro níveis categóricos divididos em três grupos (A, B, C), oito classes (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII).

Pertencem ao **Grupo A** as terras próprias para lavouras anuais ou perenes e/ou reflorestamento e vida silvestre abrangendo 4 classes:

- Classe I - Sem práticas especiais

- Classe II - Com práticas simples
- Classe III - Com práticas intensivas
- Classe IV - Com uso limitado e práticas intensivas

O **Grupo B** as terras impróprias para lavouras, mas ainda apropriadas ao pastoreio e/ou reflorestamento e refúgio da vida silvestre:

- Classe V - Sem restrições ou práticas especiais
- Classe VI - Com restrições moderadas
- Classe VII - Com severas restrições de uso e impróprias para culturas, pastagens e reflorestamentos são os usos indicados.

O **Grupo C**, as terras impróprias para lavoura, pastoreio e silvicultura, mesmo que possam ainda ser úteis para proteção da fauna, da flora, recreação ou armazenamento de água.

- Classe VIII - Terra extremamente acidentada, arenosa, úmida ou árida.

A classificação dos solos da área do projeto é descrita pelos **Cambissolos** que são solos minerais não hidromórficos, com horizontes B são fortemente drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno amarelada e de baixa saturação por bases e atividade química de fração coloidal.

Os **Latosolo Vermelho-Escuro** compreendidos solos minerais, com B latossólico, de textura argilosa ou média, ricos em sesquióxidos. São muito profundos, de sequência de horizonte A, B e C, muito porosos e permeáveis, bem acentuadamente drenados quando de textura argilosa e acentuadamente a fortemente drenados quando de textura média. São solos preponderantemente álicos e distróficos, portanto, forte a extremamente ácidos. A espessura do horizonte A varia normalmente entre 10 e 60 cm. Apresenta cor predominantemente vermelho escura. O horizonte B apresenta espessura superior a 250 cm, com cor geralmente vermelho-escura.

Por fim, os solos **Litólicos** são minerais, pouco desenvolvidos, que a partir de uma profundidade que varia entre 20 e 80 cm, apresentam rochas consolidadas, pouco ou nada meteorizadas, com grande quantidade de cascalhos calhaus e matacões, pouco ou nada decompostos. São formados a partir de diferentes materiais de ori-

gem. As características morfológicas desses solos restringem-se praticamente as do horizonte A, o qual varia entre 15 e 40 cm de espessura. Abaixo do horizonte A ocorrem calhaus e pedras, ou ainda, materiais semi-alterados das rochas em mistura com material deste horizonte, por onde penetram as raízes, concorrendo para que a profundidade efetiva destes solos alcance, na maioria dos casos, mais de 80 cm.

5.1.2.4. Sismologia

O fato de que a área a ser alagada é de pouca expressão, é reduzida a possibilidade de ocorrência de sismos induzidos capazes de comprometer as estruturas, apenas de pequenos sismos inferiores a 4 pontos na escala Richter. Sismos mais significativos são encontrados na borda da plataforma, no oceano Atlântico e no litoral sul do estado de São Paulo, não chegando a causar efeitos no local da área de estudo.

A ocorrência de sismos induzidos aumenta em grandes reservatórios quando o volume de água é elevado, associado principalmente à existência de falhas geológicas, onde as tensões cisalhantes residuais se encontram próximas de seus valores limites.

5.1.2.5. Recursos Minerais

Foi realizada uma pesquisa de títulos minerários registrados no DNPM, órgão do Ministério Minas e Energia responsável pela gestão dos recursos minerais brasileiros. Em novembro de 2014 se constatou que na área de influência da PCH Fortaleza não há concessões outorgadas pelo DNPM, ainda que constem dois protocolos, um já resultante no Alvará de Pesquisa, nº 8627 concedido ao requerimento protocolado sob número 826.313/2013, em 18.04.2013, para extração de areia destinado à construção civil, com validade até 03.09.2015. O outro requerimento é mais recente, também para Autorização de Pesquisas para exploração de areia, ingressado no DNPM em 17 de outubro de 2014, sob protocolo 826.837/14.

Se ambos os requerimentos vierem a se transformar em concessões minerárias, o empreendedor deverá proceder as negociações competentes. Como o quadro evolutivo da situação dos processos do DNPM é dinâmico, se deverá efetuar uma nova

análise dos casos de concessão de áreas junto a este órgão no início da construção do empreendimento, para se certificar da situação dos processos na área.

5.1.3. Recursos Hídricos

Nos empreendimentos hidrelétricos, os estudos hidrológicos são fundamentais para o desenvolvimento da engenharia. Desta maneira, este estudo, visando à qualidade dos estudos realizados anteriormente, utilizou muitos dados levantados e analisados durante o desenvolvimento do projeto de engenharia, que contemplou a base de dados disponível.

Os estudos preliminares reconstituíram série de vazões médias mensais visando a análise energética da usina, definindo o regime do rio Iapó no local do Projeto. Foram determinados o fluviograma e as curvas de permanência de vazões, através de técnicas de regionalização, além das estimativas de vazões máximas e suas probabilidades de ocorrência, para os dimensionamentos hidráulicos de desvio do rio e estruturas vertentes da PCH FORTALEZA e também de vazões mínimas de estiagem para a determinação da vazão sanitária, atendendo as exigências ambientais.

Foram então colecionados elementos para atender aos requisitos dos Termos de Referência e mais, os úteis para a compreensão das questões ambientais inerentes ao empreendimento. São esses os que se apresentam a seguir.

5.1.3.1. Águas Superficiais

O conhecimento do comportamento hidrológico da bacia do rio Iapó foi viabilizado através das informações disponíveis dos estudos anteriores e da própria pesquisa atualizada efetuada para este estudo hidrológico na intenção de lapidar os conceitos emitidos no relatório de inventário hidrelétrico. Buscou-se metodologia adequada para suprir eventuais lacunas de informação, baseadas no conhecimento do comportamento hidrológico dos rios da região, embasadas em inferência estatística.

Foram levantados os aspectos climatológicos da região onde está inserida a bacia, visando compor um cenário de fundo que contribuísse para a compreensão do ciclo hidrológico no rio Iapó.

O foco principal desta análise hidrológica foi a reconstituição de uma série de vazões médias mensais, tão ampla quanto possível, visando a análise energética da usina e definindo o regime do rio Iapó no eixo de captação. O fluviograma mensal é apresentado, bem como são discutidos os ajustes empregados, coeficientes de correlação obtidos e finalmente a apreciação gráfica dos resultados.

Também foram conduzidas estimativas de vazões máximas e suas probabilidades de ocorrência, para os dimensionamentos hidráulicos de desvio do rio e estruturas vertentes da PCH FORTALEZA. As vazões mínimas ou de estiagem são tópicos também abordados, importantes na determinação da vazão sanitária, atendendo as exigências ambientais.

As curvas de permanência de vazões também são apresentadas, e exprimem a característica da disponibilidade do recurso hídrico, muito importante na atual fase de projeto. O reservatório é tratado com especial atenção no que diz respeito à questão do armazenamento, (determinação da depleção mais adequada, além de averiguar os tempos necessários de enchimento e esvaziamento) e remanso. Avaliações sedimentológicas são conduzidas de forma a estimar a vida útil do reservatório.

Permeando os tópicos acima descritos sempre se teve em consideração a morfologia da bacia, com características peculiares no que diz respeito à densidade de drenagem, substrato geológico e perfil de quedas do rio.

5.1.3.2. Potamografia

O rio Iapó nasce no flanco sul da Serra das Furnas, exatamente no divisor de águas entre as sub-bacias do rio das Cinzas e Iapó. Apresenta um comprimento total de 172 km e sua área de drenagem na foz é de 3069km², e é considerado um rio de pequeno porte.

O curso do rio Iapó desenvolve-se desde suas nascentes no sentido Sudoeste até a cidade de Castro, guinando após, para Noroeste até chegar à sua foz no rio Tibagi. No seu primeiro trecho o rio é plano e corre sobre substrato geológico do embasamento cristalino. Percorrendo uma região de sedimentos, o Iapó nesta região forma incontáveis meandros.

No segundo trecho o rio Iapó se depara com dois obstáculos: cerca de 15 km a jusante da cidade de Castro o rio entrecorta um dique de riolito e em sequência passa a correr sobre o Arenito Furnas com margens muito encaixadas.

Ao contrário do trecho de montante, inicia-se nesta porção forte declive, onde foram detectados diversos potenciais hidrelétricos, inclusive localizados dentro do Cânion do Guartelá, que por se tratar de área de Parque Estadual se excluiu a possibilidade de aproveitamento.

A cabeceira da bacia é uma região de baixo índice pluviométrico e de configuração de relevo ondulado a plano com solos profundos e grandes depósitos sedimentares. No trecho de jusante o rio apresenta rochas expostas onde se observa alguns cânions, típicos da formação Serra Geral – Arenito Furnas. Estas características certamente influenciam seu regime hidrológico.

Ao longo de seu curso o Iapó recebe contribuição de vários córregos menores, mas apenas três afluentes mais significativos aportam pela sua margem direita, no caso os rios Fortaleza, Piraí Mirim e Piraí. Seu curso d'água nasce no município de Piraí do Sul, atravessa integralmente o município de Castro e adentra o município de Tibagi no seu trecho final. Já neste município recebe seu último contribuinte, o rio Fortaleza, em cuja junção se localiza o presente projeto da PCH FORTALEZA.

O rio percorre uma região com baixo índice pluviométrico com precipitação média variando de 1400mm na sua cabeceira a 1600mm já na sua foz.

5.1.3.3. Usos das águas

Ao longo do seu curso o rio Iapó – incluindo-se seu contribuinte rio Fortaleza – não possui grandes empreendimentos que fariam usos consuntivos das águas, tanto porque não há déficit hídrico na região onde está situado, como porque em grande parte de seu trecho está localizado em um vale profundo, a tal ponto que em uma porção de seu trecho forma uma paisagem digna de ali ser criado um Parque Estadual.

Existem pequenos aproveitamentos das águas para dessedentação de animais e captações insignificantes para finalidades rurais. Na passagem pela área urbana de

Castro, como acontece com quase todos os rios brasileiros, recebe uma carga de contaminação orgânica significativa, que se torna crítica logo depois, quando o emissário da SANEPAR que atende àquela cidade lança em seu corpo hídrico as águas tratadas daquela cidade, mas com uma carga orgânica ainda elevada e outros produtos, que fazem com este rio, quilômetros abaixo ainda manifestem evidências de contaminação pelo odor e espumas (Figura 27). Essa questão justificou a que o Instituto das Águas do Paraná elegeesse esse rio para monitoramento de sua qualidade.

5.1.3.4. Estudos das cheias

O estudo das cheias é condicionado por um conjunto de elementos e condições, uma vez que o desenvolvimento da rede hidrográfica é a consequência direta dos fatores que condicionam o escoamento. O regime climático, a (im)permeabilidade do solo, as características, o grau e o tipo de ocupação e a utilização dos vales inundáveis à escala da bacia hidrográfica são os principais fatores a ter em conta na ocorrência de cheias.

No caso particular deste projeto básico, além da questão do barramento, desvio do rio e vertedouro, a preocupação maior seria com a cota de proteção segura para a casa de força, evitando que uma enchente venha a alagar seu interior, causando danos ao equipamento elétrico e paradas na produção de energia.

Para o caso do rio Iapó optou-se primeiramente pela manipulação dos



Figura 27. Contaminação do Iapó em Castro

dados disponíveis na estação base, posto Fazenda Manzanilha que pode fornecer um vetor com 31 anos de observação diária, com algumas falhas. Os valores recomendados de vazões para o dimensionamento das obras de desvio e vertedouro são respectivamente 263 m³/s e 3069 m³/s, correspondendo a tempos de recorrência de 2 e 1000 anos.

Recomenda-se uma análise mais criteriosa da vazão de desvio a ser adotada, buscando quantificar os custos envolvidos caso haja galgamento de enseadeira, e tem-se mostrado em alguns casos ser interessante correr um risco maior. Isto ocorre principalmente para barragens em concreto onde o principal custo deste evento seria a paralização momentânea da obra com retomada das atividades após a passagem da onda de cheia. Este não é o caso dos do arranjo da PCH Fortaleza.

5.1.3.5. Sedimentologia

O carreamento de sedimentos é ocasionado pela desagregação da estrutura da camada superficial dos solos por ação mecânica provocada pelas precipitações. Cabe às enxurradas o carreamento dos materiais para as calhas dos cursos d'água. Constatam-se que são processos naturais que atuam de forma contínua moldando a configuração dos relevos. Envolvem, sequencialmente, processos de erosão, deslocamento, transporte, deposição e compactação evidenciando-se que o maior volume de sedimentos transportados (70% a 90%) ocorre no período das cheias. No decorrer de um ciclo hidrológico, as maiores descargas sólidas antecedem aos hidrogramas das vazões máximas havendo um decréscimo paulatino com a transição para estação da estiagem.

A formação de um reservatório, ao criar um ambiente lântico, propicia condições para deposição de sedimentos transportados pelos cursos d'água, nas frações do material em suspensão e arraste, ocasionando deposições que ocuparão os volumes destinados para o armazenamento.

Tanto o transporte como a deposição de sedimentos, que dependem de uma vasta gama de fatores intervenientes, podem redundar em prejuízo ambiental e econômico, ao soterrar ambientes lacustres importantes ao abrigo e reprodução de seres

aquáticos, e ao modificar as condições de contorno dos reservatórios, pela ocupação de volume útil destinado para a geração hidrelétrica.

Este fenômeno ocorre pela formação de uma frente de material sólido que avança sobre as estruturas de adução interferindo na captação e ocasionando processos abrasivos de desgastes aos componentes mecânicos, com possibilidade de efetiva redução de vida útil das instalações, principalmente, se as condições de uso e ocupação dos solos implicarem em alterações de elevado grau antrópico.

Existe um conjunto de fatores que atuam tanto na produção quanto no controle das taxas de erosão. Além do regime das chuvas, a cobertura vegetal, o tipo de solo e a declividade dos terrenos também interferem no processo.

A exploração econômica das terras, principalmente, pela prática da agricultura, é um tipo de uso do solo que tem contribuído para o incremento das descargas sólidas, modificando, inclusive, as condições de fluxo pelo assoreamento provocado em trechos de menor declividade, onde a diminuição da velocidade da corrente proporciona a deposição.

5.1.3.5. Cálculo da vida útil do reservatório

A partir do conjunto de medições de descarga sólida, seria ajustada uma curva de descarga de sedimentos relacionados à descarga líquida específica (q_1) em l/s/km², e a descarga sólida total específica (Q_{st}) em t/ano/km². É recomendado utilizar o método dos mínimos quadrados, considerando-se uma função de ajuste do tipo:

$$Q_{st} = b.q^m$$

Através dos estudos realizados acima, obteve-se a Produção anual de sólidos – Pse. O valor adotado para este rio foi de 84 t/ano/km², que multiplicado pela área de drenagem dos aproveitamentos identificados permite obter a produção anual de sólidos no barramento em t/ano.

Com os dados do reservatório, como volume total e volume anual afluente ($Q_{med} \times 8760 \times 3600$), é possível, através da metodologia proposta em Churchill, se determi-

nar o índice de retenção de sólidos. Com o peso específico estimado, volume de sólidos retido e o volume morto se calcula a vida útil do reservatório.

O cálculo do tempo previsto de assoreamento do aproveitamento PCH FORTALEZA é o principal objetivo da inclusão deste capítulo de análise hidrossedimentológica, dentro do escopo maior de um estudo de projeto básico, além de permitir detectar possíveis problemas que venham a comprometer drasticamente a vida útil do aproveitamento.

Até que o assoreamento atinja a tomada d'água do canal, formando uma rampa propícia ao arraste de sedimentos, configura um volume total assoreado de 1.597.975m³. O tempo de vida útil para os valores citados é de aproximadamente 20 anos, em se tomando a curva do gráfico de Churchill, relativa aos pequenos reservatórios. No caso do reservatório encaixado no vale do Fortaleza, onde estará localizada a tomada d'água, com volume de 3.860.075m³, resultou uma vida útil de 86 anos, não apresentando maiores problemas. As Figuras 28 e 29 apresentam a curva de Churchill juntamente com a avaliação sedimentológica deste aproveitamento, tanto para o rio Iapó, quanto para o rio Fortaleza.

Haverá acessos tanto na tomada de água quanto na barragem, visando facilitar a remoção do material quando necessário. Ações preventivas ao longo da bacia para montante são recomendadas, entretanto devem iniciar junto com a implantação da obra. No entanto sempre haverá um processo de arraste de sólidos em suspensão para a turbina, aumentando o desgaste dos equipamentos. Recomenda-se um processo de dragagens periódicas no entorno da tomada de água, como solução paliativa, quando do agravamento do problema. Os sedimentos de origem quartzosa (areias) são os mais abrasivos e podem comprometer a vida útil do rotor da turbina.

Estas ações podem ser concentradas em campanhas de conscientização da população ribeirinha, distribuição de mudas de espécies nativas para replantio das margens, financiamento do órgão ambiental responsável no sentido de fiscalização, implantação e controle da proteção das margens. É um processo lento, mas que sem dúvida contribui para a melhoria da qualidade ambiental de nossas bacias hidrográficas.

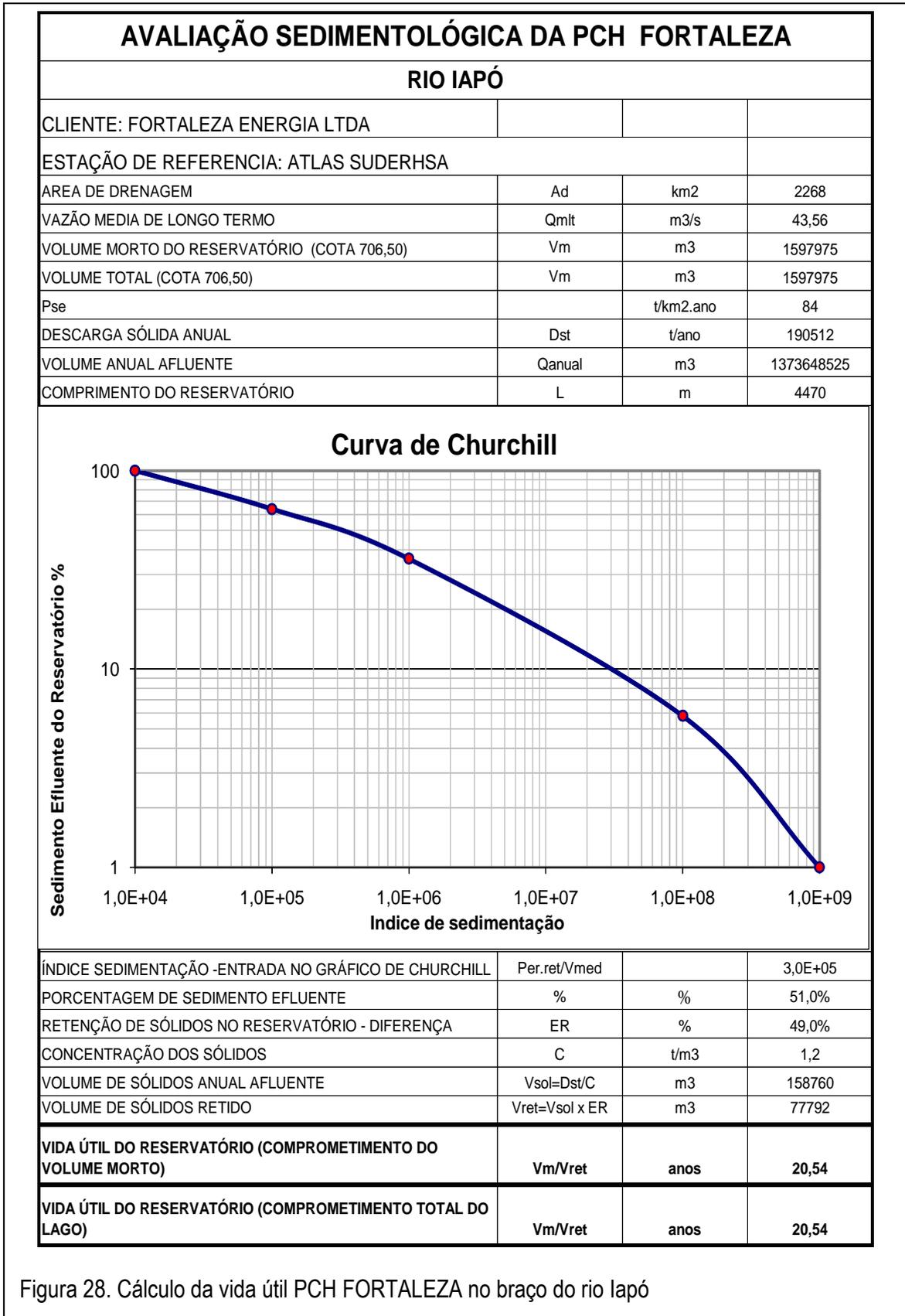


Figura 28. Cálculo da vida útil PCH FORTALEZA no braço do rio Iapó

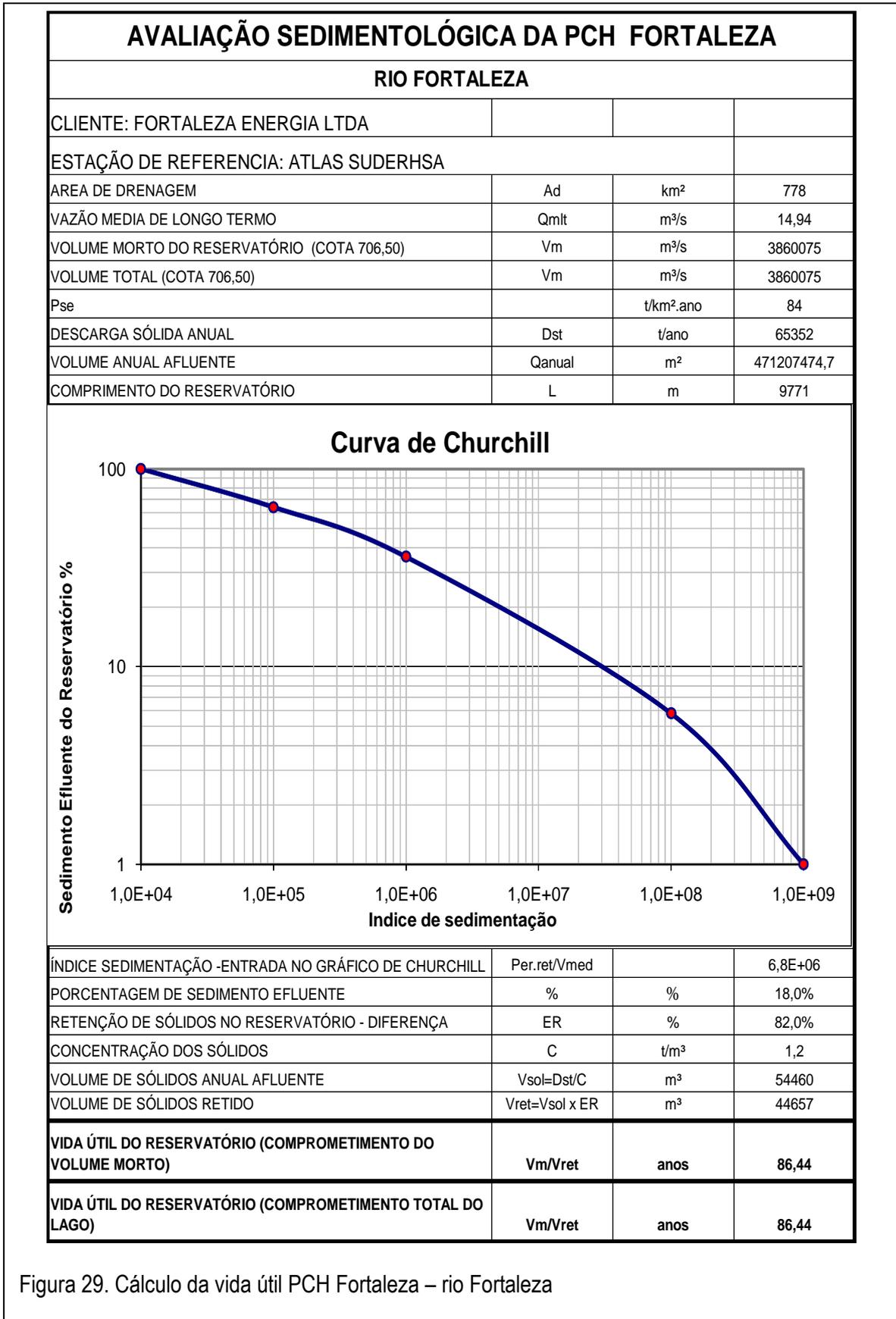


Figura 29. Cálculo da vida útil PCH Fortaleza – rio Fortaleza

Caso venham a ser identificadas interferências sedimentológicas na operação da usina decorrente do assoreamento do reservatório, as ações apresentadas a seguir devem ser consideradas:

- Previsão de acessos em ambas às margens para facilitar a remoção do material quando necessário;
- Sobrecarregamento devido ao assoreamento sobre as estruturas de barragem e muros de contenção;
- Ações preventivas ao longo da bacia para montante são recomendadas, entretanto devem iniciar junto com a implantação dos empreendimentos.

5.1.3.6. Caracterização sedimentométrica da bacia

Nas medições de descarga sólida os dados utilizados para determinação da curva de descarga de sedimentos e estimativa da descarga sólida média anual geralmente são aqueles referentes às estações fluviométricas selecionadas no rio em questão. Na estação Fazenda Manzanilha (64481000), que melhor representa o regime do rio Iapó no eixo da PCH FORTALEZA, não há disponibilidade de dados de transporte de sedimentos. Desta maneira adotou-se como estação básica para este estudo, a estação fluviométrica Chácara Cachoeira (64477600), localizada no próprio rio Iapó à montante.

O Diagnóstico Sedimentológico identifica e quantifica áreas comuns, com mesmos valores de produção em suspensão específica (P_{SE}), associando esse parâmetro com:

Um Código de Zona: Define os limites geográficos das regiões homogêneas;

Uma Classe: Estabelece a ordem de grandeza da produção específica de sedimentos em suspensão.

A bacia do rio Iapó insere-se Zona S 4, Classe IV, e apresenta uma produção específica de sedimentos em suspensão dentro do intervalo especificado: $84 \text{ t/km}^2.\text{ano} > P_{SE} > 75 \text{ t/km}^2.\text{ano}$.

5.1.3.6.1. Características físicas do reservatório

O vale do rio na área do reservatório é bastante encaixado em ambas as margens, geralmente com alternância das declividades. As margens apresentam-se contidas por barrancas laterais de solo protegidas por larga faixa de vegetação. Acima desta faixa a topografia apresenta-se ondulada já com menor declividade. Em alguns pontos tais como entradas de sangas e drenagens a rocha volta a aflorar.

O reservatório proposto no arranjo final da PCH Fortaleza tem como funções principais criar queda e captar a água. Neste caso não foi adotada depleção do reservatório, de modo que a usina deve operar a fio d'água sendo que o circuito hidráulico em canal não possibilita a exploração econômica de depleções, nem o reservatório apresenta condições físicas adequadas a sequer uma regularização diária.

Seu espelho d'água no nível máximo normal de montante (NAM) deve se situar na el. 706,50.

O nível máximo, em função da passagem da cheia milenar de projeto pelas estruturas vertentes, projetadas em soleira livre deve atingir a elevação 708,95 (NAMmax).

5.1.3.6.2. Curva cota-área e cota-volume

A curva cota-área-volume foi levantada a partir de dados topográficos com curvas de nível a cada metro para o eixo adotado no estudo de alternativas. Esta curva exprime com precisão os dados geométricos do reservatório, úteis nos cálculos energéticos e de desapropriações para montante.

A área total alagada resultou 163,96ha, dos quais 48,48ha correspondem ao leito natural do próprio rio, sendo a área efetivamente alagada ou área de barrancas apenas 115,48ha.

CURVA COTA - ÁREA - VOLUME DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO DE CAPTAÇÃO - RIO IAPÓ / RIO FORTALEZA - PCH FORTALEZA

Nível de água normal de montante	706,50
Nível de água mínimo de montante	706,50
Área Alagada hectares total	163,96
Área Alagada hectares efetiva (barranca)	115,48
Calha natural do rio área hectares	48,48
Área de Preservação Permanente faixa 30m	97,31
Volume morto (Namin) 10 ⁶ m ³	5,46
Volume útil (Namin) 10 ⁶ m ³	0,00

cota m	área h a	volume total 10 ⁶ m ³	volume útil 10 ⁶ m ³
696,00	0,00	0,000	0,000
697,00	4,32	0,022	0,000
698,00	12,32	0,105	0,000
699,00	16,78	0,250	0,000
700,00	28,90	0,479	0,000
701,00	36,31	0,805	0,000
702,00	49,75	1,235	0,000
703,00	66,78	1,818	0,000
704,00	79,57	2,549	0,000
705,00	100,24	3,449	0,000
706,00	146,46	4,682	0,000
706,50	163,96	5,458	0,000
707,00	181,10	6,321	0,000
708,00	205,97	8,256	0,000
709,00	240,96	10,491	0,000

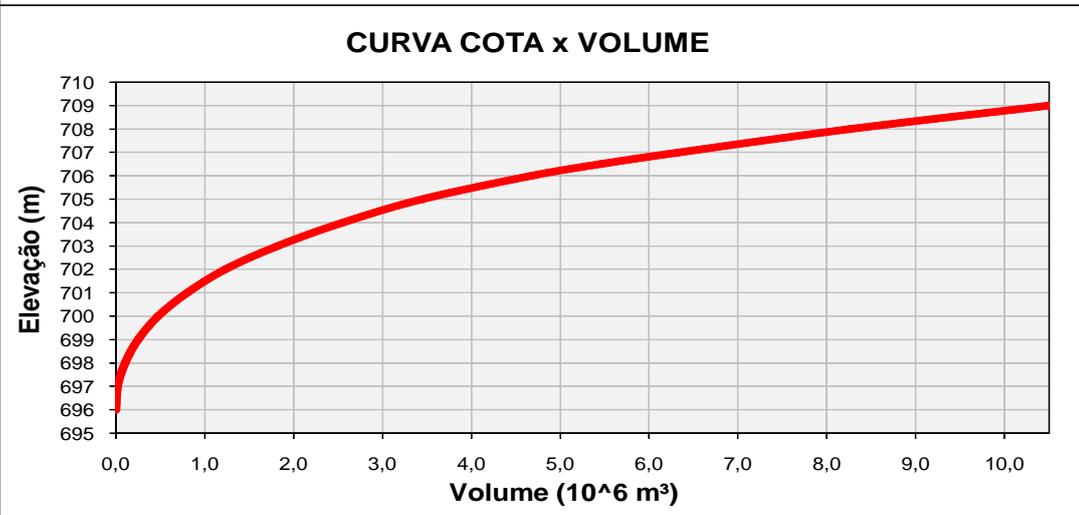
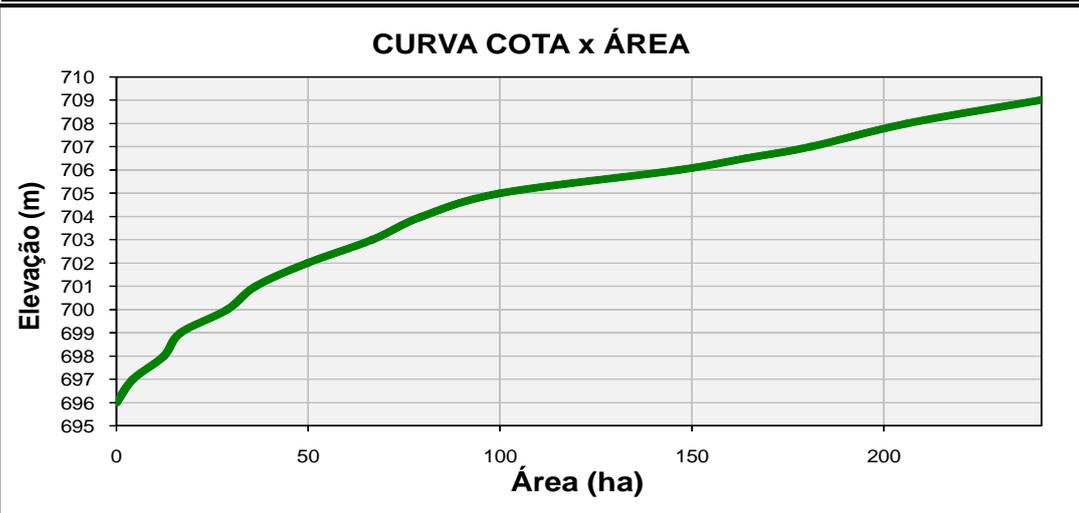


Figura 30. Curva cota área volume PCH Fortaleza.

A faixa de proteção ambiental mínima, considerando uma recomendação de 30m, a partir do NAM, seria de 97,31ha. O perímetro total alagado resultou 32,2km, e volume total do lago resultou $5,458 \times 10^6 \text{m}^3$.

A Figura 30 mostra os cálculos e gráficos relativos à determinação da curva cota – área – volume.

5.1.3.7. Águas Subterrâneas

O município de Tibagi encontra-se sobre a unidade aquífera paleozoica inferior e média-inferior e superior, a bacia do rio Iapó está alocada em sua maioria sobre o aquífero Paleozóico Inferior – aquífero Furnas.

Essa unidade aquífera tem como características principais a formação de arenitos, matriz caulínica síltico-argilosos, localiza-se no Segundo Planalto Paranaense numa área de aproximadamente 7.000,34 km². A vazão média varia de 15 a 20 m³/h/poço.

5.1.3.8. Qualidade da Água

O Parecer Técnico 55/2013 emitido pela Bióloga Leda N. Dias, do DIMAP, do Instituto Ambiental do Paraná, recomenda que sejam realizadas 8 coletas trimestrais antes do enchimento do reservatório, cujo prosseguimento deveria ter continuidade nos cinco anos subsequentes à formação do reservatório.

Também recomendou que fosse indicada a metodologia de coleta, de análise e o índice de qualidade calculado, dando preferência à escolha de parâmetros que permitam o cálculo do IQAR – Índice de Qualidade de Água de Reservatórios. Assim, nos estudos das águas represadas o monitoramento procederá à avaliação das condições limnológicas do corpo d'água e detecção de possíveis problemas de qualidade, como florações de algas, proliferação de macrófitas flutuantes e detecção de substâncias tóxicas.

Aquela Bióloga recomendou que o programa de monitoramento da qualidade das águas levante a situação do OD, Temperatura, pH, Turbidez, Sólidos Totais, Nitro-

gênio Total, Fósforo Total, DBO, e Coliformes Fecais, ampliando, na fase das águas repesadas, ao se conformar o ambiente lântico, os índices DQO, Óleos e graxas, Fito e Zooplanton, Macrófitas e Ictiofauna. Assim, antes de se instituir um programa de coletas trimestrais, o que deverá ocorrer assim que o licenciamento tiver sido desencadeado com a emissão da Licença Prévia, procedeu-se a uma campanha de coleta de água em quatro pontos, dois no rio Iapó e dois no rio Fortaleza, tanto em área que será o futuro corpo do reservatório como a montante deste nos rios Fortaleza e Iapó. Estes pontos foram denominados, respectivamente, como RI-1, RI-2, RF-1 e RF-02 Os resultados estão apresentados na Tabela 05.

Tabela 05. Resultados das análises limnológicas de amostras no Iapó e Fortaleza

Análises bio-físico-químicas	Ponto de Medição				CONAMA
	RI-1	RI-2	RF-1	RF-2	
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	33	31	79	49	1000
Coliformes Totais (NMP/100mL)	79	130	240	240	-
DBO (mg/L)	<2,00	2,38	<2,00	<2,00	<5,00
DQO (mg/L)	<15	<15	<15,00	<15,00	-
Fósforo Total (mg/L) (lótico)	0,08	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrogênio Total (mg/L)	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	10
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,51	8,51	7,45	7,45	>5,00
pH	7,62	7,51	7,36	6,81	6-9
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	100	92	40,00	42,50	500
Turbidez UFT	7,31	8,93	7,15	6,83	100

Estes pontos estão situados às coordenadas indicadas na Tabela 06.

Tabela 06. Localização dos pontos amostrais de estudos limnológicos.

PONTO	COORDENADAS	
RI-1	22 J 568.967,36 m E	7.289.679,67 m S
RI-2	22 J 565.552,53 m E	7.290.815,64 m S
RF-1	22 J 572.435,74 m E	7.296.870,49 m S
RF-2	22 J 572.111,89 m E	7.296.604,83 m S

5.2. DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

5.2.1. Ecossistemas Regionais

Decorrente do processo tradicional perverso de exploração predatória dos recursos naturais brasileiros, em grande parte do país os ambientes naturais encontram-se não só alterados – o que é necessário para a produção agrária - mas degradados pelas atividades antrópicas. O Bioma Mata Atlântica, que abriga em seu domínio a maior parte da população brasileira, estendendo-se ao longo do litoral brasileiro (além de parte dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás), e que compreende um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados, é considerado o ambiente mais afetado provavelmente não restando sequer 10% do seu estado original.

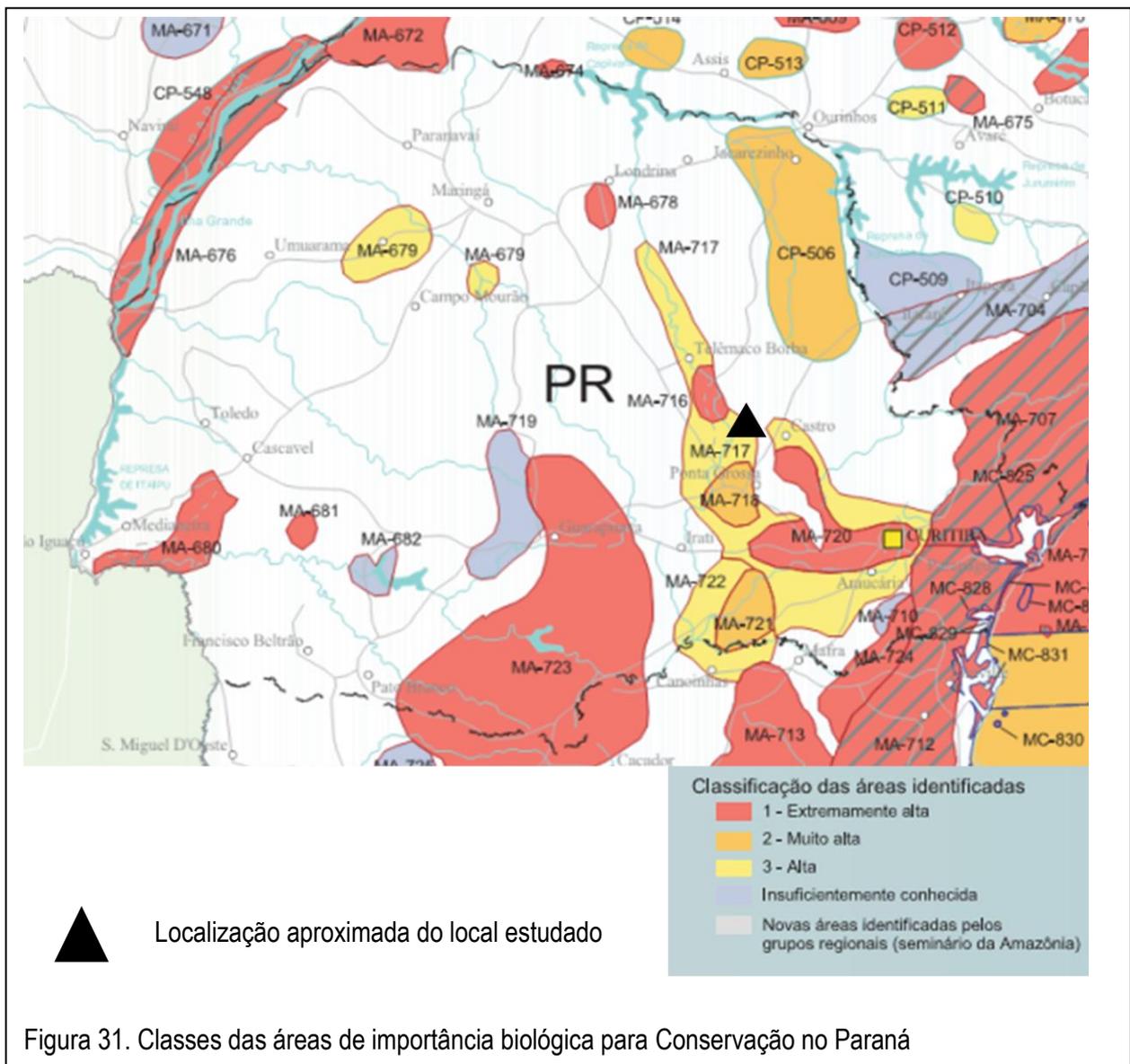
Em 2006 foi sancionada a Lei da Mata Atlântica, Lei Federal nº 11.428, estabelecendo mecanismos de prevenir a continuidade de os abusos contra este bioma, notadamente sobre a cobertura florestal, abrigo e lar de reprodução de uma não ainda esquecida fauna. Foi esta Lei que definiu que “a supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado e médio de regeneração poderá ser autorizada em caso de utilidade pública e interesse social (...)”, mediante a realização de estudo ambiental para avaliar os impactos correlatos, objeto deste trabalho, que procura reconhecer as restrições e potencialidades do meio, para que abrigue – ou não – o projeto hidrelétrico.

Note-se que Projeto da PCH FORTALEZA tem como área de estudo uma região que inclui dois corpos d’água razoavelmente distintos, ainda que pertençam à mesma hidrologia. O reservatório possui a forma grosseira de uma letra “L”, em cujo braço vertical está o rio Fortaleza, e no braço horizontal o rio Iapó, em seu último aproveitamento antes de ingressar no rio Tibagi. O Fortaleza é contribuinte do Iapó, porem suas características gerais se diferem das do rio Iapó. Realmente, sendo a sub-bacia do rio Fortaleza a maior contribuinte da margem direita do rio Iapó. Este rio possui uma bacia hidrográfica relativamente extensa e notavelmente heterogênea, com trechos profundamente encaixado, entremeados por locais com várzeas pantanosas. Seu fundo é em geral rochoso a arenoso, já que drena região com arenitos

devonianos da Formação Furnas e diques de diabásio de onde carrega sedimentos areno-argilosos.

A área e entorno do Projeto já estão muito afetados por atividades agropecuárias. Na região do vale do Iapó, onde entre os solos rochosos existem solos mais profundos, desenvolve-se vegetação ripária própria de floresta ombrófila mista, com alguns setores em bom estágio de regeneração

Diferentemente, o rio Fortaleza tem uma bacia hidrográfica meandrada relativamente rasa em meio a campos agrícolas, com uma formação ripária mais abundante, por conta de solos melhores e mais profundos, ainda que com perfil ou estrutura vertical confusa, em razão de ser razoavelmente jovem, a saber, com árvores que ainda não



atingiram seu pleno desenvolvimento.

Esse projeto é limdeiro a uma área considerada como alta importância biológica para a conservação (MA-717) de acordo com a classificação do Ministério de Meio Ambiente (MMA, 2004) mostrado a Figura 31. Essa classificação é a de menor gravidade entre as três ali consideradas.

Assim, a área de estudos da PCH FORTALEZA se localiza inteiramente no município de Tibagi, Paraná, inserida em uma mescla de tipo de ecossistemas. De acordo com o “Mapas dos Biomas do Brasil IBGE”, predominam ali a Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual.

5.2.2. Ecossistemas Terrestres

5.2.2.1. Flora

Foi procedido Inventário Florestal da área do empreendimento, com os seguintes objetivos:

- Caracterizar a cobertura vegetal na Área de Diretamente Afetada - ADA do empreendimento previsto;
- Relacionar as espécies vegetais nativas e exóticas com seus nomes populares e científicos;
- Diagnosticar os estágios sucessionais das principais formações vegetais;
- Determinar a densidade das espécies predominantes, por medida de área;
- Levantamento detalhado das espécies endêmicas, vulneráveis e com risco de extinção;
- Obter estimativa dos volumes comerciais e totais de madeira da área a ser suprimida.

5.2.2.1.1. Metodologia

Decidiu-se, neste estudo, método da amostragem aleatória simples, considerado o processo fundamental de seleção a partir do qual derivam todos os demais procedimentos de amostragem (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). A amostragem aleatória simples se constitui no melhor método para apresentação da teoria da amostragem, pois permite estimar o erro de amostragem. A seleção de cada unidade amostral deve ser livre de qualquer escolha e totalmente independente da seleção das demais unidades de amostra.

Este processo de amostragem é aplicado nos inventários de pequenas áreas florestais, de fácil acesso e homogêneas na característica de interesse. Apesar de sua simplicidade, segundo HOSOKAWA & SOUZA (1987), o método apresenta algumas desvantagens como a distribuição aleatória das unidades de amostra, amplamente dispersas sobre a área, o maior tempo de caminhamento entre as unidades e a possibilidade de ocorrência de uma distribuição desigual das unidades de amostra sobre a população.

Os símbolos para identificar as variáveis da população foram:

n = número de unidades pré-amostradas

x_i = variável de interesse na i -ésima unidade de amostra

μ = média paramétrica (populacional)

s^2 = Variância da variável de interesse

σ^2 = Variância paramétrica

s = Desvio Padrão

σ = Desvio padrão paramétrico

x = Estimativa total da variável de interesse na área inventariada

$s_{\bar{x}}$ = Erro padrão da média

\bar{x} = Média estimada

Os principais parâmetros da população e suas estimativas, obtidas através de amostragem aleatória simples, foram os seguintes:

a) Média aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

b) Variância, que determina o grau de dispersão da variável de interesse em relação a sua média.

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

c) Desvio Padrão, que expressa a quantidade de variação dos dados na mesma unidade de medida.

$$s = \sqrt{s^2}$$

d) Erro padrão da média, que expressa, percentualmente, a precisão da média amostral na mesma unidade de medida.

$$s_{\bar{x}} = \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right) * \sqrt{(1-f)}$$

sendo $f = (N - n)/N$, o fator de correção decorrente de população finita.

e) Coeficiente de variação, que mostra, também percentualmente, a medida de variabilidade dos dados em relação à média.

$$CV = \left(\frac{s}{m} \right) * 100$$

f) Intervalo de confiança, que determina o limite superior e inferior, na qual espera-se que os parâmetros da população ocorram, sendo o intervalo baseado na distribuição (t) de Student.

$$IC = \left(\bar{x} \pm t_{(GL,0.05)} * S_{\bar{x}} \leq \bar{x} \leq \bar{x} \pm t_{(GL,0.05)} * S_{\bar{x}} \right)$$

A avaliação da suficiência amostral pode ser feita supondo que as variáveis extraídas da população apresentam uma distribuição que tende a uma normal. Neste caso, pode-se empregar a distribuição de probabilidades t associada ao erro padrão da média. Tal pressuposto nem sempre reflete o comportamento da variável em análise, contudo o mesmo tem sido usualmente empregado.

$$t_{\alpha(GL)} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{S_{\bar{x}}}$$

onde

$t_{\alpha(GL)}$ = valor de t, com "n-1" graus de liberdade (GL), ao nível de significância α e

μ = média populacional (paramétrica)

considerando $\left[\frac{(N - n)}{N} \right] (m - \mu) = Em = D$

e a necessidade de agregar uma correção decorrente da população amostrada ser finita, onde

E = erro admissível (20%),

D = diferença admissível

N = número total de amostras possíveis na área

n = número de unidades de amostras a serem levantadas

tem-se que:

$$t_{\alpha(GL)} = \frac{D}{\sqrt{\left[\left(\frac{S^2}{n}\right) * \left(\frac{(N-n)}{N}\right)\right]}}$$

isolando n

$$n = \frac{N * S^2 * t^2}{(N * D^2 + S^2 * t^2)} \quad \text{sendo,} \quad D = (\bar{x} * E)^2$$

5.2.2.1.2. Estudos de Campo

Os levantamentos de campo foram feitos entre os dias 6,7, 12, e 13 de setembro de 2014. Neste se constatou que a maior parte da área atingida pela PCH é composta por florestas secundárias em estágio de sucessão médio ou médio/avançado. Foram instaladas 10 unidades amostrais temporárias aleatórias. A definição do estágio de sucessão foi dada pela Resolução do CONAMA nº 004 de 1994, e o enquadramento feito de acordo com os resultados obtidos para cada uma delas. A Figura 32 mostra uma porção da floresta que será atingida pela PCH FORTALEZA.

As unidades amostrais foram pré-definidas sobre imagem de satélite. Sua localização foi auxiliada pelo sistema de posicionamento global (GPS). Foram tomadas as coordenadas geográficas de cada parcela para facilitar a sua posterior localização e alocação no mapa.

A demarcação das 10 unidades amostrais se fez esticando uma trena de 40 metros na direção azimutal (rumo), considerando todas as árvores situadas em até 2,5 m de cada lado da linha central, perfazendo 200 m² de área

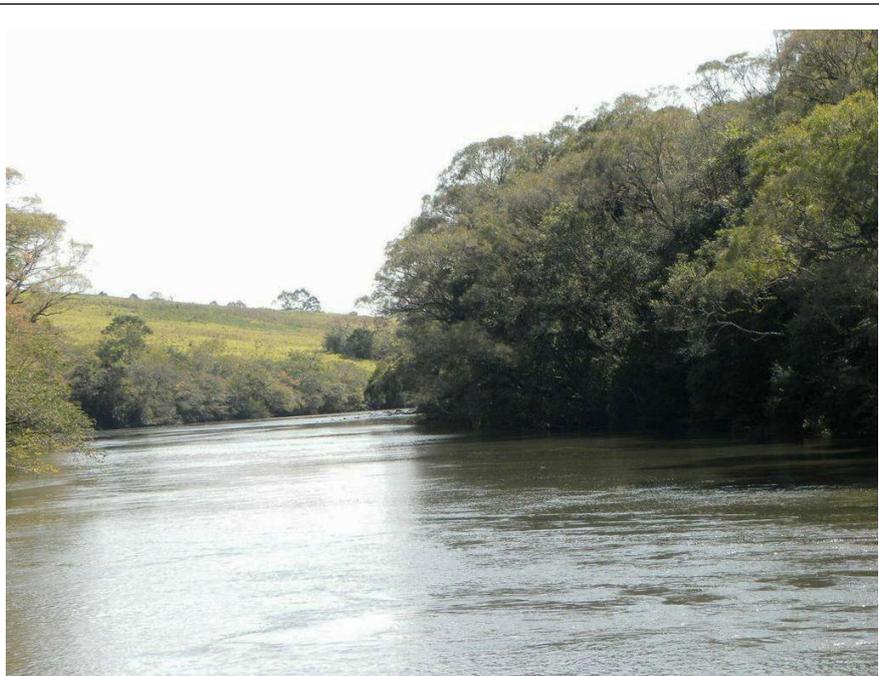


Figura 32. Porção da floresta que será atingida pela PCH FORTALEZA

amostral, logo totalizando 0,2 ha amostrados, com as 10 unidades amostradas.

Foram medidas as árvores com circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 15,4 cm, que corresponde a 5 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). A altura total e a altura comercial (fuste aproveitável ou ponto de inversão morfológica) foram estimadas por comparação ao cabo do podão de 10 m.

A maior parte das espécies foi identificada em campo pela experiência da equipe. De todas as espécies não identificadas foi coletado material botânico, utilizando, quando necessário, podão e tesoura de poda. De alguns indivíduos não foi possível realizar coleta por

estarem sem flores e folhas, quebradas ou altura inviável. Nesses casos se procurou obter material de outro exemplar no entorno. A Figura 33 mostra detalhes da obtenção dos dados em campo.

O material botânico coletado, além de ramos férteis e



Figura 33. Obtenção dos dados em campo.

mesmo não férteis, incluiu uma coleção de cascas de árvores, para exame dendrológico em laboratório. As amostras botânicas foram prensadas ao final de cada dia para sua conservação. A identificação destas espécies foi depois realizada em laboratório e em consultas bibliográficas. As espécies foram classificadas respeitando o sistema proposto AGP II (SOUZA & LORENZI, 2005).

5.2.2.1.3. Processamento dos Dados

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados através do programa FITOPAC 2 e os cálculos de volume foram efetuados através do programa EXCEL para WIN-

DOWS. Os parâmetros fitossociológicos básicos foram: densidade absoluta (Dens Abs, sendo o número de indivíduos da espécie por unidade de área, dada em indivíduos por hectare); dominância absoluta (Dom Abs, sendo a área basal de determinada espécie por área, dada em m²/ha); e frequência absoluta (Freq Abs, que é a porcentagem de número de unidades amostrais com ocorrência de determinada espécie).

Para cada parâmetro citado foram calculados os valores relativos, dividindo-se o valor absoluto da espécie em questão pela somatória dos valores absolutos de todas as espécies detectadas, resultando nos parâmetros densidade relativa (Dens Rel), dominância relativa (Dom Rel) e frequência relativa (Freq Rel). Com a finalidade de avaliar a importância ecológica de determinada espécie na comunidade utilizou-se o IVI (Índice de Valor de Importância), dado pela soma dos valores de densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa. Seu valor varia de 0 a 300, sendo assim, o resultado obtido foi dividido por 3 para adequar os valores a centena.

Os índices de diversidade são úteis para o entendimento e a caracterização de uma comunidade vegetal. Assim além do número de espécies (riqueza florística), é importante conhecer frequência relativa e também a forma de distribuição do número de indivíduos de cada espécie frente ao número total de indivíduos. O índice de Shannon (H') considera esses dois aspectos, sendo um dos índices de diversidade mais empregados. A seguir apresenta-se a fórmula utilizada para o cálculo do índice de Shannon:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

onde:

$p_i = n_i/N$, isto é, densidade relativa da i -ésima espécie por área;

n_i = número de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos.

Os cálculos do volume total foram feitos utilizando a altura total, e para o volume comercial utilizou-se o comprimento aproveitável dos fustes com Circunferência à Altura do Peito (CAP) igual ou maior a 15,7 cm, que corresponde a um Diâmetro à

Altura do Peito (DAP) mínimo de 5 cm. Para o cálculo do volume individual de cada árvore foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{Área Transversal (m}^2\text{)} \times \text{Fator de Forma} \times \text{Altura (m)}$$

O fator de forma utilizado para volume total foi 0,55 e para volume comercial 0,6. Para os cálculos buscou-se respeitar o limite do erro de amostragem admissível de 20% ao nível de probabilidade de 95%.

5.2.2.1.4. Resultados

As 10 unidades amostrais alocadas foram georreferenciadas e plotadas em imagem de satélite, Google Earth, 2014. Ocorreram alguns entraves durante os trabalhos por conta da ausência de proprietários ou responsáveis pelas porteiras, o que ocasionou ajustes nos pontos inicialmente previstos, em favor de outros dois. Entretanto todas as demais parcelas foram instaladas sobre ou muito próximas das áreas previstas, que se situavam próximo ou dentro do perímetro do futuro reservatório. Cada área amostral foi analisada segundo suas características ambientais, descritas na Tabela 07.

Tabela 07. Características das áreas amostrais

Parcela	UTM - E	UTM - N	Observações
1	579925,06	7288521,16	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
2	579903,96	7288636,59	Vegetação secundária em estágio médio de regeneração
3	579822,12	7288750,44	Vegetação secundária em estágio médio de regeneração
4	579713,88	7288954,45	Vegetação secundária em estágio médio de regeneração
5	566036,85	7290501,24	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
6	565419,20	7290803,28	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
7	563192,30	7294054,73	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
8	563518,66	7294111,27	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
9	570405,34	7288521,16	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração
10	570694,36	7288381,01	Vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração

A vegetação dos capões florestais demarcada na futura área do reservatório da PCH FORTALEZA é constituída, segundo descrição da Resolução do CONAMA nº 004 de

1994, por florestas em estágio secundário com regeneração em estado somente médio ou avançado.

Segundo aquela Resolução, para que as parcelas sejam enquadradas como estágio médio de regeneração são considerados

- a área basal média de até 15 metros quadrados por hectare;
- a fisionomia arbórea e arbustiva predominante sobre a herbácea podendo constituir estratos diferenciados;
- a altura total média de até 12 metros;
- a cobertura arbórea variada de aberta a fechada, com ocorrência eventual de indivíduos emergentes; distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio dos pequenos diâmetros, com DAP médio de até 15 centímetros;
- epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila;
- trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas;
- serapilheira presente, variando de espessura, de acordo com as estações do ano e a localização;
- diversidade biológica significativa; e
- sub-bosque presente.

Considerando a existência de comunidades florestais em diferentes estágios de regeneração na ADA da PCH FORTALEZA, a Tabela 08 apresenta as análises fitossociológicas e dendrométricas realizadas com base nas amostragens.

Dentre os critérios descritos anteriormente, o único que sofreu grande variação entre as parcelas foi o valor de área basal por hectare. Desta forma, as parcelas 01, 07 e 10, que extrapolaram o valor de 15 m²/ha foram classificadas como “vegetação secundária em estágio médio/avançado de regeneração”. As demais, pelos mesmos critérios são classificadas como “vegetação secundária em estágio médio de regeneração”. Reforça tal classificação a presença de uma espécie indicadora, a *Parapiptadenia rígida* (Angico Vermelho), tipificando o “estágio de regeneração avançado”, segundo a resolução CONAMA citada.

Tabela 08. Parâmetros utilizados para enquadramento do estágio sucessional

Parcelas	DAP/médio (cm)	H/média (m)	Nº Arv/ha	G m²/ha	nº Spp	H Shannon
1	17,49	8,00	2200	77,5	21	2,92
2	12,98	7,56	1350	27,5	15	2,58
3	13,39	8,71	1550	25,5	7	1,92
4	9,5	6,45	1650	15	12	2,23
5	13,85	8,17	2400	48	17	2,32
6	14,45	8,14	1950	49	21	2,78
7	18,39	8,63	1900	71	16	2,57
8	13,36	6,45	1500	40	10	1,87
9	13,02	5,93	3050	54,5	17	2,58
10	15,23	5,96	2250	58	8	1,56
MÉDIA	14,16	7,40	1980	46,6	14	2,33

5.2.2.1.5. Caracterização da Vegetação

Na área de estudo ocorrem duas tipologias florestais, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. A Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucária, segundo a classificação de VELOSO *et al.* (1991), caracteriza-se por mesclar elementos de duas floras distintas, a tropical afro-brasileira e a temperada austro-brasileira.

Essa mistura ocorre devido às condições ambientais peculiares observadas no Planalto Meridional Brasileiro, onde fatores associados à altitude e latitude criam uma situação especial dentro da região Neotropical. De uma forma abrangente, a Floresta Ombrófila Mista ocupa terrenos localizados na faixa de altitude entre 500 e 1.800 m e sua composição florística típica abrange gêneros primitivos, sugerindo ocupação recente (em termos planetários), a partir de refúgios alto-montanos (IBGE, 1992).

A Floresta Ombrófila Mista paranaense está situada a oeste da Serra do Mar, ocupando as porções planálticas do Estado (em média entre 800 e 1.200 m de altitude), sem influência direta do oceano, mas com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Sua composição florística é fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e ocorrência regular de geadas no inverno (RODERJAN *et al.*, 2002).

Diferentes espécies ocorrem associadas, onde são comuns *Ocotea porosa*, *Ocotea puberula*, *Ocotea pulchella*, *Capsicodendron dinisii*, *Gochnatia polymorpha*, *Podocarpus lambertii*, *Ilex paraguariensis*, *Cedrella fissilis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Matayba elaeagnoides*, *Sloanea lasiocomma*, *Luehea divaricata*, *Mimosa scabrella*, *Dalbergia brasiliensis*, *Jacaranda puberula* e *Tabebuia alba*. Nos estratos inferiores são comuns inúmeros representantes de Myrtaceae, notadamente dos gêneros *Myrcia*, *Eugenia*, *Calyptanthus* e *Gomidesia*, acompanhados de Salicaceae (*Casearia* e *Xylosma*), Sapindaceae (*Allophylus* e *Cupania*), Rutaceae, Symplocaceae e Aquifoliaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

Foram registradas na área de estudo 68 espécies, distribuídas em 35 famílias botânicas. Dentre as famílias, a de maior representatividade foi a Lauraceae, seguida pela Fabaceae e Myrtaceae, com 7 espécies identificadas, seguida das famílias Euphorbiaceae e Rutaceae, com cinco e quatro espécies cada, respectivamente. A maioria das demais famílias constaram no estudo com uma única espécie cada.

O epifitismo, de um modo geral, não foi observado, fato esperado devido o estágio de sucessão que a florestal se encontra atualmente. A Tabela 09 apresenta todas as espécies arbóreas constatadas na área do empreendimento, incluindo as espécies exóticas.

Tabela 09. Flora fanerogâmica da ADA da PCH FORTALEZA

Familia	Nome Científico
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.
Araliaceae	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard
Celastraceae	<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon cf. concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs

Fabaceae	Copaifera langsdorffii Desf.
	Inga marginata Willd.
	Inga sessilis (Vell.) Mart.
	<i>Inga vera subsp. affinis (DC.) T.D.Penn.</i>
	Machaerium brasiliense Vogel
	Machaerium sp.
	Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan
Lauraceae	Cinnamomum sellowianum (Nees & Mart.) Kosterm.
	Cryptocarya aschersoniana Mez
	Nectandra lanceolata Nees
	Ocotea bicolor Vattimo-Gil
	Ocotea cf. corymbosa (Meisn.) Mez
	Ocotea glaziovii Mez
	Ocotea nutans (Nees) Mez
	Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez
	Persea wilddenovii Kosterm.
Lythraceae	Lafoensia pacari A.St.-Hil.
Malvaceae	Luehea divaricata Mart. & Zucc.
Melastomataceae	Miconia sellowiana Naudin
Meliaceae	Guarea macrophylla Vahl
Monimiaceae	Guarea macrophylla Vahl
Moraceae	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.
Myrtaceae	Eugenia chlorophylla O.Berg
	Eugenia uniflora L.
	Myrcia cf. tomentosa (Aubl.) DC.
	Myrcia multiflora (Lam.) DC.
	Myrcia pulchra (O.Berg) Kiaersk.
	Myrcia splendens (Sw.) DC.
	Myrtaceae sp.
Nyctaginaceae	Guapira hirsuta (Choisy) Lundell
Opiliaceae	Agonandra brasiliensis Miers ex Benth. & Hook.f.
Peraceae	Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill.
Pinaceae	Pinus taeda L.
Primulaceae	Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze
	Myrsine umbellata Mart.
Proteaceae	Roupala montana var. brasiliensis (Klotzsch) K.S.Edwards
Rosaceae	Prunus cf. myrtifolia (L.) Urb.

Rubiaceae	Coussarea contracta (Walp.) Müll.Arg.
	Posoqueria latifolia (Rudge) Schult.
Rutaceae	Esenbeckia febrifuga (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.
	Esenbeckia grandiflora Mart.
	Pilocarpus pauciflorus A.St.-Hil.
	Zanthoxylum rhoifolium
Salicaceae	Casearia decandra Jacq.
	Casearia sylvestris Sw.
Sapindaceae	Cupania vernalis Cambess.
	Matayba elaeagnoides Radlk.
Sapotaceae	Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.
Simaroubaceae	Picrasma crenata (Vell.) Engl.
Vochysiaceae	Callisthene sp. Mart.

De acordo com a Instrução Normativa nº 06 de setembro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente, que redefiniu a lista das espécies ameaçadas da flora nacional e, de acordo com a Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Paraná (SEMA, 2008), nenhuma das espécies encontradas na ADA da PCH FORTALEZA encontra-se na lista das espécies ameaçadas, assim como também não se notou epifitismo autóctone, sugerindo a juventude desse capão florestal.

5.2.2.1.6. Volumetria da Vegetação a ser afetada pela PCH

A Tabela 10 apresenta os parâmetros fitossociológicos calculados para o estrato arbóreo da comunidade florestal. A espécie que predomina fisionômica e estruturalmente na área estudada é a *Callisthene sp.* que corresponde sozinha a 11,41% das espécies identificadas, representando cerca de 8,24% da estrutura florestal (porcentagem de importância (PI) = Soma dos IVIs dividida por 3).

Também foram encontrados 24 indivíduos mortos na área amostrada, que correspondem a uma densidade absoluta de 120 indivíduos/ha, valores característicos de florestas iniciais que normalmente apresentam grandes índices de mortalidade durante seu desenvolvimento. A Tabela 10 apresenta os parâmetros fitossociológicos das espécies registradas.

Tabela 10. Parâmetros fitossociológicos das espécies registradas.

Espécie	N Indivíduos	Dens Abs Ind / ha	Dom Abs m ² / ha	Freq Abs %	Dens Rel %	Dom Rel %	Freq Rel %	IVI % 0 - 300	PI %	H Média m
Callisthene sp. Mart.	39	195	5,33	50	9,85	11,41	3,47	24,73	8,24	8,92
Morta	24	120	4,68	70	6,06	10,02	4,86	20,94	6,98	5,83
NI	20	100	2,75	70	5,05	5,88	4,86	15,79	5,26	7,85
Sebastiania commersoniana	20	100	1,48	70	5,05	3,18	4,86	13,09	4,36	5,85
Guarea macrophylla Vahl	26	130	2,21	20	6,57	4,74	1,39	12,69	4,23	5,15
Croton floribundus Spreng.	15	75	1,63	60	3,79	3,49	4,17	11,44	3,81	8,00
Sebastiania brasiliensis Spreng.	12	60	2,06	50	3,03	4,42	3,47	10,92	3,64	9,42
Copaifera langsdorffii Desf.	9	45	2,01	50	2,27	4,31	3,47	10,06	3,35	9,89
Inga sessilis (Vell.) Mart.	6	30	2,96	10	1,52	6,34	0,69	8,55	2,85	9,00
Esenbeckia grandiflora Mart.	15	75	0,82	30	3,79	1,76	2,08	7,63	2,54	6,47
Actinostemon cf. concolor (Spreng.) Müll.Arg.	13	65	1,03	30	3,28	2,21	2,08	7,58	2,53	7,54
Myrtaceae sp.	18	90	0,35	20	4,55	0,76	1,39	6,69	2,23	5,44
Casearia sylvestris Sw.	8	40	0,49	50	2,02	1,05	3,47	6,55	2,18	6,37
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	9	45	0,66	40	2,27	1,42	2,78	6,47	2,16	8,78
Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.	3	15	1,93	20	0,76	4,13	1,39	6,28	2,09	8,67
Roupala montana var. brasiliensis (Klotzsch) K.S.Edwards	7	35	0,81	30	1,77	1,73	2,08	5,58	1,86	5,83
Cryptocarya aschersoniana Mez	4	20	1,4	20	1,01	3,01	1,39	5,41	1,80	11,50
Myrcia multiflora (Lam.) DC.	7	35	0,36	40	1,77	0,77	2,78	5,32	1,77	7,43
Inga vera subsp. affinis (DC.) T.D.Penn.	8	40	0,63	20	2,02	1,36	1,39	4,77	1,59	6,00
Matayba elaeagnoides Radlk.	5	25	0,98	20	1,26	2,09	1,39	4,74	1,58	8,00
Luehea divaricata Mart. & Zucc.	4	20	0,65	30	1,01	1,39	2,08	4,48	1,49	8,00
Ocotea glaziovii Mez	3	15	1,3	10	0,76	2,79	0,69	4,24	1,41	7,00
Machaerium brasiliense Vogel	4	20	0,75	20	1,01	1,61	1,39	4,01	1,34	10,75
Prunus cf. myrtifolia (L.) Urb.	4	20	0,67	20	1,01	1,44	1,39	3,84	1,28	9,50
Jacaranda puberula Cham.	3	15	0,69	20	0,76	1,49	1,39	3,63	1,21	11,33

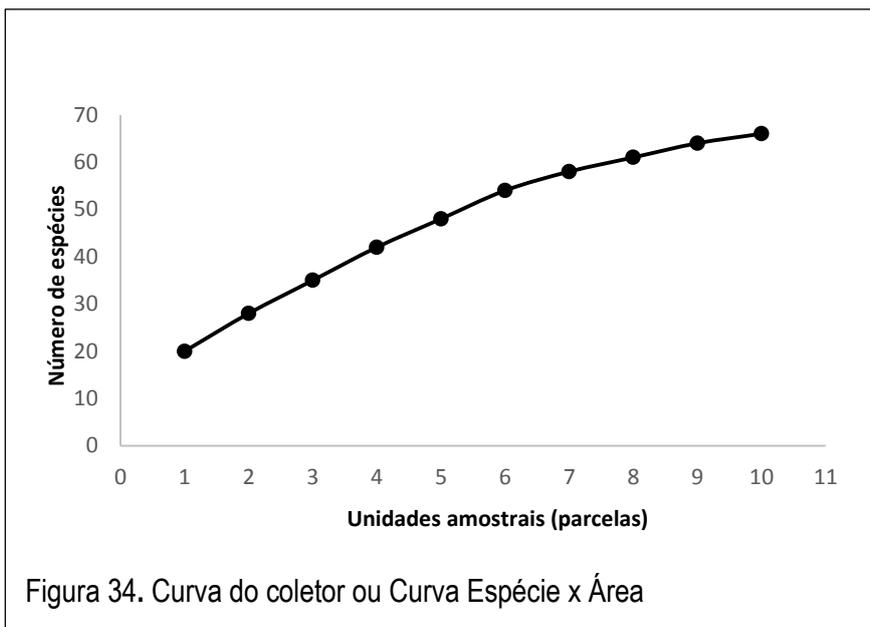
Espécie	N Individuos	Dens Abs Ind / ha	Dom Abs m ² / ha	Freq Abs %	Dens Rel %	Dom Rel %	Freq Rel %	IVI % 0 - 300	PI %	H Média m
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	7	35	0,21	20	1,77	0,45	1,39	3,61	1,20	5,29
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	6	30	0,29	20	1,52	0,61	1,39	3,52	1,17	8,83
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	7	35	0,45	10	1,77	0,95	0,69	3,42	1,14	8,86
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	2	10	1,03	10	0,51	2,21	0,69	3,41	1,14	12,00
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	5	25	0,32	20	1,26	0,67	1,39	3,33	1,11	10,40
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	2	10	0,64	20	0,51	1,38	1,39	3,27	1,09	10,50
<i>Pinus taeda</i> L.	1	5	1,03	10	0,25	2,21	0,69	3,16	1,05	15,00
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	6	30	0,11	20	1,52	0,24	1,39	3,14	1,05	5,33
<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A.St.-Hil.	5	25	0,18	20	1,26	0,39	1,39	3,04	1,01	7,60
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	5	25	0,46	10	1,26	0,99	0,69	2,95	0,98	5,60
<i>Machaerium</i> sp.	4	20	0,54	10	1,01	1,16	0,69	2,87	0,96	11,50
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	5	25	0,09	20	1,26	0,2	1,39	2,85	0,95	4,60
<i>Myrsine</i> sp.	6	30	0,1	10	1,52	0,22	0,69	2,43	0,81	5,17
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	3	15	0,11	20	0,76	0,24	1,39	2,39	0,80	7,00
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	3	15	0,04	20	0,76	0,09	1,39	2,24	0,75	5,67
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	20	0,19	10	1,01	0,4	0,69	2,11	0,70	9,25
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	2	10	0,09	20	0,51	0,2	1,39	2,1	0,70	5,00
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	2	10	0,04	20	0,51	0,08	1,39	1,98	0,66	7,00
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	2	10	0,03	20	0,51	0,07	1,39	1,96	0,65	5,00
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2	10	0,03	20	0,51	0,06	1,39	1,95	0,65	5,00
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2	10	0,02	20	0,51	0,05	1,39	1,94	0,65	5,50
<i>asearia</i>	1	5	0,41	10	0,25	0,89	0,69	1,83	0,61	12,00
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2	10	0,27	10	0,51	0,59	0,69	1,79	0,60	10,50
<i>Inga marginata</i> Willd.	2	10	0,25	10	0,51	0,54	0,69	1,74	0,58	6,50
<i>Eugenia chlorophylla</i> O.Berg	2	10	0,2	10	0,51	0,42	0,69	1,62	0,54	6,00

Espécie	N Individuos	Dens Abs Ind / ha	Dom Abs m ² / ha	Freq Abs %	Dens Rel %	Dom Rel %	Freq Rel %	IVI % 0 - 300	PI %	H Média m
Picrasma crenata (Vell.) Engl.	2	10	0,1	10	0,51	0,21	0,69	1,41	0,47	5,00
Agonandra brasiliensis Miers ex Benth. & Hook.f.	2	10	0,07	10	0,51	0,15	0,69	1,35	0,45	7,00
Clethra scabra Pers.	2	10	0,06	10	0,51	0,13	0,69	1,33	0,44	6,00
Myrcia splendens (Sw.) DC.	1	5	0,17	10	0,25	0,37	0,69	1,32	0,44	10,00
Cupania vernalis Cambess.	2	10	0,03	10	0,51	0,07	0,69	1,27	0,42	4,00
Nectandra lanceolata Nees	1	5	0,1	10	0,25	0,22	0,69	1,17	0,39	9,00
Cordia ecalyculata Vell.	1	5	0,05	10	0,25	0,12	0,69	1,06	0,35	6,00
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	1	5	0,05	10	0,25	0,11	0,69	1,06	0,35	6,00
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	1	5	0,05	10	0,25	0,11	0,69	1,06	0,35	4,00
Persea willdenovii Kosterm.	1	5	0,03	10	0,25	0,06	0,69	1	0,33	6,00
Myrcia cf. tomentosa (Aubl.) DC.	1	5	0,02	10	0,25	0,05	0,69	1	0,33	5,00
Cinnamomum sellowianum (Nees & Mart.) Kosterm.	1	5	0,02	10	0,25	0,05	0,69	1	0,33	6,00
Miconia sellowiana Naudin	1	5	0,02	10	0,25	0,05	0,69	1	0,33	7,00
Ocotea cf. corymbosa (Meisn.) Mez	1	5	0,02	10	0,25	0,04	0,69	0,99	0,33	8,00
Ocotea bicolor Vattimo-Gil	1	5	0,02	10	0,25	0,03	0,69	0,98	0,33	7,00
Guapira hirsuta (Choisy) Lundell	1	5	0,01	10	0,25	0,03	0,69	0,98	0,33	5,00
Citronella paniculata (Mart.) R.A.Howard	1	5	0,01	10	0,25	0,03	0,69	0,98	0,33	4,00
Schefflera calva (Cham.) Frodin & Fiaschi	1	5	0,01	10	0,25	0,02	0,69	0,97	0,32	5,00
Total	396	1980	46,5	-	100	100	100	300	-	-
								Média	-	7,41

5.2.2.1.7. Índice de Diversidade

A partir de um DAP mínimo de 10 cm, Callegaro (2012) determinou um H' de 3,86 para uma FOM Montana (Floresta Ombrófila Mista Montana) no Rio Grande do Sul.

Para uma mesma formação localizada em Irati, Paraná, Valerio et al. (2008) encontraram um H' de 2,77. Mattos et al. (2008) citaram dados de um monitoramento contínuo de FOM com um H' de 4,03.



Cordeiro e Rodrigues (2007), considerando um limite de inclusão de 4,8 cm de DAP, determinaram um H' de 2,79 para uma FOM em Guarapuava. Ainda na mesma região, com DAP mínimo de 5,0 cm, Silvestre (2012) apresentou um H' de 3,30 para um Fragmento de FOM. Scheer e Blum (2011), analisando um compêndio de literaturas com critérios de inclusão que variaram de 3,1 a 10,0 cm de DAP, estabeleceram um H' de 4,38 para a Floresta Ombrófila Mista no Paraná.

O índice de SHANNON do estrato arbóreo da comunidade florestal foi 2,33, variando entre 1,56 a 2,92 entre parcelas, o que leva a concluir que a floresta analisada apresenta uma boa diversidade vegetal.

5.2.2.1.8. Representatividade Florística

A curva do coletor (Figura 34) da comunidade florestal permite concluir que a representatividade elaborada para a amostragem florística ficou próxima de ser alcançada, em função da curva ter adquirido uma tendência à estabilização na sexta unidade amostral alocada em campo.

Nesta figura, a representação da relação Espécie X Área da Figura 34 indica no eixo horizontal a área acumulada (m^2), mostrada na figura pelo número da parcela, e no eixo vertical o número acumulado de espécies. Cada parcela possui uma área de 200 m^2 .

5.2.2.1.9. Análise Dendrométrica e Cálculo dos Volumes

A Tabela 11 apresenta os parâmetros dendrométricos e volumétricos calculados para o estrato arbóreo da comunidade florestal. Observa-se que o volume desta comunidade é de 237,86 m³/ha. Na tabela a seguir, são detalhados os valores volumétricos por espécie.

Tabela 11. Parâmetros específicos do estrato arbóreo

Espécie (Nome Científico)	Área basal (G) m²/ha	Vol. Total m³/ha	Vol. Comercial m³/ha	Nº de Árvores/ha
<i>Actinostemon cf. concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1,031891	5,117271	2,648832	65
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	0,071162	0,29971	0,163478	10
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1,929634	10,927	3,392817	15
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	0,661269	3,60173	1,741887	45
<i>Callisthene</i> sp. Mart.	5,327682	32,02216	14,60004	195
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,031045	0,085374	0,064959	10
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0,492157	2,508573	1,698909	40
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	0,315186	1,994928	0,580397	25
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	0,022918	0,07563	0,082506	5
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	0,014364	0,0316	0,060328	5
<i>Clethra scabra</i> Pers.	0,060897	0,200959	0,109614	10
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2,014424	13,4314	4,073825	45
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	0,054471	0,179754	0,13073	5
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	0,210164	0,657565	0,567365	35
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	1,628185	8,97497	4,671767	75
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1,40495	9,535939	4,198766	20
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,032547	0,066352	0,065484	10
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	0,094742	0,251697	0,253902	25
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	0,821966	3,086552	2,23518	75
<i>Eugenia chlorophylla</i> O.Berg	0,197511	0,651787	0,411938	10
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,023316	0,069043	0,058084	10
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	0,014364	0,0395	0,008618	5
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	2,211597	6,439238	3,699994	130

<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	0,038565	0,148476	0,080889	10
<i>Inga marginata</i> Willd.	0,252141	1,024337	0,302569	10
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	2,95885	15,45763	10,06484	30
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	0,633795	1,916956	2,064271	40
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	0,694323	4,534943	2,122236	15
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	0,462594	2,501702	0,663264	25
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	0,649651	3,467959	2,475208	20
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	0,754046	4,865393	1,01253	20
<i>Machaerium</i> sp.	0,543116	3,948364	1,530358	20
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,977196	4,348436	2,455194	25
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	0,113288	0,458936	0,118674	15
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	0,022918	0,088236	0,055004	5
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	0,111565	0,32278	0,198929	30
Morta	4,678389	16,16946	9,809843	120
<i>Myrcia cf. tomentosa</i> (Aubl.) DC.	0,024868	0,068387	0,029842	5
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	0,360764	1,553214	0,66871	35
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,04341	0,133601	0,112634	15
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0,17332	0,953259	0,155988	5
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	0,285962	1,457024	0,97928	30
<i>Myrsine</i> sp.	0,104406	0,305717	0,296912	30
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0,026509	0,072501	0,04641	10
<i>Myrtaceae</i> sp.	0,35407	1,093643	0,870788	90
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	0,103491	0,512278	0,527802	5
NI	2,747056	16,07087	7,995981	100
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	0,015915	0,061275	0,047746	5
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	0,018392	0,080926	0,033106	5
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	1,301151	6,340843	1,615848	15
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	1,03403	6,972968	1,240836	10
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	0,445594	2,484337	0,71763	35
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0,642916	4,104329	1,52693	10
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0,274393	1,873035	0,474516	10
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	0,025873	0,08538	0,046571	5
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	0,09983	0,308255	0,432965	10
<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A.St.-Hil.	0,182501	0,805636	0,551681	25
<i>Pinus taeda</i> L.	1,031364	8,508752	4,331728	5
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	0,094856	0,260855	0,339955	10
<i>Prunus cf. myrtifolia</i> (L.) Urb.	0,674101	3,718343	1,060593	20

<i>Roupala montana var. brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	0,806727	0,961514	1,973171	35
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	0,009559	0,026288	0,017207	5
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	2,064916	13,67231	5,262796	60
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	1,484697	4,501794	2,546899	100
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	0,053009	0,174928	0,06361	5
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0,053009	0,116619	0,222636	5
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,188957	1,077909	0,478205	20
Total Geral	46,28252	237,8591	113,1422	1975

O volume total comercial (valor aproveitável dos fustes até a primeira bifurcação principal, ou de toras) encontrado foi de 113,15 m³/ha. O de madeira aproveitada para energia (lenha) foi de 237,86 m³/ha, o que demonstra que 32,24% do total correspondem ao volume comercial, e 67,76% ao volume de lenha. Desconsiderando as espécies exóticas, o volume comercial (toras) para aproveitamento em serraria fica inalterado devido o baixo número de indivíduos exóticos medidos nas parcelas.

Suficiência Amostral

Cálculos da **suficiência amostral** feitos na metodologia escolhida, da amostragem aleatória simples mostraram a variável do volume total, com média de 240,59 m³/ha, porém as 10 parcelas levantadas foram insuficientes, para um erro amostral de 74,61 m³/ha. A Tabela 12 mostra os cálculos estatísticos aplicados ao Inventário Florestal da PCH FORTALEZA.

Tabela 12. Cálculos estatísticos aplicados ao Inventário Florestal

Parcela	Vt m ³	Vt (m ³ /ha)	Vc m ³	Vc (m ³ /ha)
1	7,698693	384,9346361	3,39336	169,668
2	3,142797	157,1398326	1,810244	90,5122
3	2,752716	137,6357823	1,511966	75,59832
4	1,194847	59,74234909	1,101521	55,07605
5	5,579439	278,9719518	2,803773	140,1886
6	5,489068	274,4533838	1,719781	85,98903
7	8,779258	438,9629159	3,053302	152,6651

8	4,563221	228,1610399	1,992064	99,60322
9	3,994694	199,7347086	2,606621	130,3311
10	4,923522	246,1761162	2,933861	146,6931
Variância	5,108058	12770,14	0,582292	1455,731
Média	4,811825	240,5913	2,292649	114,6325
Desvio padrão	2,260101	113,0051	0,763081	38,15404
Coefficiente de variação	46,97%	46,97%	33,28%	33,28%
Variância da média (m ³ /parcela)	0,459725	1149,313	0,052406	131,0158
Erro padrão (m ³ /parcela)	0,67803	33,90152	0,228924	11,44621
Erro amostragem absoluto (m ³ /parcela)	1,492345	74,61724	0,503862	25,19311
Erro amostragem relativo (%)	31,01411	31,01411	21,97729	21,97729

Os cálculos estatísticos demonstram que a amostragem não satisfaz os padrões de o erro amostral admitido de no máximo 20% e 95% probabilidade, necessitando-se, por ocasião do projeto de supressão, aumentar o número de parcelas amostrais da área da PCH Fortaleza.

Note-se que os estudos realizados em campo somente consideraram as áreas florestais, excluindo as áreas antropizadas, sobretudo agrícolas. Os cálculos volumétricos foram feitos somente sobre os capões florestais desconsiderando as áreas incluídas na bacia de alagamento da PCH Fortaleza, ocupadas com de campos agrícolas.

5.2.2.2. Fauna Terrestre

A caracterização da fauna terrestre regional, de modo a reconhecer as espécies que ocorrem ou têm potencial ocorrência na área de influência da PCH FORTALEZA, foi realizada por meio de levantamentos de dados primários e secundários, ou seja, através de expedição a campo e consulta literária de interesse. As informações coletadas permitem identificar as espécies que podem ser afetadas pelo empreendimento, e devem servir para elaborar planos de ações mitigadoras dos impactos ambientais sobre este recurso natural.

Foi caracterizada a fauna de anfíbios, répteis, aves e mamíferos com distribuição na ADA, AID e AII. Em decorrência das áreas de amostragem e determinados procedimentos metodológicos relacionados aos dados primários serem comuns entre os

grupos faunísticos, estes serão descritos agrupadamente. As particularidades de métodos e locais amostrados de cada grupo serão posteriormente citados, nas descrições de cada grupo.

Os estudos em campo foram realizados na área rural do município de Tibagi, Estado do Paraná, dentro e nas proximidades da área de influência direta do PCH FORTALEZA. A região encontra-se em estado avançado de antropização, apresentando zonas agrícolas, pastagens e monocultura de pinus e eucalipto, ainda que predominem matas de galerias e fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. A Figura 35 apresenta, sobre uma imagem do Google, a macrolocalização da área de estudo, mostrando sua proximidade à sede municipal de Tibagi e os locais de coleta de dados em campo. A área em azul será a alagada pelo projeto, os círculos são os pontos de amostragem e as linhas brancas mostram os percursos por transectos.

5.2.2.2.1. Procedimentos metodológicos

Para as coletas de dados primários foi realizada uma expedição à área de influência da PCH FORTALEZA entre 24 e 29 de agosto de 2014, sendo selecionados ao todo seis locais de amostragem ao longo dos rios Fortaleza e Iapó. A escolha dos locais

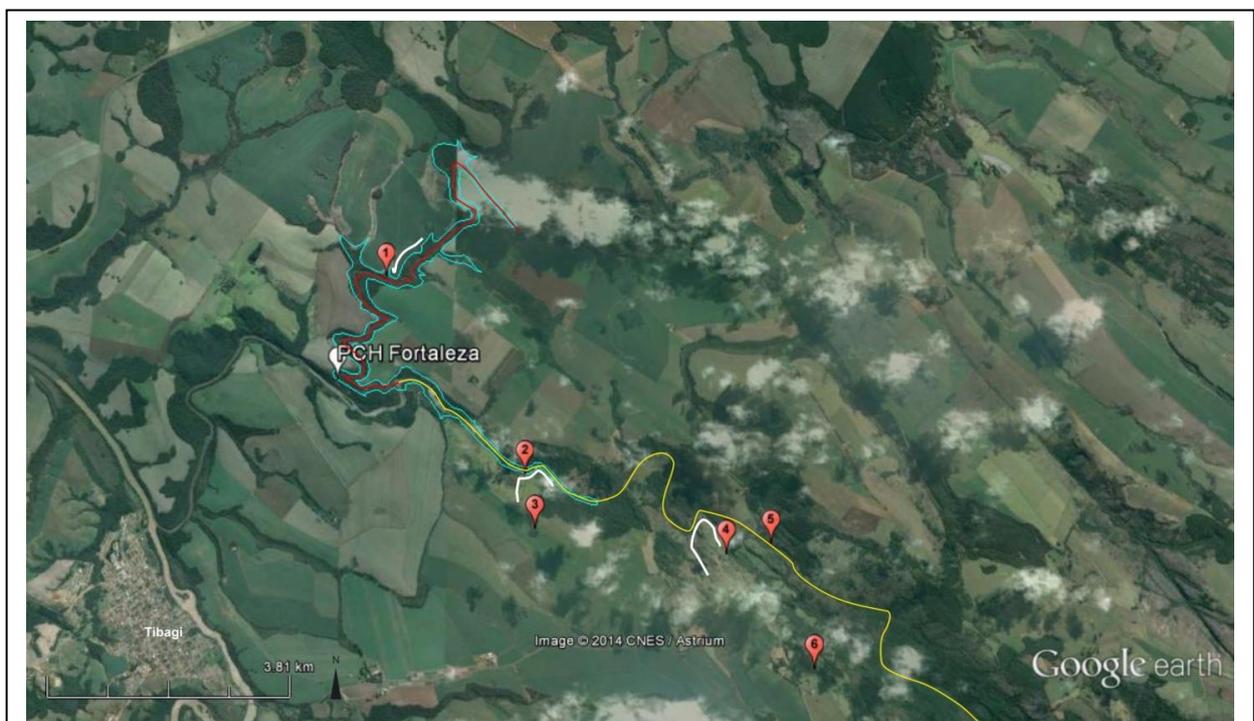


Figura 35. Macro localização da área de estudo.

também foi influenciada pela disponibilidade de acesso a carro para locais distantes ou quando era impraticável percorrer a pé.

Foram utilizadas diferentes técnicas de amostragem e priorizou escolher variados tipos ambientais para obter maior representatividade da região.

Os métodos escolhidos foram: deslocamento por transectos, busca ativa em locais propícios para determinados grupos, armadilha fotográfica (Câmera Trap), armadilhas modelos Tomahawk, Sherman, interrupção e queda (pitfall) e rede de neblina.

Todos os animais capturados foram soltos após a identificação e/ou a realização de registros fotográficos. Também foram realizadas entrevistas com moradores locais acerca dos animais que ocorrem nas proximidades.

Os deslocamentos por transectos foram realizados a pé e localizam-se próximos às margens dos rios Fortaleza e Iapó. Foram ao todo demarcados três transectos. Um transecto localiza-se próximo ao ponto de amostragem 1, na margem direita do rio Fortaleza, enquanto os outros dois localizam-se na margem esquerda do rio Iapó, próximos aos pontos 2 e 4. Os transectos próximos aos pontos 1 e 2 situam-se contíguos à área diretamente afetada, em trechos entre mata ciliar e áreas abertas (plantio, pastagem e campos). O transecto próximo ao ponto 4 localiza-se adjacente à área de influência direta, apresentando um trajeto com segmentos de área natural e antropizada: exibe zona de pastagem e um pequeno terreno residencial junto a campos com florações rorochosas, capões

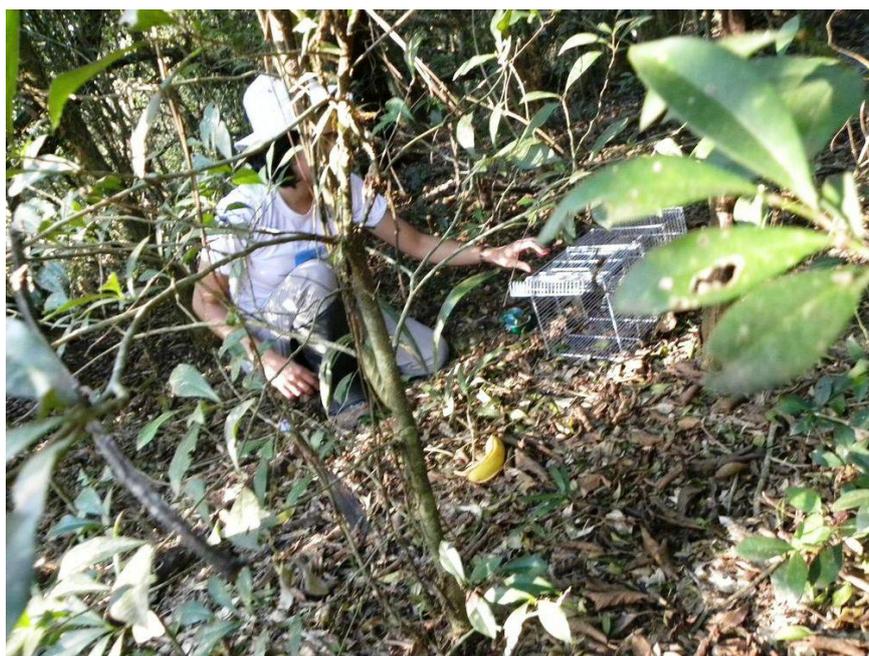


Figura 36. Armadilhas em instalação pela bióloga

isolados e riacho com queda d'água.

As buscas ativas foram realizadas nos locais de amostragem que continham corpos d'água (nascente e riachos, por exemplo) ou outros ambientes de interesse, sendo voltados predominantemente



Figura 37. Armadilhas de captura para estudos na região do projeto

na procura de anfíbios e répteis.

Foram utilizadas sete armadilhas modelos Tomahawk e Sherman distribuídas em cinco pontos amostrais nas margens dos rios Fortaleza e Iapó para a tentativa de captura animais. Na figura 35 os locais desses pontos referem-se às demarcações 1, 2, 3, 4 e 6. As armadilhas continham iscas compostas de espigas de milho, banana e sardinha. Os locais selecionados envolvem ambientes de banhado, mata ciliar e capões florestados.

Na margem direita do rio Iapó foi instalada uma câmera trap, fixada em um tronco de árvore a cerca de 60 centímetros acima do solo. Também foram deixadas iscas para aumentar as chances de aproximação de algum animal. O acesso ao local foi realizado com bote inflável não motorizado, atravessando o rio a partir da margem esquerda. O local da armadilha fotográfica refere-se ao ponto de amostragem 5 na figura 35.

Foi também instalada uma armadilha pitfall, composta de um balde plástico de 30 litros enterrado com a abertura exposta ao nível do solo. Uma tela de sombrite com cerca de 5 metros de comprimento por 0,75 metros de altura foi colocada de modo a atravessar a abertura do receptor (balde plástico enterrado) e interceptar a passagem de animais, com o que se procedeu à captura.

Em decorrência do terreno acidentado e excesso de rochas no local, não foi possível colocar mais baldes. Conforme a figura 35, esta armadilha foi instalada no ponto 4 do mapa.

Para a captura de pequenas aves e morcegos foram



Figura 38. Rede de neblina sendo instalada para coleta de dados

instaladas duas redes de neblina malha 20mm com as dimensões 9 x 3 metros em três noites seguidas no ponto amostral número 6 (fig. 35), em locais ligeiramente distantes. As redes foram armadas ao pôr do sol e mantidas até 23h30, sendo visitadas a cada hora. Os locais de instalação ocorreram em borda de mata e área de pastagem.

Por fim, entrevistas com moradores da região foram realizadas questionando-os quanto aos animais avistados na região.

Em relação aos dados secundários, foi muito utilizado neste levantamento as informações do plano de manejo do Parque Estadual do Guartelá, Unidade de Conservação distante cerca de sete quilômetros da área do empreendimento, bem como do estudo de impacto ambiental da UHE Telêmaco Borba e dos estudos oferecidos por Medri et al. no livro “A Bacia do Rio Tibagi”, além de outras literaturas técnicas de interesse.

5.2.2.2.1 Herpetofauna

Estudos dão conta que o Brasil abriga 946 espécies de anfíbios das quais 96% pertencem a Ordem Anura (Segalla *et al.*, 2014). Completam esse grupo indivíduos das

Ordens Caudata, representada pelas salamandras, e Gymnophyona, reconhecidas como cobras-cegas (Segalla e Langone, 2004).

A ordem Caudata possui apenas uma espécie brasileira, a qual se distribui apenas na região amazônica (Haddad, 2008). Em decorrência da maior representatividade de anuros na classe, a maioria dos estudos sobre anfíbios são realizados a respeito deste grupo, embora ainda sejam escassas as pesquisas no país.

No Estado do Paraná há aproximadamente 120 espécies de anfíbios, ocupando todos os ecossistemas (Segalla e Langone, 2004). Especificamente na bacia do rio Tibagi, a anurofauna conhecida é composta por 40 espécies, sendo algumas distribuídas amplamente pela bacia, enquanto outras estão relacionadas à presença de mata ou às regiões de campos (Machado e Bernarde, 2002). A presença de espécies estritamente florestais encontra-se em maior nível de ameaça devido ao desmatamento. No entanto, a maior parte da anurofauna da bacia apresenta preferência por áreas abertas, a qual pode ter tido a distribuição expandida (Machado e Bernarde, 2002).

Desde a década de 1970 há evidências de que esteja ocorrendo um declínio em escala mundial de populações de anfíbios, embora só a partir da década de 1990 o assunto vem sendo tratado mais profundamente (Blaustein, 1994; Heyer e Murphy, 1997; Segalla e Langone, 2004,). As principais causas de ameaça ao grupo é destruição de habitat, mudanças climáticas, introdução de espécies exóticas invasoras, chuva ácida, entre outras. Em decorrência ainda de sua pele permeável, os anfíbios são bastante suscetíveis às alterações ambientais, absorvendo mais facilmente agentes tóxicos lançados no ambiente, como os metais pesados (Blaustein, 1994; Haddad, 2008).

Os anfíbios são importantes na cadeia alimentar por auxiliarem no controle de artrópodes ao predarem diversas espécies deste grupo em sua fase adulta. Também atuam como presas, sendo bastante predados por distintos grupos de animais, como aracnídeos, peixes, répteis, aves, mamíferos e até outros anfíbios (Machado e Bernarde, 2002).

Quanto aos répteis, o Brasil é um dos países com maior riqueza, apresentando 744 espécies, muitas das quais endêmicas (Bérnils e Costa, 2012). Compõe esse grupo indivíduos das ordens Testudinata (tartarugas), Squamata (lagartos e serpentes) e Crocódilia (jacarés), apresentando grande variedade em termos de forma, tamanho e cor. No Paraná ocorrem cerca de 20% das espécies brasileiras, reflexo da variedade de ambientes do Estado (Bérnils *et al.*, 2004). O Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Paraná (Mikich e Bérnils, 2004) possui 13 espécies do grupo, das quais três em categorias de ameaça de extinção.

Os estudos sobre répteis são relativamente escassos no Paraná, apesar de a maioria das espécies ocorrentes terem ampla distribuição no país (Buss, 2007). O grupo tem importante papel na cadeia alimentar, embora indivíduos sejam recorrentemente mortos por moradores locais pelo receio de acidentes envolvendo serpentes principalmente.

Considerando o atual status dos anfíbios e répteis em distintas escalas e importância desses grupos nos diferentes ecossistemas em que habitam, tem-se o objetivo listar as espécies ocorrentes e de provável ocorrência na área de influência da PCH FORTALEZA baseando-se em dados primários e secundários, de modo a destacar as espécies ameaçadas, endêmicas e bioindicadoras. O estudo também tem o intuito de reconhecer os impactos ambientais que possam vir a afetar a população de espécies da herpetofauna da região em decorrência da construção do empreendimento.

Procedimentos metodológicos

Para a coleta de dados primários da herpetofauna foram realizados deslocamentos a pé por transectos que contemplaram regiões de campos e manchas florestadas, bem como buscas ativas em pequenos córregos, florações rochosas e outros habitats favoráveis ao registro do grupo, abrangendo diferentes períodos do dia. Também foi utilizada uma armadilha de intercepção e queda (pitfall) próxima à área de influência direta. Foram feitas entrevistas com moradores locais para ampliar o conhecimento de espécies ocorrentes.

Nos pontos de amostragem 1, 2, 3, 4 e 6 foram realizadas buscas ativas em manchas florestadas que continham corpos d'água e trechos de mata ciliar, e foi percorrido o transecto próximo ao ponto 4 que permitiu explorar áreas campestres, bordas de mata e pequenos corpos d'água (riacho, cachoeira e açude artificial). No ponto 4 foi ainda instalada armadilha de interrupção e queda (pitfall), especificamente em uma área aberta com rochas e próxima a um pequeno córrego com pequenos trechos de mata ciliar que deságua no Rio Iapó.

Os dados secundários foram obtidos por levantamento bibliográfico do Grupo faunístico, o Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá, Relatórios de Impacto ambiental da UHE Telêmaco Borba, e informações oferecidas por Bernarde e Machado (2002) sobre anuros e répteis da bacia do rio Tibagi. Entre os trabalhos exclusivos sobre fauna reptiliana aqui utilizados se destacou a pesquisa de Morato (1995) sobre serpentes em Florestas com Araucárias, entre outros estudos de interesse.

Resultados

Durante a permanência em campo, os métodos de busca ativa e de armadilha para a coleta de dados primários acerca da herpetofauna local foram os que se demonstraram mais eficientes, embora mesmo assim tenham sido registrados apenas três exemplares pertencentes a duas espécies de anfíbios e dois exemplares de uma espécie de réptil. A baixa quantidade de espécies amostradas não reflete a diversidade da herpetofauna da região, possivelmente sendo consequência da época-



Figura 39. Herpetofauna capturada em armadilha pitfall

ca de amostragem coincidir com a estação fria, período de menor atividade do grupo.

Deste modo, foram registradas em campo as espécies de anfíbios *Physalaemus cuvieri* (rã-cachorro) e *Leptodactylus labyrinthicus* (rã-pimenta). Em dois dias seguidos foi capturado espécimes do réptil *Tropidurus itambere* na armadilha pitfall (fig. 39 e 40).

A rã-cachorro (*Physalaemus cuvieri*) distribui-se amplamente pelo Brasil (Borges-Martins et al. 2007), ocupando áreas abertas (Kwet e Di-Bernardo, 1999), enquanto a rã pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*) ocorre no Sul e Sudeste. Recentemente esta espécie foi registrada na Amazônia onde acredita-se que foi introduzida pelo seu valor econômico (Carvalho et al., 2013). Este anfíbio é uma das maiores espécies comestíveis pelo homem no país, sendo muito caçada em determinados locais (Santos e Haddad, 2006). Já o réptil *Tropidurus itambere* (lagartinho-da-pedra) ocorre em áreas florestadas e Cerrado (Rodrigues, 1987).

O perfil de uso de habitat dos anuros da bacia do rio Tibagi é de forma geral voltado para a ocupação de áreas abertas. No entanto, a anurofauna do médio Tibagi, região do empreendimento, é representada predominantemente por espécies de distribuição relacionada a formações florestais, ocorrendo 27 espécies de anuros das 40 estimadas para toda a bacia hidrográfica (Machado e Bernarde, 2002).

O Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá estimou a ocorrência de 26 espécies de anuros dentro da Unidade de Conservação e áreas de entorno. Foram reconhecidos cinco tipos de ambientes ocupados por essas espécies, de forma que a maioria dos anfíbios apresentou preferência em

- a) estepe higrófila,
- b) formações pioneiras de influência fluvial e
- c) áreas alagáveis na margem de córregos (IAP, 2002).

Completam essas categorias os ambientes

- d) córregos em campos e
- e) pequenos córregos no interior de floresta (IAP, 2002).

Locais de estepe hidrófila e áreas alagáveis na margem de córregos são descritos como poças temporárias, formadas em épocas de chuvas sobre áreas campestres e próximas a pequenos cursos d'água, respectivamente. As formações pioneiras de influência fluvial são caracterizadas por brejos em pequenos cursos d'água que ocorrem em áreas abertas. São previstas nesses ambientes espécies como *Hypsiboas prasinus*, *Physalaemus cuvieri* e *P. gracilis* (IAP, 2002). Os córregos em campos e no interior de floresta são comuns na área de estudo, desembocando no rio Iapó. Estima-se a ocorrência das espécies *Leptodactylus latrans* nesses ambientes, além de *Hypsiboas semiguttatus* em córregos em campos e *Rhinella crucifer* e *Proceratophrys avelinoi* em florestas.

O Paraná apresenta 25 espécies de anfíbios na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada, sendo quatro pertencentes a alguma categoria de ameaça e as demais se enquadrando como “dados insuficientes” (Mikich e Bérnils, 2004). A área de influência do empreendimento não apresenta espécies ameaçadas, no entanto é de grande importância a conservação de todas as espécies visto determinadas vulnerabilidades dos anfíbios, mesmo quando ocorrendo em ambientes preservados. Entre as causas de ameaça para o grupo estão modificação de habitat, introdução de espécies exóticas, chuva ácida, fatores climáticos e destruição da camada de ozônio (Heyer e Murphy, 1997). São também bastante sensíveis a contaminantes em meios aquáticos, característica que reflete no desenvolvimento dos seus ovos posto em água, por exemplo (Segalla e Langone, 2004). Deste modo, reconhecendo a sensibilidade dos anfíbios frente a mudanças ambientais, o grupo é considerado como bioindicador, sendo o declínio de populações de espécies podendo ser uma representação de perda da biodiversidade local (Heyer e Murphy, 1997).

Muitas das espécies de anfíbios ocorrentes na área de influência apresentam ampla distribuição no Brasil e América do Sul, distribuindo-se também em países como Paraguai, Argentina, Trinidad e Tobago e Colômbia (Hiert e Moura, 2002). No Brasil, a ocorrência de algumas espécies, particularmente, apresenta-se na região Sul e Sudeste, como o caso de *Leptodactylus gracilis* (rã-listrada) e *Hypsiboas prasinus* (perereca). A espécie *Hypsiboas leptolineatus* (perereca-listrada), de pequeno porte (tamanho médio de 35 mm), é endêmica de áreas de grande altitude da Floresta com Araucárias (Hiert e Moura, 2002).

Os registros de Bernarde e Machado (2002) acerca dos répteis ocorrentes na bacia do rio Tibagi são voltados para a descrição de espécies do baixo Tibagi (Município de Londrina), totalizando 42 espécies registradas. Já os estudos do Parque Estadual do Guartelá (IAP, 2002) somam 48 espécies que ocorrem ou têm provável ocorrência na unidade de conservação, sendo distribuídas em três quelônios, oito lagartos, dois anfisbenídeos e 35 serpentes. São consideradas ainda mais 20 espécies de ocorrência incerta no Parque.

Desse modo, baseado nos dados oferecidos por Bernade e Machado (2002), pelo plano de manejo do Parque Estadual do Guartelá (2002), pelo estudo de impacto ambiental da UHE Telêmaco Borba (2011) e por outras bibliografias de interesse, estima-se a ocorrência de 58 espécies de répteis na área de influência do empreendimento, sendo que a família com maior representatividade é Dipsadidae, com cerca de 30 espécies de serpentes que ocorrem ou tem provável ocorrência. A lista de répteis apresenta ainda 12 espécies endêmicas do Brasil, segundo classificação de Bérnils e Costa (2012), de modo que 10 são serpentes.

O fato das serpentes predominarem o registro da fauna de répteis é também reflexo do grupo ser a maioria dentro do táxon, sendo por vezes mencionado como a linhagem de sucesso evolutivo da classe.

Morato (1995) em seu estudo sobre a composição e distribuição de serpentes na Floresta com Araucárias e ambientes associados do Sul do país, registrou ao todo 82 espécies. As espécies encontradas ocupam tanto ambientes florestais, campestres (apesar de os indivíduos também poderem apresentar registros em interior de capões e bordas de mata), ou em ambos os ambientes. Embora o estudo contemplasse uma área maior que a abrangida nesta pesquisa (desde o sul do Estado de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul), pode-se reconhecer a importância da Floresta com Araucárias em termos riqueza e preservação de serpentes. Em relação ao endemismo, no entanto, não chega a ter uma identidade marcante da composição ofiofaunística (Morato, 1995).

Em entrevista com moradores locais recorrentemente foi mencionada a ocorrência de serpentes em monoculturas agrícolas, principalmente no período da estação de verão. As principais espécies citadas foram *Bothrops jararaca* (jararaca), *Bothrops*

alternatus (urutu-cruzeiro) e *Crotalus durissus* (cascavel), todas da família Viperidae. Trabalhadores comentaram utilizar perneiras ao adentrarem na lavoura para fins de prevenção.

A única espécie de serpente ameaçada no Paraná é *Ditaxodon taeniatus*, sendo listada como rara no médio e alto Tibagi, segundo Bernarde e Machado (2002). Tem distribuição restrita a áreas de campos naturais do Segundo Planalto Paranaense (Mikich e Bérnils, 2004).

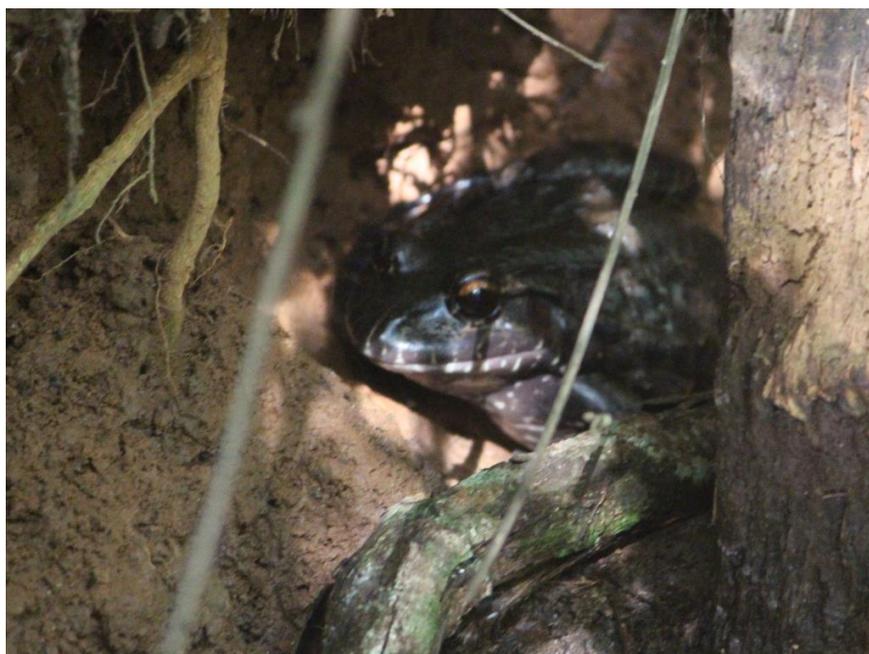


Figura 40. Herpetofauna registrada em campo

Serpentes comumente são temidas pelas pessoas devido ao desconhecimento sobre o grupo, uma vez que poucas são agressivas e perigosas (Buss, 2007). Na área de estudo sabe-se que serpentes são mortas por pessoas que se sentem ameaçadas ao se depararem com o animal. Trabalhadores entrevistados de fazendas da área de interesse disseram que nas as matam, mas também não é realizada a captura desses animais nos locais de trabalho. As fazendas proíbem a caça e/ou morte de qualquer animal nas propriedades.

Foram reconhecidas na área de influência do empreendimento três das quatro espécies de quelônios de água doce registrados no Paraná: *Hydromedusa tectifera* (cágado-de-pescoço-de-cobra), *Phrynops Geoffroanus* (cágado-de-barbelas) e *Acanthochelys spixii* (cágado-preto), sendo esta última de provável ocorrência (IAP, 2002).

As espécies são distribuídas em todo o Estado ocupando diversos tipos de ambientes aquáticos, como ribeirões de águas cristalinas, córregos, terrenos encharcados, cursos d'água temporários e cavas (Ribas e Monteiro-Filho, 2002). Também ocorrem

em rios e lagos de áreas urbanas, inclusive em locais com maior grau de poluição. A espécie *Phrynops williamsi* (cágado-rajado), com registro apenas no sudoeste do Paraná (baixo Iguaçu) (Ribas e Monteiro-Filho, 2002) e que portanto não é estimada a ocorrência na área de estudo, é a única espécie paranaense de quelônio ameaçada, enquadrando-se na categoria “vulnerável” (Mikich e Bérnils, 2004).

5.2.2.2 Avifauna

A bacia do rio Tibagi resguarda 482 espécies de aves, sendo 203 não-Passeriformes, 279 Passeriformes (Anjos, 2002), representando 65% das 744 espécies que ocorrem no Paraná (Scherer-Neto *et al.*, 2011a). O conjunto de várias características ambientais propícias para o desenvolvimento de espécies confere a alta riqueza de aves na bacia hidrográfica. Observa-se uma heterogeneidade de ambientes, como florestas, campo úmido, campo seco, cerrado, borda de mata, banhado, córregos e lagos, que somado às diferenças climáticas e de altitude ao longo de toda a bacia, permitem uma avifauna bastante variada (Anjos, 2002).

Em decorrência da fitofisionomia predominante na área de estudo, a avifauna presente está relacionada com vegetação Estepe, composta de formações herbáceas e arbustivas (Rossetto, 2011). Somam-se ainda formações florestais de Floresta Ombrófila Mista, cujas espécies conferem capões e florestas de galerias (IBGE, 2012), e influência da Floresta Estacional Semidecídua (ao norte) e da Floresta Ombrófila Densa (da região litorânea do Estado) em menor grau (IAP, 2002). Florações rochosas completam a paisagem desta região dos Campos Gerais.

Deste modo, considerando a alta riqueza de espécies na região e a importância do grupo na manutenção do ecossistema, foi realizado um levantamento da avifauna na área de abrangência do empreendimento baseando-se em dados primários e secundários, de modo a ressaltar as espécies ameaçadas, endêmicas e migratórias. Ao reconhecer as espécies ocorrentes e de potencial ocorrência, busca-se identificar e avaliar as futuras alterações que possam ser causadas após o estabelecimento do empreendimento em relação à avifauna existente na área de influência.

Procedimentos metodológicos

Durante a expedição a campo foram realizadas observações diretas e reconhecimento por áudio através de trajetos a pé e ponto fixo. Deste modo foram percorridos dois transectos para observação de aves, próximos aos pontos de amostragem 1, 2 e 4. Os transectos localizam-se próximos às margens dos rios Fortaleza e Iapó e foram realizados em três diferentes dias e em distintos períodos. Os trajetos eram estruturados tanto de vias pré-existentes (estrada de terra, trilhas para caminhada e acero) como de trechos sem caminhos definidos (abertos com auxílio de facão quando necessário).

Um ponto de observação foi selecionado na área de influência direta (ponto de amostragem 6), e visitado ao fim da tarde entre 16h00 e 17h30 por dois dias. Os ambientes examinados contemplam áreas abertas, matas de galeria, bordas de mata, subosque e áreas antropizadas. As observações foram auxiliadas com uso de binóculos e câmeras fotográficas. Em relação aos métodos não sistematizados, foram consideradas as espécies localizadas fora dos pontos de amostragem, em situações de encontros ocasionais ao longo do deslocamento da equipe dentro área de influência indireta. Também foram realizadas entrevistas com residentes locais a fim de reconhecer as espécies avistadas pelos moradores.

Em relação à investigação por dados secundários, foram utilizadas principalmente as informações oferecidas por Scherer-Neto et al. (2011b) em inventário da avifauna no Parque Estadual do Guartelá, e do estudo de Anjos (2002) sobre a avifauna na bacia do rio Tibagi.

Resultados

As observações em campo permitiram identificar 50 espécies de aves dentro da área de influência direta e proximidades do entorno. Muitas espécies têm caráter generalista, ocupando variados ambientes, e com ampla distribuição no país. Observaram-se tanto espécies com ocupação mais restrita para determinados ambientes como espécies que se privilegiam com o avanço de ações antrópicas (fig. 41).

Diversas Columbiformes ocorrem na região, devido às monoculturas agrícolas. Segundo Sick (1997), o grupo apresenta dieta granívora e frugívora, ingerindo grãos

inteiros. Por este motivo são importantes disseminadores de sementes, embora pelo mesmo motivo sejam recorrentemente intoxicadas por grãos sob efeito de inseticidas. Na ocasião deste estudo predominava o plantio de trigo e aveia, sendo frequente observar sobrevoos de espécies como *Zenaida auriculata* (pomba-de-bando) e *Patagioenas picazuro* (asa-branca). Muitos columbiformes são migratórios, ocorrendo migrações nas estações outono e inverno para o Sul do país (Sick, 1997).

Em relação aos ambientes de pastagem, observaram-se agrupamentos de *Bubulcus ibis* (garça-vaqueira) e *Theristicus caudatus* (curicaca), espécies típicas de áreas abertas e alagadas. Em áreas de plantio com trigo na fase de enchimento de grãos, pequenos bandos de *Sicalis flaveola* (canários-da-terra-verdadeiro) alimentavam-se. Embora seja recorrente o aumento populacional de determinadas espécies que se aproveitam da condição rural de uma região, trabalhadores locais afirmam que nenhuma espécie de ave se demonstra prejudicial para a agricultura.

Em áreas com residências, registraram-se bandos de *Guira guira* (anu-branco), *Cacicus haemorrhous* (guaxe) e os psitacíformes *Pyrrhura frontalis* (tiriba-de-testa-vermelha) e *Amazona aestiva* (papagaio-verdadeiro). São espécies de ampla distribuição no país.

Entre as espécies de hábitos campestres foi observado *Xolmis vetulus* (noivinha-branca), espécie migratória ocorrendo do Amazônia ao Paraná (Sick, 1997), *Knipolegus lophotes* (maria-preta-de-penacho), *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira), típica coruja de hábito terrícola, *Pseudoleistes guirahuro* (chopim-do-brejo) e os pica-paus *Colaptes campestris* (pica-pau-do-campo, fig 42), *Melanerpes candidus* (pica-pau-branco) e *Dryocopus lineatus* (pica-pau-de-banda-branca), sendo este último observado fazendo ninho em tronco de árvore.

Durante os transectos em bordas de mata e subosques, foram avistados *Eupetomena macroura* (beija-flor-tesoura) alimentando-se em flores de bromélia, *Setophaga pitiayumi* (mariquita) em trecho de mata ciliar do rio Iapó, *Euphonia chlorotica* (fim-fim) em áreas semi-abertas próximas ao rio Iapó, e pequenos grupos de *Tersina viridis* (saí-andorinha) em árvores de médio e grande porte também próximas ao rio. Foi observado ainda um espécime de *Ramphastos dicolorus* (tucano-de-bico-verde) em galhos de borda de mata de um pequeno fragmento florestal.

Registraram-se indivíduos de *Penelope obscura* (jacuaçu) ao anoitecer em um campo de pastagem. É uma espécie típica do sul e sudeste do Brasil e habita também matas primárias e secundárias. Embora seja usualmente caçada pela sua carne, é relativamente comum em determinados locais (Sigrist, 2009). Também foram avistados dois indivíduos *Heterospizias meridionalis* (gavião-cabloco) em momentos diferentes, em áreas abertas antropizadas próximas à mata ciliar dos rios Fortaleza e Iapó. A espécie é típica de ambientes abertos em todo o Brasil e em áreas agrícolas são atraídas, junto a diversas outras águias e gaviões, pelos roedores que ocorrem em monoculturas de grãos (Otaviano, 2008). Em decorrência destas características, determinadas espécies do grupo não são boas indicadoras de mudanças ambientais, demonstrando-se bem adaptadas às modificações antrópicas. No entanto, outras espécies de Falconiformes e Accipitriformes apresentam-se como boas indicadoras devido a suas posições como predadores de topo da cadeia alimentar (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1998).

Scherer-Neto *et al.* (2011b) identificaram 311 espécies de aves no Parque Estadual do Guartelá e áreas adjacentes, abrangendo 59 famílias e 21 ordens. Entre os não-Passeriformes destacam-se Accipitridae e Picidae, enquanto os Passeriformes mais representativos foram Tyrannidae, Emberizidae e Thraupidae. As informações oferecidas no inventário serão brevemente descritas a seguir.

A variedade de espécies ocorrentes na Unidade de Conservação é também resultado do mosaico de ambientes existentes, representados por campos interrompidos por trechos



Figura 42. Pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*) na área da PCH

de florestas em diferentes tamanhos (IAP, 2002). Aproximadamente 200 espécies foram registradas em formações de Floresta Ombrófila Mista, sendo muitas exclusivas deste ambiente. São exemplos de espécies florestais *Laterallus melanophaius* (saracura-parda), *Amazona vinacea* (papagaio-de-peito-roxo), *Trogon rufus* (surucua-de-barriga-amarela), além da maioria dos Passeriformes, como *Euphonia violacea* (gaturamo-verdadeiro), *Schiffornis virescens* (flautim) e *Leptasthenura setaria* (grimpeiro).

Nas formações de campos nativos foram registradas cerca de 110 espécies, sendo muitas exclusivas do ambiente, embora a maioria também possa ocorrer em áreas abertas antropizadas e em capões. Foram listadas espécies como *Nothura maculosa* (codorna-amarela), *Thalurania glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta) *Hirundinea ferruginea* (gibão-de-couro), *Tyrannus savana* (tesourinha) e *Schistochlamys ruficapillus* (bico-de-veludo).

Além dessas formações, foram observadas espécies em meios aquáticos, ocorrendo registros de aves no rio Iapó e ambientes lacustres, como foi o caso de maçaricos (Scolopacidae), martins-pescador (Alcedinidae) e as garças e socós (Ardeidae), por exemplo.

Ao todo, quatro espécies que constam na lista do inventário da avifauna na Unidade de Conservação encontram-se ameaçadas no Estado do Paraná, especificamente na categoria “vulnerável”: São *Culicivora caudacuta* (papa-moscas-do-campo), *Harpohaliaetus coronatus* (águia-cinzenta), *Sporophila plumbea* (patativa) e *Sporophila melanogaster* (caboclinho-de-barriga-preta). São ainda destacadas outras espécies em termos de conservação devido às suas particularidades de status e suscetibilidade (IAP, 2002; Scherer-Neto *et al.*, 2011b): *Leucopternis polionota* (gavião-pombo-grande), espécie endêmica da América do sul; *Amazona aestiva* (papagaio-verdadeiro), psitacídeo não ameaçado mas que sofre com a caça e comércio ilegal de animais; *Amazona vinacea* (papagaio-de-peito-roxo), espécie de distribuição bastante reduzida desde a década de 1980 (Sick, 1997); além de *Cariama cristata* (Seriema); *Sarcoramphus papa* (urubu-rei); *Cypseloides senex* (andorinhão-velho-da-cascata) e *Schistochlamys ruficapillus* (bico-de-veludo).

5.2.2.2.3. Mastofauna

O Paraná apresenta cerca de 180 diferentes espécies de mamíferos, representando em torno de 30% do total ocorrente no Brasil (Margarido e Braga, 2004). Observam-se no Estado onze ordens, contendo espécies tanto de hábito terrestre até estritamente aquático. Além do interesse ecológico e conservacionista, os mamíferos são muito estudados pela relação a aspectos econômicos, médicos, sanitários, além do uso de determinadas espécies para alimentação e domesticação pelo homem (Reis *et al.*, 2006a).

Segundo Braga (2007), a região dos Campos Gerais apresenta 98 espécies de mamíferos pertencentes a 10 ordens (todas as ordens que ocorrem no Paraná, exceto Cetacea). Isto se deve à variedade de ambientes encontrados, contemplando diversas espécies de mamíferos em suas diferentes exigências.

Os mamíferos apresentam-se como um dos grupos com maior sensibilidade à fragmentação ambiental (Miranda *et al.*, 2009). O Estado do Paraná apresenta 56 espécies do grupo na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada, sendo 32 em alguma categoria de ameaça (Mikich e Bérnils, 2004). Destacam-se neste caso os felídeos, de modo que cinco das seis espécies ocorrentes no Estado encontram-se em algum grau de ameaça (Mikich e Bérnils, 2004).

Deste modo, com o objetivo de reconhecer as espécies de ocorrência ou provável ocorrência na área do empreendimento, foram realizados levantamentos baseado em dados primários e secundários acerca da mastofauna da região.

Procedimentos metodológicos

As coletas de dados primários foram feitas em expedições a campo, abrangendo diferentes ambientes e horários de coleta. Os métodos de inventário da mastofauna terrestre utilizados foram deslocamento a pé por transectos, buscas ativas de vestígios de indivíduos (como rastros, fezes e tocas), rede de neblina para captura de morcegos, armadilha fotográfica (câmera trap), armadilha de intercepção e queda (pitfall) e armadilhas de gaiola (modelos Sherman e Tomahawk).

Em relação aos métodos não sistematizados, foram consideradas as espécies registradas fora dos pontos de amostragem, em situações de encontros ao longo do deslocamento da equipe dentro área de influência indireta. Realizaram-se ainda entrevistas com moradores locais sobre espécies de mamíferos por eles eventualmente avistados na região.

Foram realizadas caminhadas ao longo de três transectos em trechos próximos às margens dos rios Fortaleza e Iapó, localizados próximos aos pontos de amostragem 1, 2 e 4 (ver fig. 35). Os transectos contemplavam diferentes tipos de ambientes e horários do dia, sendo verificados trechos de mata ciliar, campos naturais, bordas de mata, monocultura e pastagem. Foram utilizados binóculos e câmeras fotográficas para auxílio nas procuras.

As buscas ativas foram realizadas em locais que se demonstravam propícios para o encontro de vestígios, como trechos de estradas de terra úmida e corredores naturais na vegetação.

Para maior conhecimento da fauna de mamíferos voadores, utilizou-se o método de captura de morcegos com rede de neblina malha 20mm e dimensões 9 x 3m. A rede foi instalada em três diferentes locais, mas próximas o suficiente para serem reconhecidas como integrantes de um mesmo ponto amostral. O local amostrado localiza-se em um ambiente de fragmentos de mata junto a residências e pastagem, especificamente no ponto de amostragem 6 (ver fig. 35). Assim, a amostragem foi realizada em três dias seguidos, cada qual em um local, de modo que a armadilha era armada ao pôr-do-sol (em torno das 17h30) e permanecendo até aproximadamente 23h30, sendo visitada a cada uma hora para verificação.

A armadilha fotográfica foi instalada próxima à área de influência direta, em uma mata ciliar na margem direita do rio Iapó, representada pelo ponto de amostragem número 5. O equipamento foi posicionado em um tronco de árvore a cerca de 0,6 metros acima do nível do solo, e iscas de alimentos foram deixadas no chão para aumentar as chances de captura fotográfica de algum animal.

No ponto de amostragem 4 foi colocada uma armadilha de intercepção e queda na tentativa de captura de pequenos mamíferos. A armadilha era composta por um bal-

de plástico de 30 litros enterrado no chão de modo que sua abertura ficasse posicionada a nível do solo. O local escolhido para instalação foi uma área aberta próxima a um pequeno fragmento de mata. Uma tela de sombrite com 5 metros de extensão e 0,75 metros de altura foi instalada para a interceptação dos animais. O balde foi perfurado no fundo para evitar acúmulo de água e afogamento dos indivíduos capturados.

Ao todo sete armadilhas de gaiolas foram alocadas em quatro diferentes pontos amostrais na margem esquerda do rio Iapó (pontos de amostragem 1, 2, 3, 4 e 6). Os locais selecionados foram capões com corpos d'água e mata ciliar. Nos pontos de amostragem 4 e 6 foram deixadas duas gaiolas em cada de modelos diferentes (Sherman e Tomahawk) e nos outros três pontos restantes foi deixada uma gaiola apenas em cada (contendo modelo Sherman ou Tomahawk). Todas as armadilhas continham iscas constituídas de espiga de milho, sardinha e banana, sendo visitadas diariamente para verificação. As gaiolas foram mantidas distantes cerca de 20 metros no caso dos pontos com duas armadilhas.

Resultados

Os métodos de levantamento da mastofauna aplicados em campo permitiram realizar registros diretos e indiretos, bem como entrevistas com moradores locais, totalizando a identificação de doze espécies ocorrentes na região.

Durante o percurso por transecto próximo ao ponto de amostragem 2 foi observado fora da área diretamente afetada um casal de *Alouatta guariba* (bugio-ruivo) sobre galhos de *Araucaria angustifolia* na margem direita do rio Iapó (fig. 43). Este trecho apresenta um fragmento significativo de mata ciliar, sendo portanto de interesse para conservação. Além do Estado do Paraná, este primata distribui-se desde o Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, ocupando vegetações de Mata Atlântica, Floresta Ombrófila Mista e matas de galerias dentro de campos naturais do Cerrado (Silveira, 2009). É um dos maiores primatas neotropicais e se alimentam principalmente de brotos, folhas e frutos (Silveira *et al.*, 2005).

No Paraná encontra-se ameaçado, classificado como “vulnerável” segundo a Lista Vermelha da Fauna (Mikich e Bérnils, 2004). A perda de habitat é o principal motivo pelo qual a espécie apresenta-se neste atual status.

Além desta espécie de primata, estima-se também ocorrer na região *Cebus nigrinus* (macaco-prego), conforme registro de exemplar em Telêmaco Borba (EIA UHE Telêmaco Borba, 2011), município vizinho a Tibagi, bem como segundo dados bibliográficos e museológicos (IAP, 2002) e entrevista com moradores da região.

Também foi registrado um exemplar de *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) através de

captura com armadilha Tomahawk em um pequeno fragmento florestado. Segundo Cheida et al. (2005), a espécie ocorre amplamente pelo Brasil, em áreas urbanas e rurais. Possui hábito noturno e predominantemente terrestre, embo-



Figura 43. Bugios ruivos em área preservada da AID da PCH

ra tenha grande habilidade de escalar árvores (característica observada quando o exemplar foi solto, o qual escalou rapidamente uma árvore com cerca de 4 metros de altura). É um dos maiores marsupiais das Américas, sua dieta é onívora, alimentando-se de vegetais, invertebrados e pequenos vertebrados.

Não consta na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada no Paraná, apesar de ser um animal frequentemente vítima de atropelamentos em rodovias. Ocorrem ainda outras sete espécies de Didelphimorphia na região (IAP, 2002), das 18 já registradas em todo o Estado (Santos e Santori, 2009).

Em deslocamento da equipe pelo transecto próximo ao ponto 1 foi observado um exemplar de *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro) às margens do rio Fortaleza. O indivíduo encontrava-se em um ponto de transição entre a mata ciliar do rio e áreas de plantações de trigo. A espécie tem hábito solitário e ocupa diversos tipos de ambientes, como áreas florestadas, abertas e agrícolas, sendo bastante tolerante às alterações ambientais (Margarido *et al.*, 2005). Em comparação aos outros dois cervídeos de ocorrência regional, o *Mazama nana* (veado-cambuta) e *Ozotoceros bezoarticus* (veado-campeiro), a espécie *M. gouazoubira* é a que apresenta a mais ampla distribuição e é a única que não se encontra sob algum grau de ameaça. As demais espécies constam na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada do Estado (Mikich e Bérnils, 2004), principalmente devido à redução de habitat, caça e atropelamentos em rodovias (Margarido *et al.*, 2005).

Próxima do local de avistamento de *M. gouazoubira*, foram capturados dois exemplares de *Akodon* sp. (rato-do-mato) em dois dias seguidos em um trecho de mata ciliar do rio Fortaleza (fig 44). No Paraná ocorrem quatro espécies para este gênero da família Cricetidae. São elas *A. cursor*, *A. serrensis*, *A. paranaensis* e *A. montensis*, todas livres de ameaça de extinção no Estado. Na área de influência ocorrem ainda espécies de pequenos ratos-do-mato das famílias Muridae, representada por duas espécies exóticas de procedência europeia (*Mus musculus* e *Rattus rattus*), e Echimyidae, representada por *Kannabateomys amblyonyx* (rato-de-bambu).

Através de pegadas, tocas e fezes foi possível constatar espécies de forma indireta. Foram encontradas fe-



Figura 44. Espécime de *Akodon* sp. capturado em mata ciliar

zes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) às margens do rio Iapó, além da confirmação por diversos moradores que alegaram terem-na vista próxima a ambientes aquáticos. A espécie ocorre em todo o Brasil, adaptando-se facilmente às degradações ambientais, e apresenta dieta herbívora generalista, podendo invadir plantações para se alimentar (Bonvicino *et al.*, 2009). Na área de estudo, no entanto, agricultores mencionaram não apresentarem problemas com a espécie a respeito de prejuízos na lavoura.

Foram ainda encontradas tocas de tatus em campos e manchas de florestas. Na área de influência estima-se que ocorram cinco espécies: *Cabassous tatouay* (tatu-de-rabo-mole), *Dasyurus novemcinctus* (tatu-galinha), *D. septemcinctus* (tatu-bolinha), *D. hybridus* (tatu-mulita) e *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba). Nenhuma espécie encontra-se em estado de ameaça no Paraná, embora recorrentemente indivíduos sejam capturados por cães domésticos ou por caçadores em busca da carne para alimentação.

Pegadas de *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) foram registradas em um trecho dentro da área de influência indireta, sobre uma ponte que cruza o rio Fortaleza durante deslocamento da equipe pela região (Fig 45). É uma espécie generalista e oportunista, ocorrendo em ambientes florestados, borda de mata, áreas impactadas e habitadas pelo homem em vários biomas brasileiros (Cheida *et al.*, 2006).

Em entrevistas com moradores foram identificadas algumas espécies de ocorrência na região. *Guerlinguetus ingrami* (serelepe) foi



Figura 45. Registro de pegadas de mastofauna (canídeo)

apresentada como uma espécie comum em quintais de residenciais na zona rural. A espécie tem distribuição desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (Oliveira e Bonvicino, 2006). Também foi citada a presença de *Dasyprocta azarae* (cutia). Ambos roedores são considerados bons dispersores de sementes ao enterrá-las no solo para armazenamento (Bonvicino *et al.*, 2009).

Também foram mencionadas as espécies *Nasua nasua* (quati), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará). *Nasua nasua* é uma espécie associada a floresta, porém pode se adaptar facilmente à presença humana, invadindo residências em busca de alimento (Rocha *et al.*, 2005). Comumente andam em grupos com numerosos indivíduos e pelo fato de se alimentarem de frutos e defecarem as sementes intactas, podem ser considerados como dispersores de sementes (Cheida *et al.*, 2006). A espécie *Myrmecophaga tridactyla* ocorre em áreas campestres e é caracterizada por alimentar-se principalmente de formigas e cupins (Cheida *et al.*, 2006). Tem ampla distribuição pelo Brasil, ocorrendo de norte ao sul do país (Pedro *et al.*, 2005). A espécie *Chrysocyon brachyurus* é o maior canídeo da América do Sul, distribuindo-se em diferentes biomas do Brasil (Rocha *et al.*, 2005). Devido a sua dieta ser principalmente baseada em frutos, também é reconhecido como um importante agente dispersor de sementes (Cheida, 2005). Tanto *Chrysocyon brachyurus* como *Myrmecophaga tridactyla* constam na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada no Paraná, ocupando as categorias “criticamente em perigo” e “em perigo”, respectivamente (Mikich e Bérnils, 2004). A degradação do habitat natural e atropelamentos acidentais em rodovias estão entre as principais causas de morte de indivíduos dessas espécies (Cheida *et al.*, 2006).

Em relação aos felídeos, moradores afirmam o avistamento de *Puma concolor* (onça-parda), inclusive em meio às plantações de trigo e estradas de terra durante o dia. A espécie ocorre em todo o Brasil, apresentando adaptações para diversos tipos de ambientes (Rocha *et al.*, 2005). No entanto, encontra-se como “vulnerável” no Paraná (Mikich e Bérnils, 2004). Além da destruição de hábitat, a espécie sofre com a caça, devido ao receio de moradores a possíveis ataques desse felino contra animais domésticos, como bois e ovelhas (Cheida *et al.*, 2006). Os demais felinos que ocorrem na área de estudo também se encontram ameaçados no Estado, com exceção de *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco). São eles *Leopardus pardalis* (jaguati-

rica), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno) e *Leopardus wiedii* (gato-maracajá).

A espécie *Pecari tajacu* (cateto) foi frequentemente citada por trabalhadores de fazendas, de modo que alguns relatam o avistamento bandos alimentando-se das plantações. No entanto, trabalhadores afirmam que espécie não causa prejuízos à agricultura. Este taiassuídeo ocorre em todos os biomas paranaense de forma simpátrica com *Tayassu pecari* (queixada). No entanto, a destruição de habitat tem contribuído para a diminuição populacional, de forma que atualmente ambas as espécies encontram-se ameaçada de extinção no Estado (Mikich e Bérnils, 2004).

Embora tenham feitos esforços para a tentativa de captura de morcegos com rede de neblina, não foi possível capturar nenhum indivíduo. Estima-se ocorrer na região aproximadamente 20 espécies de quirópteros pertencentes a três famílias: Phyllostomidae, Vespertilionidae e Molossidae.

A família Phyllostomidae comporta a maioria das espécies da região, não obstante também é a família brasileira mais representativa de Chiroptera. Apresentam dieta predominantemente frugívora, sendo importantes dispersores de sementes, embora a família também abrigue as únicas três espécies de morcegos hematófagos (Reis *et al.*, 2007), todas de ocorrência na região (*Desmodus rotundus*, *Diaemus youngi* e *Diphylla ecaudata*). Os “morcegos-vampiros” são de interesse epidemiológico por serem vetores do vírus da raiva, principalmente em relação à contaminação de gado, podendo trazer grandes prejuízos à pecuária (Reis *et al.*, 2007). A espécie *D. rotundus* tem ampla distribuição no Brasil, sendo comum ocorrer em áreas de criação de animais. As demais espécies hematófagas, porém, têm distribuição mais restrita e encontram-se em categorias de ameaça de extinção no Paraná (Mikich e Bérnils, 2004). Estão também sob ameaça os filostomídeos *Chrotopterus auritus* e *Mimon bennettii*, na categoria “vulnerável” (Mikich e Bérnils, 2004), ambos ocorrentes na região de estudo.

As espécies da família Vespertilionidae possuem dieta insetívora, sendo considerados importantes controladores de populações de insetos (Bianconi e Pedro, 2007). Segundo Reis *et al.* (2002), em seu estudo na bacia do rio Tibagi, *Myotis nigricans*

foi a espécie de quiróptera insetívora mais comum, sendo usualmente registrada em matas, capoeiras e grutas.

Estima-se a ocorrência na região de apenas duas espécies da família Molossidae, sendo ambas exclusivamente insetívoras. A espécie *Molossus molossus* distribui-se por todo o território nacional, enquanto *Tadarida brasiliensis* ocorre no Sul e Sudeste do país, embora este seja o molossídeo mais comum em toda a bacia do Tibagi (Reis *et al.*, 2002).

Para toda a bacia do rio Tibagi, o número de espécies de morcegos registradas totaliza 39, distribuídas em quatro famílias (as três famílias citadas anteriormente e também Noctilionidae) (Reis *et al.*, 2002). Segundo Bredt *et al.* (1998), além da relação de morcegos com o vírus da raiva, o grupo oferece diversos outros interesses de saúde pública por abrigar variados agentes patogênicos possíveis de transmissão. Suas fezes (guanós) podem agir como substrato para o desenvolvimento de fungos, principalmente *Histoplasma capsulatum*. Também abrigam uma variedade de organismos endo e ectoparasitas. Já ocorreram registros de indivíduos infectados pelos vírus responsáveis pela febre amarela e encefalite venezuelana equina (VEE), além de outras bactérias e protozoários patogênicos associados.

Ocorrem na região duas espécies de Leporidae: *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti) e *Lepus europaeus* (lebre). O tapiti ocorre em quase todo o Brasil, em regiões de mata e campos, mas também pode ocupar edificações humanas. É uma espécie bastante predada por répteis, aves e mamíferos, inclusive o homem (Reis *et al.*, 2006b), sendo considerada ameaçada no Paraná (Mikich e Bérnils, 2004). A lebre é uma espécie exótica introduzida na América pelos europeus, apresentando maior porte que a espécie nativa e grande potencial adaptativo. Ocorre nos estados do Sul e Sudeste do Brasil (Reis *et al.*, 2006b).

Por fim, ocorrem três mustelídeos na região. A *Lontra longicudis* (lontra), carnívoro de hábito semi-aquático (Santos *et al.*, 2009) e ameaçado de extinção no Paraná (Mikich e Bérnils, 2004), além das espécies *Eira barbara* (irara), com ampla distribuição no Brasil e *Galictis cuja* (furão), de ocorrência no Sul e Sudeste do país (Cheida *et al.*, 2006).

O Paraná apresenta 30 espécies de mamíferos terrestres ameaçadas (Reis *et al.*, 2009), das quais 18 ocorrem ou tem potencial ocorrência na área de influência do empreendimento. A destruição e fragmentação de habitat são as principais causas de ameaça, frequentemente resultados do avanço da agropecuária. Sofrem também com a caça e captura ilegal para consumo e domesticação pelo homem, além de serem vítimas de atropelamentos em estradas.

5.2.3. Ecossistemas Aquáticos

Pequenos cursos d'água têm sido objeto de amplos estudos em zonas tropicais, subtropicais e temperadas. Mais suscetíveis a ação antrópica em função de seu volume reduzido e maior interface com o meio terrestre, estes ambientes estão entre os primeiros a sofrerem impacto no processo de colonização de novas áreas (NISHYAMA, 1994).

As comunidades destes pequenos rios e riachos são, em função do regime de chuvas, submetidas a mudanças drásticas nas condições limnológicas, fato que lhes confere complexidade no seu estudo e consequente conservação. Estas comunidades são afetadas de modo marcante por mudanças estacionais decorrentes da expansão e contração do ambiente aquático durante as variações climáticas (LOWE-McCONNELL, 1975), sendo que as espécies que vivem nestes ambientes resistem a grandes mudanças nas condições ecológicas, com o ambiente variando de riachos correntosos, durante a época de chuva, à poças isoladas, nas épocas de baixa pluviosidade (UIEDA, 1983).

Para fauna aquática, este regime estacional reflete-se principalmente em mudanças na alimentação, reprodução e tamanho das populações (LOWE-McCONNELL, 1967). Estas condições levam ao desenvolvimento de uma comunidade peculiar, possivelmente isolada de outros riachos pelas águas mais volumosas dos trechos inferiores de sua bacia, sendo o endemismo uma decorrência provável (NISHIYAMA, 1994).

Os objetivos deste trabalho foram investigar a composição da ictiofauna do rio Iapó na área de influência direta e indireta do empreendimento, levantar dados referentes à riqueza, distribuição e conservação das espécies registradas.

Procedimentos metodológicos

A caracterização da ictiofauna foi desenvolvida utilizando-se de dados primários, obtidos na fase de campo realizada no mês de setembro de 2014 na área de influência indireta do empreendimento, e também dados secundários disponíveis em

bibliografias, entidades ambientais públicas e privadas, nas seguintes bases de dados:

- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFPR.
- Base de dados do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP (www.usp.br/sibi).
- Base de dados do Portal de Serviços e Conteúdo Digital da CRUESP- Unibibliweb - USP, UNESP e UNICAMP (bibliotecas-cruesp.usp.br/unibibliweb/cruesp_ebooks.html).
- Portal da informação – UFSCar (www.ufscar.br).
- Base de dados Scielo – Fapesp (www.scielo.org).
- Sistema de Informação do Programa Biota – Fapesp (www.biota.org.br).
- Sistema de Informação do Projeto Taxonline (www.taxonline.ufpr.br).
- Fishbase (www.fishbase.org).
- Neodat (www.neodat.org).

Além destas informações, coleções científicas de cinco instituições sediadas em quatro estados brasileiros e que apresentam material coligido na região em estudo também foram consultadas:

- Paraná: MHNCI - Museu de História Natural Capão da Imbuia (Prefeitura Municipal de Curitiba) (via on-line Specieslink), NUP - NUPELIA / Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Universidade Estadual de Maringá) (via on-line www.nupelia.uem.br/colecao).
- Rio de Janeiro: MNRJ - Museu Nacional do Rio de Janeiro (Universidade Federal do Rio de Janeiro) (via on-line NEODAT).
- São Paulo: MZUSP - Museu de Zoologia (Universidade de São Paulo) (via on-line NEODAT).
- Rio Grande do Sul: MCP – Museu de Ciências e Tecnologia (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) (via on-line NEODAT).

A nomenclatura científica utilizada segue os catálogos e referências tradicionais dos grupos aquáticos (BUCKUP *et al.*, 2007).

Pontos de Coleta e Métodos

As amostragens foram realizadas na bacia do rio Iapó na área de influência indireta da PCH FORTALEZA. Com o objetivo de capturar o maior número de espécies possível foram amostrados diversos ambientes e foram utilizados variados métodos de coleta ativos e passivos, como redes de espera (malhas de 1½, 2½ e 4cm entre nós consecutivos), tarrafas, peneiras e puçás. As redes de espera foram utilizadas no leito principal do rio Puçás e peneiras foram utilizados principalmente nas margens dos rios e em áreas alagadas, e as redes de arremesso (tarrafas) nas áreas de corredeiras. As coletas foram realizadas em quatro pontos na bacia do rio Iapó - que inclui a do rio Fortaleza - na área de influência direta do empreendimento, para que os resultados aferidos pudessem avaliar a influência do projeto sobre a ictiofauna (Tabela 13).

Tabela 13. Pontos amostrados na área de influência indireta do empreendimento

Ponto	Coordenada geográfica (UTM)
Rio Iapó - Ponto 1	22 J 569640.00 / 7289091
Rio Iapó - Ponto 2	22 J 570257.00 / 7288433
Riacho 1	22 J 569531 / 7289076
Riacho 2	22J 569628 / 7288981

Os pontos selecionados para a amostragem foram dois pontos no leito principal do rio Iapó (Figura 45), dois riachos (Figura 46), e um lago artificial utilizado para des-sedimentação do gado.

Diagnóstico

A região biogeográfica neotropical, que compreende a América do Sul e Central, abriga a ictiofauna de água doce mais diversificada e rica do mundo, contendo aproximadamente 60 famílias, centenas de gêneros e talvez 5.000 espécies de peixes (VARI & WEITZMAN, 1990).

A ictiofauna de drenagens de cabeceiras é formada geralmente por peixes de pequeno porte, cuja diversidade, provavelmente devido a um maior grau de isolamento geográfico, é maior que a apresentada por aqueles de maior porte, que ocorrem nas

calhas dos grandes rios e têm no geral distribuição geográfica mais ampla, exibindo pouca variação de uma localidade para outra (BOHLKE *et al.*, 1978).

Com uma área aproximada de 2.800.000 km², o



Figura 45. Ponto amostral riacho 02 na AID

rio Paraná é a segunda maior bacia de drenagem da América do Sul. Percorre cerca de 3.800 km, de sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba (latitude 20°S), até a sua foz, no estuário da bacia do Prata (latitude 34°S) (STEVAUX *et al.*, 1997). Esta região possui comunidades de peixes com muitas espécies e com interações complexas entre seus membros, como consequência de uma ampla área de drenagem e grande heterogeneidade ambiental (LOWE-McCONNELL, 1987).

A ictiofauna desta bacia hidrográfica é composta por pelo menos 600 espécies de pequeno (<20cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (>40cm) (BONETTO, 1986), entretanto, este número deve ser considerado subestimado, em função do número insuficiente de levantamentos nessa bacia e da falta de conhecimento da composição taxonômica de alguns táxons representados.

A participação das diferentes ordens reflete a situação descrita para os rios neotropicais, sendo que mais de 90% dos peixes pertencem as ordens Characiformes e Siluriformes (AGOSTINHO *et al.*, 1997).

A distribuição longitudinal da ictiofauna ao longo do curso do rio Paraná não é uniforme, sendo que algumas espécies são encontradas apenas em regiões de maior altitude, próximas às cabeceiras desse sistema, enquanto outras são exclusivas das

regiões do curso médio e baixo (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996; AGOSTINHO *et al.*, 1997; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 2000).

O rio Paranapanema possui uma extensão total de cerca de 930 km e um desnível de 570 m, desaguando no rio Paraná na divisa dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Seu percurso pode ser segmentado em três trechos principais: Alto Paranapanema, das nascentes até sua confluência com o rio Apiaí-Guaçu; Médio Paranapanema, do rio Apiaí-Guaçu até Salto Grande; Baixo Paranapanema, de Salto Grande até sua foz no rio Paraná.

A ictiofauna da bacia do rio Paranapanema pertence ao sistema chamado de Alto Paraná (AGOSTINHO & JÚLIO JR, 1999), cuja drenagem abrange aproximadamente 900.000 km² e contém a bacia hidrográfica do rio Paraná acima de Sete Quedas (agora inundada pelo Reservatório de Itaipu). A ictiofauna desta bacia hidrográfica é composta por espécies de pequeno (<20 cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (>40 cm), e a distribuição longitudinal da ictiofauna ao longo do curso do rio provavelmente não é uniforme, sendo que algumas espécies são encontradas apenas em regiões de maior altitude, próximas à cabeceira, enquanto outras são exclusivas das regiões do curso médio e baixo.

Segundo Castro & Menezes (1998), a drenagem desta bacia hidrográfica no estado de São Paulo, que abriga outros grandes tributários do rio Paraná como o rio Grande, Paranaíba e Tietê, e rio das Cinzas e Tibagi, no estado do Paraná, contém pelo menos 22 famílias e aproximadamente 170 espécies de peixes

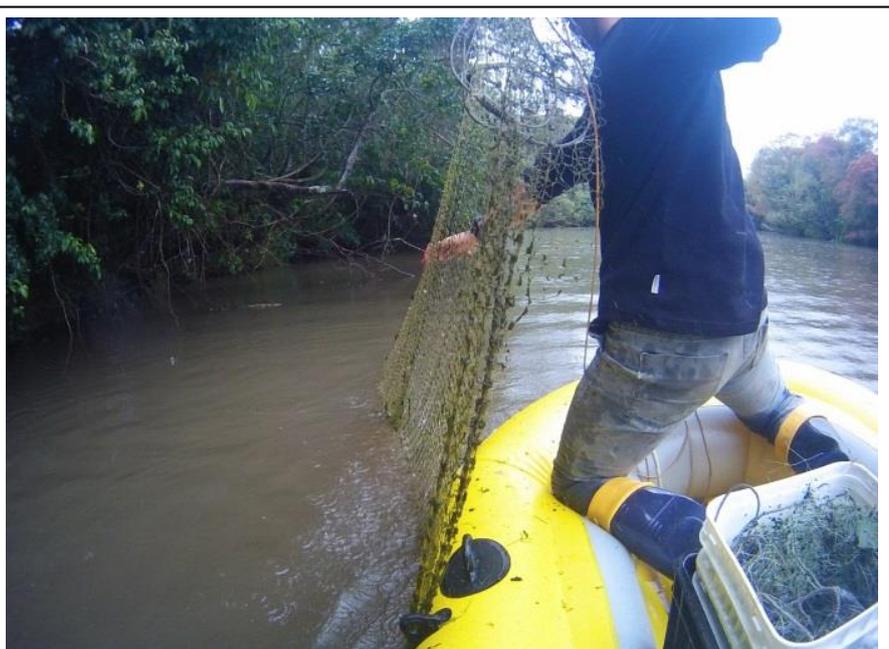


Figura 46. Ponto amostral 02 no Rio Iapó

(CASTRO & MENEZES, 1998), muitas das quais distribuídas apenas em riachos (CASTRO *et al.*, 2003).

No ponto de vista da composição ictiofaunística estas áreas apresentam uma similaridade muito grande, com a bacia do Rio Tibagi e de seu principal afluente o rio Iapó. Pois pertencem a grande bacia do rio Paraná, como foi descrito por Hoffmann *et al* (2005). Entretanto, alguns trabalhos sugerem um isolamento ictiofaunístico provocado pelo rio Iapó incluindo aí o rio Fortaleza (IGPLAN 2010).

A comunidade de peixes desta região pode ser dividida basicamente em formas residentes, que desenvolvem todo o ciclo de vida na área, e migradoras, que utilizam a calha do rio para realizar migrações reprodutivas e a planície de inundação para a reprodução e/ou desenvolvimento inicial (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996).

A ocorrência destes distintos ambientes propicia a manutenção de um considerável número de espécies, as quais apresentam variações na sua abundância e na fase de desenvolvimento de acordo com o ambiente considerado. Segundo AGOSTINHO *et al.* (1997), este fato pode estar relacionado: (i) às maiores faixas de tolerância às condições físicas, químicas e biológicas; (ii) a diferentes exigências e tolerâncias durante o ciclo de vida; e (iii) a um comportamento nômade ou errante da espécie, permanecendo em cada ambiente enquanto as condições limnológicas estão próximas ao seu ótimo ecológico.

A composição da ictiofauna na área de influência do empreendimento apresenta o padrão generalizado da ictiofauna registrada para a bacia em que está inserida, com predominância para espécies de pequeno e médio porte. Com estes componentes e as adaptações às mudanças estacionais, permite a caracterização desses ambientes de forma particular, o qual apresenta uma série de características hidrológicas que influenciam diretamente os ciclos de vida das espécies que aí vivem.

Baseado nestas informações e principalmente nos trabalhos de Hoffmann *et al* (2005), Shibatta *et al* (2007), Medri *et al* 2002, Shibatta & Cheida, 2003. CASTRO & MENEZES, 1998; CASTRO *et al.*, 2003; MEDRI *et al* 2002; LANGEANI *et al.*, 2007, pode-se listar a provável ocorrência de 127 espécies de peixes para a os diferentes ambientes da bacia rio Tibagi e, distribuídas em seis ordens e 24 famílias, sendo

Characidae (29 espécies), Loricariidae (24 espécies), Anostomidae (10 espécies), Pimelodidae (9 espécies) Cichlidae (8) e Heptapteridae (8 espécies) as famílias mais representativas.

A Tabela 14 indica a lista das espécies de provável ocorrência (assinaladas na coluna “dados secundários e com tarja azul) e as capturadas nessas campanhas (tarjas de verde).

Tabela 14. Espécies de peixes de ocorrência provável e encontradas na área de estudo

ORDEM / Família	Espécie	Nome vulgar	Dados secundários
CHARACIFORMES			
Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Bicuda	
Anostomidae	<i>Leporellus vittatus</i>		
	<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	Canivete	
	<i>Leporinus elongatus</i>	Piapara	
	<i>Leporinus friderici</i>	Piau	
	<i>Leporinus obtusidens</i>		
	<i>Leporinus octofasciatus</i>	Ferreirinha	
	<i>Leporinus striatus</i>		
	<i>Leporinus paranensis</i>	Piau	
	<i>Schizodon altoparanae</i>		
	<i>Schizodon intermedius</i>		
	<i>Schizodon nasutus</i>	Campineiro	
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	
Characidae	<i>Aphyocharax anisitsi</i>	Tetra	
	<i>Astyanax altiparanae</i>	Tambiú	
	<i>Astyanax eigenmanniorum</i>		
	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari	
	<i>Astyanax paranae</i>		
	<i>Astyanax scabripinnis</i>	Lambari	
	<i>Astyanax bockmanni</i>	Lambari	
	<i>Brycon nattereri</i>	Pirapitinga	
	<i>Bryconamericus stramineus</i>	Piava	
	<i>Bryconamericus iheringii</i>	Piava	
	<i>Galeocharax knerii</i>		

Characidae	<i>Hemigrammus marginatus</i>		
	<i>Hyphessobrycon eques</i>		
	<i>Metynnis maculatus</i>	Pacu	
	<i>Moenkhausia intermedia</i>		
	<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>		
	<i>Myleus tiete</i>	Pacu pintado	
	<i>Oligosarcus paranensis</i>	Saicanga	
	<i>Oligosarcus pintoii</i>	Saicanga	
	<i>Piabina argentea</i>	Piava	
	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Pacu	
	<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado	
	<i>Salminus hilarii</i>	Tabarana	
	<i>Serrapinnus stenodon</i>		
	<i>Serrasalmus marginatus</i>		
	<i>Serrasalmus maculatus</i>		
	<i>Serrapinnus notomelas</i>	Pequira	
	<i>Serrapinnus sp.</i>		
	<i>Triportheus angulatus</i>	Sardinha	
	Crenuchidae	<i>Characidium gomesi</i>	Canivete
<i>Characidium zebra</i>		Canivete	
Curimatidae	<i>Cyphocharax modestus</i>	Sagüiru	
	<i>Cyphocharax nagelii</i>		
	<i>Steindachnerina insculpta</i>		
Parodontidae	<i>Apareiodon affinis</i>	Canivete	
	<i>Apareiodon ibitiensis</i>	Canivete	
	<i>Apareiodon piracicabae</i>	Perna de moça	
	<i>Parodon tortuosus</i>	Canivete	
Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina australis</i>	Piaba	
Prochilodontidae	<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimatá	
SILURIFORMES			
Cetopsidae	<i>Pseudocetopsis gobioides</i>	Candiru-açú	
Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	Bagrinho	
	<i>Imparfinis mirini</i>	Bagre	
	<i>Imparfinis schubarti</i>	Bagre	
	<i>Pimelodella avanhandavae</i>	Mandizinho	
	<i>Pimelodella sp.</i>	Mandizinho	

Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá	
	<i>Rhamdiopsis sp.</i>	Bagrinho	
	<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>		
Pimelodidae	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi	
	<i>Megalonema platanus</i>		
	<i>Pimelodus heraldoi</i>	Mandi	
	<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi pintado	
	<i>Pimelodus paranensis</i>	Mandi	
	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Barbado	
	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Pintado	
	<i>Steindachneridion scripta</i>	Sorubim	
	<i>Sorubim lima</i>	Sorubim	
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	Jaú-sapo
	<i>Tatia neivai</i>	Bagre sapo	
Trichomycteridae	<i>Ituglanis sp.</i>	Candiru	
	<i>Trichomycterus diabolus</i>	Candiru	
	<i>Trichomycterus sp.</i>	Candiru	
	<i>Trichomycterus sp. II</i>	Candiru	
Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>	Tamboatá	
	<i>Corydoras ehrhardti</i>	Cascudinho	
	<i>Corydoras paleatus</i>	Cascudinho	
	<i>Corydoras aeneus</i>	Cascudinho	
	<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	
Doradidae	<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Armado	
Loricariidae	<i>Ancistrus sp.</i>	Cascudo roseta	
	<i>Neoplecostomus paranensis</i>	Cascudinho	
	<i>Neoplecostomus sp.</i>		
	<i>Hisonotus deprissionotus</i>	Cascudinho	
	<i>Rineloricaria pentamaculata</i>	Cascudinho	
	<i>Hypostomus albopunctatus</i>		
	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Cascudinho	
	<i>Hypostomus hermanni</i>		
	<i>Hypostomus iheringi</i>		
	<i>Hypostomus margaritifer</i>		
	<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	Cascudinho	
	<i>Hypostomus regani</i>	Cascudinho	

Loricariidae	<i>Hypostomus sp. I</i>		
	<i>Hypostomus sp. II</i>		
	<i>Hypostomus sp. IV</i>		
	<i>Hypostomus sp. V</i>		
	<i>Hypostomus sp. VI</i>		
	<i>Hypostomus sp. VII</i>		
	<i>Hypostomus strigaticeps</i>		
	<i>Hypostomus variostictus</i>		
	<i>Loricaria proluxa</i>		
	<i>Loricariichthys platymetopon</i>		
	<i>Rhinelepis aspera</i>	Cascudo-preto	
	<i>Megalancistrus parananus</i>		
	GYMNOTIFORMES		
Apteronotidae	<i>Apteronotus albifrons</i>	Ituí cavalo	
	<i>Porotergus ellisi</i>	Ituí	
Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Ituí	
	<i>Eigenmannia trilineata</i>	Ituí	
	<i>Sternopygus macrurus</i>	Morenita	
Gymnotidae	<i>Gymnotus cf. carapo</i>	Tuvira	
	<i>Gymnotus cf. inaequilabiatus</i>	Tuvira	
	<i>Gymnotus cf. sylvius</i>	Tuvira	
	<i>Gymnotus sp.</i>	Tuvira	
CYPRINODONTIFORMES			
Poeciliidae	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Barrigudinho	
	<i>Cnesterodon hypselurus</i>		
SYNBRANCHIFORMES			
Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Muçum	
PERCIFORMES			
Cichlidae	<i>Cichla monoculus</i>	Tucunará	
	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Acará vovó	
	<i>Crenicichla britskii</i>	Joaninha	
	<i>Crenicichla haroldoi</i>	Joaninha	
	<i>Crenicichla niederleinii</i>		
	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acara	
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia	
	<i>Tilapia rendalli</i>	Tilapia	

Como citado anteriormente, foram consultadas coleções científicas de cinco instituições sediadas em quatro estados brasileiros e que apresentam material coligido na região em estudo (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados museológicos para a área de estudo.

Instituição	Coleção	Número	Nome científico	Data de coleta
MHNCI	MHNCI-PEIXES	10425	<i>Astyanax paranae</i>	
MHNCI	MHNCI-PEIXES	10423	<i>Geophagus brasiliensis</i>	
MHNCI	MHNCI-PEIXES	10424	<i>Salminus hilarii</i>	
MHNCI	MHNCI-PEIXES	8124	<i>Salminus hilarii</i>	
UEL	MZUEL-PEIXES	1595	<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	752	<i>Astyanax altiparanae</i>	1996
UEL	MZUEL-PEIXES	1524	<i>Astyanax fasciatus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	826	<i>Brycon sp</i>	1996
UEL	MZUEL-PEIXES	1751	<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	2000
UEL	MZUEL-PEIXES	1491	<i>Geophagus brasiliensis</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1521	<i>Geophagus brasiliensis</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1590	<i>Geophagus brasiliensis</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1597	<i>Gymnotus carapo</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1588	<i>Hypostomus regani</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1596	<i>Hypostomus sp v</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	2518	<i>Iheringichthys labrosus</i>	2002
UEL	MZUEL-PEIXES	1527	<i>Iheringichthys labrosus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1591	<i>Imparfinis aff. piperatus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1594	<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1586	<i>Leporinus octofasciatus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	827	<i>Leporinus octofasciatus</i>	1996
UEL	MZUEL-PEIXES	1523	<i>Pimelodella cf. gracilis</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1530	<i>Pimelodus absconditus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1526	<i>Pimelodus paranaensis</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1589	<i>Prochilodus lineatus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1587	<i>Rhamdia quelen</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1429	<i>Salminus hilarii</i>	1997
UEL	MZUEL-PEIXES	1519	<i>Schizodon nasutus</i>	1998
UEL	MZUEL-PEIXES	1676	<i>Schizodon nasutus</i>	1998
PUCRS	MCP-PEIXES	23326	<i>Cnesterodon hypselurus</i>	

Os resultados apresentados evidenciam uma ictiofauna dominada principalmente por Characiformes e Siluriformes, com praticamente 90%. A participação das diferentes ordens reflete a situação

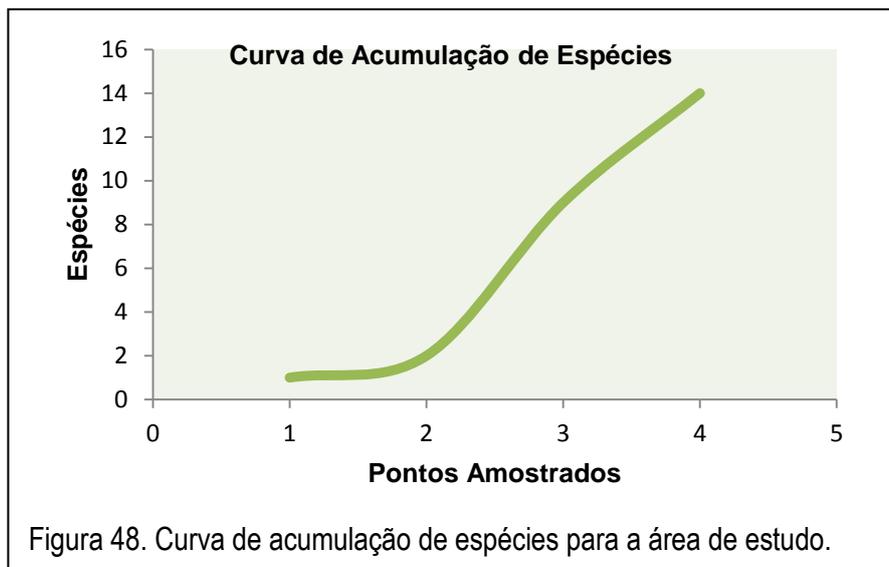


Figura 48. Curva de acumulação de espécies para a área de estudo.

descrita para os rios neotropicais por Lowe-McConnell (1987), sendo que a maioria dos peixes pertence às ordens Characiformes e Siluriformes (Figura 47).

Resultados

O número de espécies registradas na área de estudo durante a fase de campo realizada entre 05 a 08 de setembro de 2014 foi bastante inferior ao esperado para a região e registrado através de dados secundários (75), representando cerca de 18% da ictiofauna esperada para a bacia do rio Iapó. Os impactos causados pela ação antrópica na região, como a poluição da água, o desmatamento das margens e a alteração da dinâmica da água, podem estar levando a uma diminuição drástica no número de espécies regionais. Ou ainda, que as amostragens ainda não representam diversidade regional, devido a não estabilidade da curva de acumulação de espécies, ou curva do coletor para o estudo realizado (Figura 48).

As amostragens de peixes realizadas no trecho estudado do rio Iapó, como se vê na Tabela 16, é constituída por quatro ordens, 7 famílias e 14 espécies, sendo a ordem Siluriformes a que apresentou o maior número de espécies (42%).

Tabela 16. Espécies coletadas na área de estudo

Família	Espécie	Nome vulgar
ANOSTOMIDAE	<i>Leporinus octofasciatus</i>	Ferreirinha

CHARACIDAE	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari
	<i>Astyanax scabripinnis</i>	Lambari
	<i>Oligosarcus paranensis</i>	Saicanga
PARODONTIDAE	<i>Apareiodon affinis</i>	Canivete
HEPTAPITERIDAE	<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá
PIMELODIDAE	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi
	<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi pintado
LORICARIIDAE	<i>Hypostomus albopunctatus</i>	Cascudo
	<i>Hypostomus sp. I</i>	Cascudo
	<i>Hypostomus sp. II</i>	Cascudo
	<i>Hypostomus sp. V</i>	Cascudo
POECILIIDAE	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Barrigudinho
	<i>Cnesterodon hypselurus</i>	Barrigudinho

Entre as espécies capturadas neste trecho do rio Iapó (Fig. 49 e 50), as médias de comprimento e peso foram de $17,7 \pm 7,98$ cm e $80,29 \pm 70,31$ g, sendo que os intervalos de comprimento e peso variaram respectivamente de 2,3 até 30,3 cm e 0,25 até 234,2 g, o que permite caracterizar as populações de peixes desta região como de pequeno e médio porte.

O maior valor de captura por unidade de esforço em número (CPUEind) foi registrado para *Pimelodus*

maculatus (0,83).

Já com relação à captura por unidade de esforço em peso total (CPU-Ep), as espécies que apresentaram maior contribuição nas capturas foram *Rhamdia quelen* (3,903), *Leporinus octofasciatus* (3,110), *Hyposto-*



Figura 49. Biometria de *A. fasciatus*

mus albopunctatus (2,694) (Tabela 17).

Tabela 17. Valores por esforço de captura

N	PONTO	NOME	CT médio	CP médio	Peso médio	CPUE ind	CPUE peso
1	1	<i>Iheringichthys labrosus</i>	26,60	20,90	128,50	0,050	2,142
2	1	<i>Rhandia quelen</i>	23,75	20,25	142,90	0,033	2,382
3	1	<i>Apareiodon affinis</i>	14,00	11,50	36,60	0,017	0,610
4	1	<i>Astyanax scabripinnis</i>	17,10	13,10	59,00	0,033	0,983
5	1	<i>Astyanax fasciatus</i>	15,17	12,57	43,73	0,050	0,729
6	1	<i>Hypostomus albopunctatus</i>	22,25	15,50	92,20	0,033	1,537
7	1	<i>Hypostomus sp1.</i>	24,00	17,70	147,70	0,017	2,462
1	2	<i>Pimelodus maculatus</i>	16,64	12,84	35,94	0,083	0,599
2	2	<i>Leporinus octofasciatus</i>	26,00	21,00	186,60	0,017	3,110
3	2	<i>Rhandia quelen</i>	29,00	24,50	234,20	0,017	3,903
4	2	<i>Astyanax fasciatus</i>	15,60	13,00	71,10	0,017	1,185
5	2	<i>Oligosarcus paranensis</i>	15,73	12,90	46,20	0,050	0,770
6	2	<i>Hypostomus albopunctatus</i>	24,73	19,15	161,63	0,067	2,694
7	2	<i>Hypostomus Sp3.</i>	13,00	9,50	19,90	0,017	0,332
8	2	<i>Hypostomus Sp2.</i>	15,00	11,50	37,70	0,017	0,628
32	cor 1	<i>Cnesterodon hypselurus</i>	3,13	2,62	0,37		
44	cor 2	<i>Phalloceros harpagos</i>	3,74	3,06	0,60		
56	cor 2	<i>Cnesterodon hypselurus</i>	3,60	2,90	0,27		
		média	17,17	13,58	80,29		
		desvio	7,98	6,40	70,31		

Espécies Ameaçadas de Extinção

Dentre as espécies listadas como ocorrentes na área de influência do projeto *Brycon nattereri*, *Salminus brasiliensis*, *Steindachneridion scripta*, *Pseudopimelodus mangu-rus*, *Myleus tiete*, *Salminus hilarii* e *Pseudoplatystoma corruscans* constam o Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná em algum grau de ameaça. Nenhuma, entretanto, foi capturada nesses estudos.

Espécies Migradoras

Dentre as espécies registradas para a bacia do rio Tibagi 9 são reconhecidas como migradoras, segundo GODOY (1962), LIMA (1987) e AGOSTINHO & JÚLIO Jr. (1995), são elas: *Prochilodus lineatus*, *Salminus brasiliensis*, *Pseudoplatystoma cor-*

ruscans, *Steindachneridion scripta*, *Leporinus elongatus*, *Leporinus octofasciatus*, *Leporellus vittatus*, *Schizodon nasutus* e *Pimelodus maculatus*.

Informações biológicas

Informações biológicas sobre os grupos de peixes



Figura 50. Biometria de *L. octofasciatus*

registrados na área, com base nas informações levantadas no EPIA RIMA da PCH Fortaleza e demais trabalhos levantados pelo autor.

Família Acestrorhinchinae: Peixes das águas doces da América do Sul. Caracterizados por apresentarem dentes cônicos ou caninos nunca tricuspídeos. Dentes palatais sempre presentes. Distribuem-se em todos os rios do Brasil (BRISTKI, 1970) e seus hábitos são pouco conhecidos (CORRÊA *et al.*, 1995).

As espécies desta família quase sempre vivem em ambientes de pouca energia (remansos) associadas a outros Characiformes, dos quais se alimentam. Carnívoros e predadores, os saicangas possuem dentes cônicos e corpo alongado e comprimido, favorecendo hábitos de caça e perseguição de presas como os lambaris e invertebrados aquáticos. Algumas espécies como *Acestr orhynchus lacustris* (peixe-cachorro) especializam-se na captura de outros peixes. Muitas espécies da família têm importância na pesca esportiva sendo utilizados na alimentação humana.

Família Anostomidae: Peixes de hábitos herbívoro de grandes rios. Possuem dentes incisivos, em número de oito ou menos em cada maxila (BRITSKI *et al.*, 1984). O gênero *Schizodon*, apesar do número relativamente baixo de espécies descritas, apresenta ampla distribuição pelas bacias hidrográficas maiores da América do Sul.

Estão ausentes dos demais rios da costa leste da América do Sul, bem como na região a oeste da Cordilheira dos Andes. Este gênero, bem como a maioria dos gêneros da família Anostomidae, possui espécies com padrões de colorido exclusivos, formado basicamente por quatro arranjos: (1) barras negras ou castanho-escuro transversais conspícuas; (2) listras longitudinais finas inconspícuas combinadas com uma mácula caudal negra conspícua; (3) barras transversais negras ou castanho-escuro, combinadas com uma listra longitudinal castanho-escuro ao longo da linha lateral e (4) apenas uma mácula negra conspícua no pedúnculo caudal sobre cor de fundo castanho claro uniforme (GARAVELLO, 1994)

As espécies são basicamente herbívoras e de médio porte. Muitas frequentam ambientes de corredeira e trechos adjacentes. A maioria das formas são utilizadas na pesca esportiva e apreciadas como alimento. O caráter migratório de algumas espécies como *Leporinus elongatus* (piapara) é bem conhecido para outros rios da bacia do Paraná

Família Erythrinidae: As traíras e jejus são peixes carnívoros, predadores, que apresentam ampla distribuição pela América do Sul. Habitam preferencialmente ambientes lênticos (BRITSKI, 1970). Possuem dentes cônicos e caninos nas maxilas e mandíbulas (BRITSKI *et al.*, 1984). *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (traíra) é uma espécie adaptada a ambientes lênticos, embora possa ser encontrada em rios de pequeno e grande porte. Na fase larval é planctófaga (PAIVA, 1974), sendo que indivíduos jovens são predominantemente insetívoros enquanto que os adultos são ictiófagos (MORAES & BARBOLA, 1995). Apresentam grande resistência a períodos de jejum (PAIVA, 1974). Pode sobreviver em ambientes poucos oxigenados. Durante a reprodução a atividade alimentar não é interrompida (BARBIERI *et al.*, 1982).

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.

A família inclui uma grande variedade de formas representantes de várias subfamílias cujos adultos podem ter menos de 10 centímetros como as do gênero *Bryconamericus* até quase 1 metro, caso de *Salminus brasiliensis* (dourado). As espécies

da família apresentam dentes multicuspidados ou cônicos e ocupam a região intermediária da coluna d'água.

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 Curimatidae: Espécies de peixes caracterizados por corpo com escamas grandes e brilhantes, sem dentes nas maxilas e mandíbulas. Vivem junto ao fundo de rios ou ambientes de águas paradas, alimentando-se de detritos (BRITSKI *et al.*, 1984). As espécies desta família, do Tibagi são de pequeno porte com pouco interesse na pesca.

Família Parodontidae: São peixes que vivem geralmente em rios de águas correntosas e de fundo rochoso, especialmente corredeiras e cachoeiras. Permanecem sobre o substrato raspando e ingerindo os organismos que ai crescem. Possuem boca inferior e dentes espatulados (BRITSKI *et al.*, 1984). Conhecidos popularmente como canivetes, não ultrapassam 20 cm de comprimento (BRITSKI, 1970).

Família Prochilodontidae: Composta por exemplares de porte médio (entre 20 cm e 40 cm) a grande (> 40 cm), os exemplares desta família estão entre as mais importantes na pesca comercial e de subsistência, em todos os países da América do Sul com exceção do Chile (CASTRO, 1991; MOURA *et al.*, 1997). As espécies do gênero *Prochilodus* estão distribuídas por várias bacias hidrográficas brasileiras, sendo que *Prochilodus lineatus* mais comum na região sudeste (TALMELLI *et al.*, 1994). O curimatá, *Prochilodus lineatus* é uma das espécies mais apreciadas na bacia do rio Tibagi. Os grandes cardumes formados durante a migração reprodutiva com espécimes que atingem mais de 40 centímetros representam importante recurso alimentar para moradores ribeirinhos. É também uma espécie iliófaga apresentando grande poder de natação e transposição de obstáculos naturais.

Ordem Siluriformes

Família Cetopsidae: Família monoespecífica na bacia do Tibagi. A literatura descreve hábitos necrófagos para a espécie cujos indivíduos atacam em cardume as car-

caças de peixes mortos. Pequeno porte com tamanho adulto inferior a 10 centímetros.

Família Heptapteridae: Inclui um conjunto muito grande de bagres de importância comercial. Compreende formas muito diversificadas, sendo que o tamanho máximo varia entre 40 e 120cm. Os adultos vivem normalmente em poços profundos de rios. Desovam normalmente em regiões rasas, com pouca ou nenhuma correnteza. Bagres de pequeno e médio porte, muitas vezes restritos a coleções d'água menores ou, no caso dos gêneros *Rhamdia* e *Pimelodella*, largamente distribuídas e resistentes a alterações. As espécies maiores alimentam-se de um grande espectro de itens, enquanto outras de rios menores são seletivas e dependentes de insetos e outros itens de origem alóctone.

Família Pimelodidae: Trata-se da maior família de bagres que inclui os maiores peixes da bacia do Tibagi, entre elas o barbado *Pinirampus pirinampu*, pintado *Pseudoplatystoma corruscans* e surubim *Steindachneridion scripta*, as três últimas incluídas na lista de espécies ameaçadas de extinção no Paraná. Tais espécies são bastante exigentes quanto a conservação dos ambientes, desaparecendo em locais onde a dinâmica fluvial foi alterada. Outras, a exemplo de *Pimelodus maculatus* são extremamente adaptáveis, sendo abundantes em várias condições ambientais, são onívoros, de dieta variada e de frequência alimentar constante (BASILE-MARTINS, 1986). Apresenta tendências a piscivoria (LOLIS & ANDRIAN, 1996). Exemplares jovens deslocam-se rio acima a medida em que se desenvolvem (BENNEMANN, 1996). Apresenta dois períodos de reprodução, um no inverno, menos intenso, e outro no verão (GRANDO et al., 1997).

Família Pseudopimelodidae: O jaú-sapo, com colorido rajado característico, é o único representante da família conhecido para a área de influência, sendo incluído entre as espécies ameaçadas da lista vermelha do Paraná. Sua raridade e presença em poucos afluentes como o Iapó restringe os conhecimentos sobre as necessidades ecológicas da espécie, que vive principalmente em ambientes rochosos e em meio a restos vegetais.

Família Trichomycteridae: Os candirús são pequenos bagres noturnos, geralmente restritos a pequenos tributários da parte alta das bacias hidrográficas. Pouco se conhece acerca da biologia alimentar e reprodutiva da espécie do Tibagi.

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; BRISTKI, 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). Os cascudos são talvez os peixes mais estritamente ligados aos ambientes lóticos e bem oxigenados. A maioria das espécies utiliza a boca inferior para raspar as pedras e leitos rochosos de onde extraem algas e pequenos organismos incrustrantes. Apesar disso algumas espécies podem apresentar hábito alimentar seletivo como o cascudo-preto *Rinelepis aspera* que se ingere predominantemente de esponjas de água doce.

Ordem Gymnotiformes

Família Gymnotidae: Peixes de hábitos noturnos que usam órgãos elétricos para sua orientação. Não possuem nadadeira caudal é o corpo é escuro, com faixas oblíquas claras. O pedúnculo caudal termina em ponta. Vivem preferencialmente em ambientes lênticos (BRITSKI, 1970). A tuvira *Gymnotus carapo* é muito utilizada como isca para a pesca de espécies de grande porte.

Família Sternopygidae: Peixes de hábitos noturnos que usam órgãos elétricos para sua orientação. Não possuem nadadeira caudal. O pedúnculo caudal termina em ponta. Vivem preferencialmente em ambientes lênticos (BRITSKI, 1970). São reco-

nhecidos pela exigência com relação às condições ambientais e susceptibilidade a alterações dos ambientes aquáticos.

Ordem Perciformes

Família Cichlidae: Esta família inclui dois grupos com características morfológicas e hábitos alimentares marcadamente distintos. O gênero *Crenicichla* (joanas) ocorre em saídas de corredeiras, tendo corpo longilíneo adaptado a captura de outros peixes dos quais se alimenta. Os carás *Geophagus* e *Cichlasoma* são peixes de corpo mais alto e frequentam águas refugiadas onde selecionam o alimento a partir da ingestão do sedimento de fundo. A proteção do ninho e da prole são características reprodutivas do grupo.

Ordem Cyprinodontiformes

Família Poeciliidae: Algumas espécies desta ordem 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). A nadadeira anal dos machos é modificada em um órgão copulador, com os raios unidos e/ou prolongados formando um gonopódio. Peixes muito peculiares. De porte minúsculo, pardos ou amarelados, vivíparos, com sexos separados e marcado dimorfismo sexual. Os machos apresentam órgão copulador alongado. Boca prognata adaptada a alimentação com base em larvas e pequenos invertebrados aquáticos. Podem ser encontrados em lagoas isoladas ou remansos em rios maiores.

Ordem Symbranchiformes

Família Symbranchidae: A família é representada por uma única espécie de ampla distribuição nos rios sulamericanos. O mussum *Symbranchus marmoratus* é uma espécie com forma de serpente e nadadeiras vestigiais. Apresenta hábitos piscívoros noturnos, refugiando-se durante o dia sob pedras e em tocas nas margens argilosas.

Finalmente:

Para o manejo das comunidades ictiofaunísticas de água doce é necessário o domínio da identificação dos exemplares obtidos, bem como do conhecimento possível sobre sua ecologia, bionomia, estrutura populacional e até sua história natural. Obviamente, em se tratando do Brasil, um dos países que possui o maior número de bacias hidrográficas e de espécies de peixes de água doce do planeta, este estado do conhecimento dificilmente será alcançado, esperando-se que sempre haverá novidades e novos fatores a serem estudados e conhecidos (BÖHLKE *et al.*, 1978).

Segundo LOWE-McCONNEL (1975), as espécies de peixes submetidas a modificações para o aproveitamento hídrico de um rio, dividem-se em dois grupos: o primeiro de espécies reofílicas, gostam de águas correntes, que aparentemente apresentam menores condições para permanecer em uma área represada. São espécies de hábitos migratórios relacionados a atividades reprodutivas (AGOSTINHO *et al.*, 1992). Incluem-se neste grupo as espécies migradoras de grande porte como o pintado, dourado, jaú-sapo, pirapitinga e piapara, e até mesmo alguns cascudos. Estes sofrerão reduções populacionais, podem chegar a níveis críticos ou desaparecerem daquele corpo d'água.

O segundo grupo é composto de espécies de ambientes lênticos, áreas profundas, remansos e regiões alagadas. Essas espécies se adaptariam melhor a reservatórios artificiais por apresentarem amplo espectro alimentar e características reprodutivas adaptadas a ambientes de águas calmas (LOWE-McCONNEL, 1975).

As espécies registradas no rio Iapó apresentaram características que podem ser enquadradas nestas duas categorias. As espécies do gênero *Astyanax* (lambaris), foram capturadas em águas rasas próximas a vegetação marginal, e indivíduos maiores foram coletados na calha do rio ou zonas profundas. Esses peixes apresentaram tamanho médio inferior a 10cm, portanto caracterizados como de pequeno porte. Espécies de pequeno porte, sedentárias, com alto potencial reprodutivo, baixa longevidade e ampla tolerância ambiental caracterizam-se normalmente com oportunistas, e tem maior facilidade na ocupação de novos ambientes (AGOSTINHO & GOMES, 1997). Essas características existem na maioria das espécies registradas na área de estudo.

De qualquer forma, a base de quaisquer tipos de estudos com comunidades de água doce, é a bacia hidrográfica, ou seja, o conjunto dos corpos de água que drenam juntos, constituindo, pois, uma unidade. A bacia do rio Iapó é um exemplo disso. O conhecimento da ictiofauna dulcícola deve ser realizado de maneira contextualizada a partir da análise de sua bacia. Assim as identificações sistemáticas, bem como as conseqüentes chaves, são sempre desenvolvidas para bacias, não se devendo (embora muitas vezes seja o único caminho possível) utilizar chaves sistemáticas construídas de outras bacias.

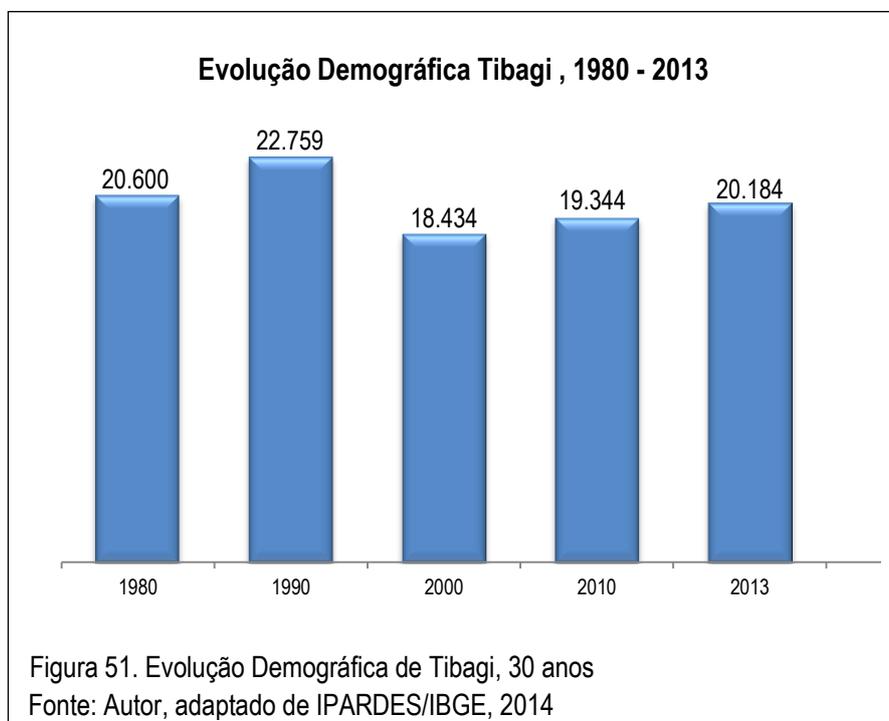
Certamente estudos de monitoramento que se seguirão nas fases da Licença Prévia e de Instalação obterão resultados adicionais aos apresentados, com o que se completará os objetivos desses estudos bióticos, possibilitado um retrato da situação atual desse ambiente.

5.3. Diagnóstico do Meio Socioeconômico

Com 117 anos, Tibagi desmembrado de Castro em 1897¹, localiza-se na região dos Campos Gerais, a 748m acima do mar. Possui área de 2.950,271 km² e representa 1,5597% do Estado, sendo o município de maior área do Estado do Paraná, constituído por três distritos: Tibagi, Alto Amparo e Caetano Mendes. Faz divisa com dez municípios, dentre eles Telêmaco Borba ao norte, Reserva a oeste, Ponta Grossa ao sul e Castro a leste, distanciando-se da capital do estado em 216,53km.

Segundo dados fornecidos pelo IBGE, através do CENSO 2000, Tibagi possuía um contingente popula-

cional de 18.434 habitantes, já no ano de 2010 a população aumentou para 19.344 (IBGE, 2010) e em 2013 a estimativa era de 20.184 tibagienses. Da população censitária de 2010, tem-se que 60% residem na área urbana e 40% residem na



área rural. Da população total, aproximadamente 49,3% são mulheres e 50,7% são homens.

O município possui uma miscigenação de culturas e etnias, sendo sua diversidade composta por antepassados indígenas, bandeirantes, garimpeiros (à procura de diamante no Rio Tibagi), tropeiros, descendentes de escravos e imigrantes europeus (em especial, imigrantes poloneses, contribuindo para a agricultura mecanizada e cooperativas na região, como por exemplo, a Cooperativa Batavo, (Rota dos Tropei-

¹ Lei Estadual nº 259, de 27.12.1897, que elevou o distrito de Tibagi à categoria de Município, desmembrando-se de Castro. Fonte: Histórico do município de Tibagi – IBGE Cidades

ros – Tibagi, 2014). Do total da população em 2010, 65,5% se declararam brancas, 30,3% se consideravam pardas, 3,6% negras, 78 pessoas se declararam amarelas (0,40%) e 29 pessoas (0,15%) se declararam indígenas.

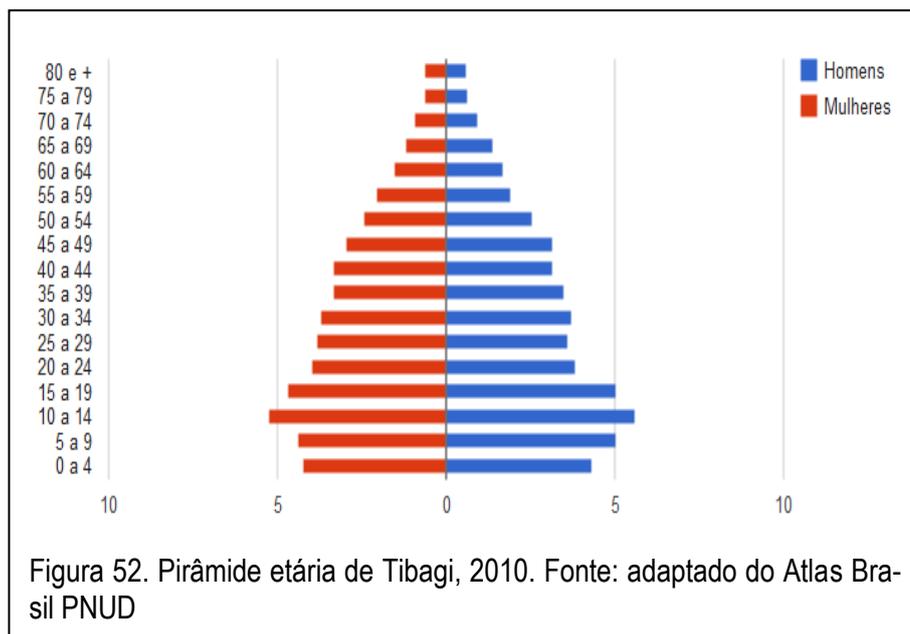
Essa população é distribuída pelos seus 2.950,271 km² de área, possuindo uma relação entre seus 20.184 habitantes (estimativa para 2013) e sua área territorial citada acima de 6,84 habitantes/km² (densidade demográfica) e um grau de urbanização 60,32, contemplando 7.120 domicílios, em sua maioria domicílio urbano, com 56% do total e 44% domicílio rural.

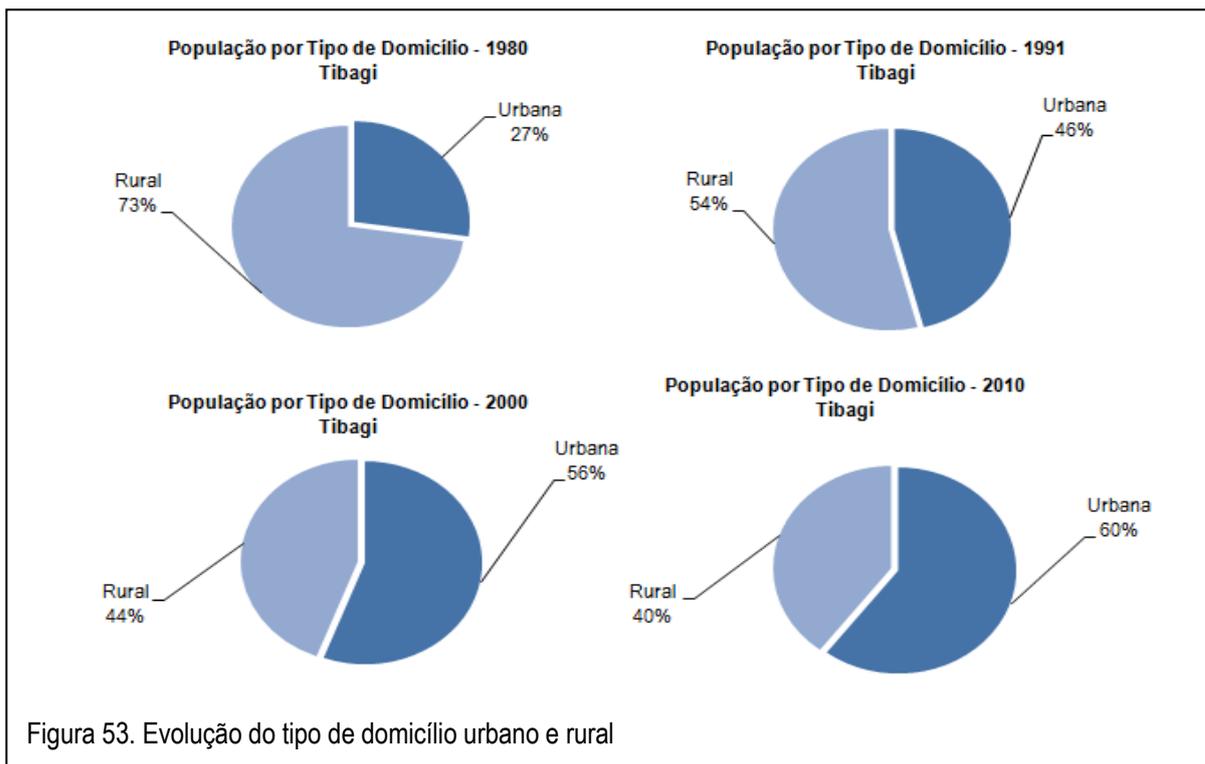
No ranking estadual, o município ocupava, em 2010, a posição 91^o a nível populacional e a posição 338^o a nível de IDHM, dentre os 399 municípios paranaenses, com um IDHM de 0,664 caracteri-

zada uma faixa “médio” do indicador, a primeira posição do estado é ocupada por Curitiba, com 0,823, caracterizando uma faixa de “muito alto”, segundo o ranking do Atlas do Desenvolvimento Humano o Brasil (PNUD, 2013).

Dinâmica Populacional

A evolução demográfica do município de Tibagi é marcada pelo aumento populacional registrado a partir do censo da década de 80, posteriormente houve decréscimo da população (a partir de 1990) e o aumento gradativo do número de habitantes nos últimos anos. O estudo da evolução demográfica indica, a partir do censo demográfico do ano de 1980 até a estimativa populacional em 2013 (totalizando 33 anos), um crescimento descontínuo, onde ao subtrair a estimativa populacional de 2013 do total de 1980, tem se o aumento de 416 habitantes. Ao observar o gráfico da Figura





51, percebe-se que anteriormente à década de 1990 a concentração de habitantes era maior se comparada após esse período, atingindo o ápice positivo de população em 1990, com 22.759 tibagienses.

As faixas etárias com maior predominância populacional são de 10 a 14 anos e 15 a 19 anos, tanto a população masculina quanto a feminina, como observado no desenho da Pirâmide Etária de Tibagi (2010), explanado na Figura 52. Essas duas faixas etárias unidas representavam 20,6% da população do município, estão próximas à base da pirâmide, caracterizando uma população jovem em crescimento. Tibagi possui, desde o aferimento de sua população na década de 80, uma diferença de gênero maior nas décadas precedentes e menos discrepante nas décadas atuais. Em 1980 a porcentagem da população masculina era de 52,15% e de mulheres 47,84% com Razão de Sexo² de 109,01, já nos últimos anos essa diferença foi diminuída, em 2010 os homens correspondiam a 50,7% e as mulheres 49,3, com Razão de Sexo de 102,77. A proporção entre homens e mulheres a partir de 1980 tem se

² É a relação entre a população masculina e a feminina expressa em percentual e representa o número de homens para cada 100 mulheres.

aproximado, e seguindo a linha de tendência do Estado do Paraná³, é possível haver um equilíbrio na população de gênero, atingindo uma maior proximidade a partir de 2010 e possivelmente uma inversão de predominância de gênero.

Em 30 anos Tibagi enfrentou mudanças gradativas em seu ambiente urbano e rural. O município, em seus primórdios, tinha como base a exploração de diamantes no leito do rio Tibagi, passando para exploração madeireira (exemplos, imbuia e pinheiro), posteriormente investimentos na agricultura mecanizada e pecuária, êxodo rural, atividades em cooperativas (exemplo, Batavo) e setor de serviços. Atualmente baseia-se no cultivo de grãos (um dos maiores produtores de grãos, em especial trigo), no setor de serviços e no turismo. Sendo assim, tem-se que o município era predominantemente rural até a década de 90, com 54% da população vivendo no meio rural e 46% no meio urbano. Atualmente, com base no ano de 2010, 60% residiam no meio urbano e apenas 40% no meio rural, como visualizado nos gráficos de percentuais na Figura 53. Em 30 anos a diferença entre o tipo de domicílio (queda de população no meio rural e aumento de urbano) deu-se em 33%. A tendência é que continue a aumentar no meio urbano e diminuir no oposto (Tabela 17), pois as taxas de crescimento geométrico rural (crescimento da população nesse tipo de domicílio) das últimas décadas demonstram uma linha de tendência negativa: em 1980 a taxa de crescimento geométrico rural era de -1,24, em 2000 de -1,56 e em 2010 a taxa foi de -0,60.

Tabela 17. Dinâmica Populacional de Tibagi, 1980 a 2013

TIBAGI					
	1980	1991	2000	2010	2013
TOTAL	20.600	22.759	18.434	19.344	20.184
Por tipo de Domicílio					
Urbana	5.627	10.466	10.279	11.668	-
Rural	14.973	12.293	8.155	7.676	-
Por Gênero					
Masculino	10.744	11.820	9.518	9.804	-
Feminino	9.856	10.939	8.916	9.540	-

³Estado do Paraná, em que a predominância masculina iniciou seu processo de alteração a partir de 1991 com a relação entre população masculina e feminina de 0,992 e ao decorrer dos anos a relação tomou proporções mais expansivas, chegando a 2010 com 0,965.

Fonte: Adaptado de Iparde/IBGE, 2014

A estimativa populacional em 2012 e 2013 atendeu somente à população total, não abrangendo detalhamento de gênero ou tipo de domicílio (Tabela 17).

5.3.1. Infraestrutura, Equipamentos Urbanos e Serviços Públicos

5.3.1.1. Sistema Viário e Comunicações

O município de Tibagi possui rodovias federais e estaduais (Fig. 54), sendo que duas delas (BR-376 e PR-340) cruzam o Rio Tibagi. A PR-340 possui acesso próximo ao local de implantação da PCH, esta rodovia (Rodovia Francisco Sady de Brito) liga o litoral à região noroeste do estado, nas proximidades de Paranaíba, dando continuidade à rodovia SP-613 na divisa do Paraná com o estado de São Paulo e passa pelos municípios de Castro, Tibagi e Ortigueira. Para chegar ao município partindo da capital Curitiba à sudeste de Tibagi, segue-se pela BR-277 e BR-376 sentido Ponta Grossa; de Ponta Grossa segue-se por mais aproximadamente 45 km ao entroncamento com a BR 153 (Transbrasiliana) em continuidade até Tibagi. Ou ainda pela BR-376, posteriormente à Ponta Grossa, segue-se à Castro pela PR-151, e PR-340 à Tibagi, a 62 km do trevo.

A BR-376 interliga os estados do Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, atravessando o estado do

Paraná. Nos limites do Paraná a rodovia, denominada Rodovia do Café, liga Nova Londrina à Curitiba/São José dos Pinhais passando a oeste do município de Tibagi, denominando-se

Contorno Sul em

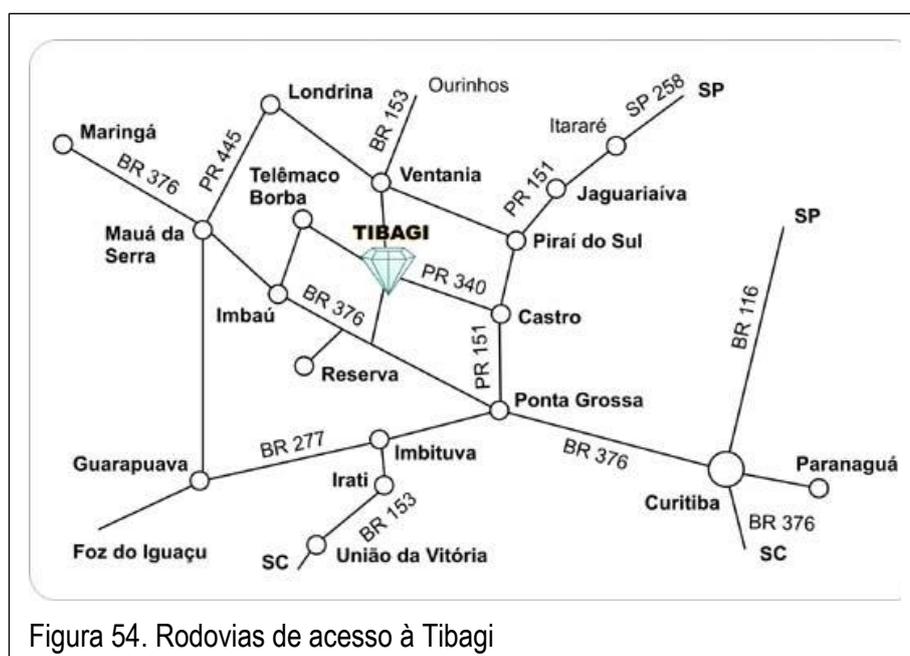


Figura 54. Rodovias de acesso à Tibagi

Curitiba. Em contrapartida, a outra rodovia, BR 153/PR 153 (Rodovia Transbrasiliana) no estado interliga o Centro-sul do estado ao norte pioneiro, de Imbituva à Jacarezinho, passando ao norte em Tibagi.

Para chegar à Tibagi ao noroeste do estado, parte-se de Londrina pela PR-445 até a BR-376 (Rodovia do Café) na cidade de Mauá da Serra, até o município de Imbaú, seguindo pela Rodovia do Papel até a PR-340 que liga Telêmaco Borba a Tibagi. A frota de veículos do município, em sua maioria, é de automóveis, representando aproximadamente 60% dos 5.589 veículos totais em 2012 (posição em dezembro de 2012, pelo Detran). Em seguida motocicletas, 16% da frota, caminhonetes com 10%, caminhões responsáveis por 5%, dentre outros veículos de menor expressão.

Sistema de Comunicação

Em sua rede de comunicações, Tibagi possui duas emissoras de rádio locais, a FM 87,9 MHz Rádio Comunitária Cidades das Águas, e a AM 1550 kHz Rádio Itay, dentre outras emissoras localizadas nos municípios da região. Os aparelhos televisores recebem o sinal aberto disponibilizado gratuitamente por transmissão em UHF (do canal 14 ao 69) e VHF (do canal 2 ao 13), de acordo com dados da Prefeitura Municipal. E de acordo com o Censo 2010 (IBGE) 5.165 domicílios da cidade contam com pelo menos um aparelho televisor. Tibagi possuía, também, uma emissora de televisão digital, do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) em 2013.

A cidade possui um jornal de circulação local, a Folha da Cidade (edição Tibagi) e vários de circulação regional, vindos de Castro, Telêmaco Borba, Ponta Grossa, Curitiba (Gazeta do Povo), Londrina (Folha de Londrina). A cidade conta com três sites eletrônicos: Portal da Prefeitura de Tibagi (www.tibagi.pr.gov.br), Tibagi Online (www.tibagionline.com.br), e o Tibagi Digit@l, o portal virtual de serviços da Prefeitura (www.tibagi.pr.gov.br/tbgdigital/portal.htm). Em 2012 possuía três agências de Correios (duas comunitárias) e quatro agências bancárias (Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, dentre outras), segundo dados do Ipardes e Bacen (Banco Central do Brasil).

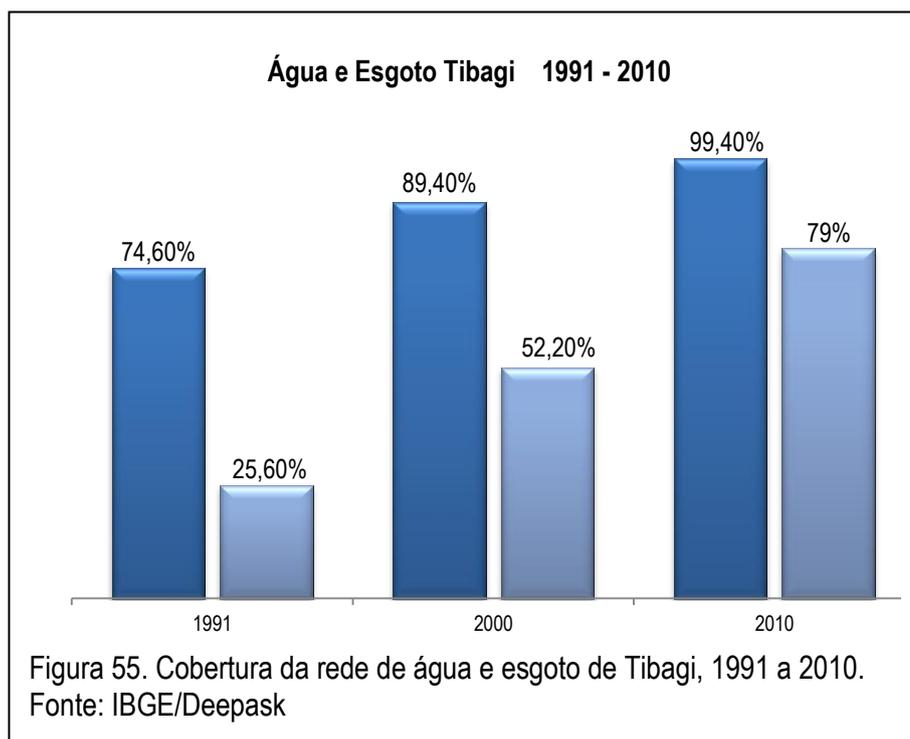
5.3.1.2. Saneamento Básico, Rede Distribuição Elétrica e Segurança Pública

Rede de distribuição de Água e coleta de Esgoto

O sistema de saneamento (água e esgoto) de Tibagi é gerido pela Companhia de Saneamento do Paraná- SANEPAR. O sistema de atendimento de água, em 2012, possuía abrangência de 99% do município, enquanto que no estado do Paraná a abrangência desse serviço não ultrapassou a casa dos 83%. Quanto à cobertura da rede de esgoto de Tibagi, esse valor chegou a 79% de cobertura de esgoto no município, em contrapartida, o Estado do Paraná atendeu somente a de 57% de cobertura do serviço de esgoto, para o mesmo ano. A Figura 55 ilustra um gráfico da dinâmica de cobertura de água e esgoto da cidade nos anos 1991, 2000 e 2010, onde houve um acréscimo na cobertura de ambos serviços (no gráfico o tom de azul mais forte representa a cobertura de água e o tom mais claro de azul a cobertura de esgoto, em porcentagem) e na Tabela 18 estão descritos os serviços de saneamento do município.

Segundo os dados disponibilizados pelo IPARDES e SANEPAR, em 2012, existiam 4.512 unidades atendidas de abastecimento de água, no entanto possuíam apenas 4.318 ligações,

abaixo do número total de atendimento. Seguindo a mesma linha, a cobertura de esgoto (ligações) é menor que a rede de unidades atendidas de água, pois são abastecidas 4.512 unidades com água tratada pela Sanepar, no



entanto, possuem apenas 2.891 ligações de esgoto.

Tabela 18. Atendimento de Água e Esgoto de Tibagi, 2012

ÁGUA	Unidades Atendidas	ESGOTO	Unidades Atendidas
Total	4.512	Total	3.028
Residenciais	4.131	Residenciais	2.769
Comerciais	236	Comerciais	174
Industriais	11	Industriais	3
Utilidade Pública	46	Utilidade Pública	29
Poder Público	88	Poder Público	53
ÁGUA	Ligações	ESGOTO	Ligações
Total	4.318	Total	2.891
Residenciais	3.961	Residenciais	2.655
Comerciais	212	Comerciais	151
Industriais	11	Industriais	3
Utilidade Pública	46	Utilidade Pública	29
Poder Público	88	Poder Público	53

Fonte: adaptado de IPARDES/SANEPAR, 2014

No quesito geração de efluentes sanitários, em 2000, somente 20% era destinado à coleta da rede pública de esgoto, a principal destinação eram as fossas, com 66%. Em 13 anos a porcentagem na coleta de esgoto subiu 20%, totalizando 41% destinado à rede, 55% à fossas/sumidouros e 3,62% com destino a céu aberto (em 2000 era de 13%), no ano de 2013, dados do Datasus, por meio do Deepask.

Coleta de Lixo

Segundo dados disponíveis no site da Prefeitura (não datados) a cidade produz cerca de oito toneladas de lixo por dia. Destes, 56% são transformados em composto orgânico, 28% são materiais recicláveis e apenas 16% constituem-se em rejeito e são destinados ao aterro da cidade. Devem-se estas destinações pelo fato de Tibagi possuir um sistema de coleta referencial no estado, o Programa da Prefeitura “Recicla Tibagi”, desde 2007. Além da coleta e destinação dos resíduos, o programa realiza campanhas de conscientização da população e valorização do trabalho dos agentes ambientais (catadores de materiais recicláveis). O referido Programa rece-

beu, em 2009, o selo de EhcoCidadeLimpa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná.

Rede de Distribuição Elétrica

O sistema de distribuição de energia elétrica de Tibagi é gerido pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL, com 89% de atendimento à população (4.379 famílias) em 2013. De acordo com IPARDES/COPEL, em 2012, o consumo total de energia elétrica em Tibagi foi de 23.075 MWh, totalizando 6.412 consumidores. O setor rural obteve a maior demanda de consumo, com 31,4% seguido do setor residencial com 27,4% do total de consumo para aquele ano. Em contrapartida, os papéis se invertem quanto ao número de consumidores, o setor com maior número de consumidores é o residencial responsável por cerca de 66%, seguido do rural, com 24,5% do total de consumidores em Tibagi.

A linha de tendência de consumo de energia elétrica do município a partir de 1980, indica um crescimento acelerado do consumo de energia elétrica no setor rural a partir de 1990, com uma expansão do setor onde em 1980 havia 46 consumidores rurais com um consumo de 455 MWh, em 1990 saltou para 999 consumidores e 3.260 MWh, atingindo, em 2013, 1.682 consumidores e 8.142 MWh de consumo, representando 32% do total, aumentando em quase 8 mil MWh entre 1980 e 2013, liderando o mercado de consumo de energia em Tibagi. Deve-se esse fato ao município possuir uma participação significativa na economia municipal no setor agropecuário.

Segurança Pública

Tibagi um Conselho de Segurança Pública, pertencente ao Conselho Regional de Entidades Não Governamentais (CENG), junto ao Departamento de Defesa Civil da cidade. O Departamento possui, também, o Conselho Municipal de Defesa Civil, o Comdec, o município dispõe, também, de um Plano de Contingência.

O município iniciou em 2013 a Patrulha Rural, em que consiste na visita (ronda) da Polícia Militar na área rural, abrangendo os latifundiários e pequenos agricultores da

região e as comunidades rurais. Tem-se como objetivo desse Programa inibir os índices de criminalidade nessa região, com isso levando tranquilidade aos moradores.

Segundo o Mapa da Violência de 2014, Tibagi encontrava-se na posição 1555º a nível nacional de índices de homicídio, com um índice de 14,4 homicídios a cada 100 mil habitantes (versão do Mapa da Violência 2014, entretanto os cálculos dos índices utilizam os dados de 2008 a 2012). A capital do estado, Curitiba, encontra-se na 417º posição no ranking, com um índice 41,8 homicídios a cada 100 mil habitantes. Para se ter uma base, a primeira colocação pertence ao município de Caracaraí, no estado de Roraima, região Norte do país, possuindo um índice de 201,3 homicídios por 100 mil habitantes.

5.3.1.3. Educação

O município de Tibagi, em 2012, possuía um contingente de matrículas na casa dos 5.147 alunos e 205 docentes. Para tal demanda, o município contava com 16 estabelecimentos de ensino distribuídos no município (15 escolas urbanas e uma escola rural). Destas 16, 2 instituições eram particulares e 14 públicas (8 estaduais e 9 municipais), segundo dados do caderno estatístico municipal de Tibagi (Ipardes). Assim como a faixa etária predominante no município pertence parte à faixa dos 10 a 14 anos, o ensino fundamental é o que possui maior número de matrículas efetuadas (Figura 56), contemplando essa faixa etária e possuindo uma média de 26 alunos por professor no Ensino Fundamental. Seguindo a relação, são aproximadamente 16 alunos por professor no período escolar entre creche e pré-escola, e cerca de 14 alunos para cada professor no Ensino Médio. Essa relação no Estado do Paraná é de aproximadamente 18 alunos por docente no Fundamental e de 12 professores por aluno no Médio.

Em números de matrículas e docentes a Tabela 19 apresenta de acordo com tipo de estabelecimento de ensino (creche, pré-escola, fundamental, médio), com dados do Caderno Estatístico do Ipardes de 2013, com referência do ano 2012 de educação.

Tabela 19. Número de matrículas de acordo com o estabelecimento de ensino de Tibagi, 2012

	CRE-CHE	PRÉ-ESCOLA	FUNDAMEN-TAL	MÉ-DIO	PROFISSIONALI-ZANTE	EJA
--	---------	------------	--------------	--------	---------------------	-----

Municipal	177	257	2.033	-	-	15
Estadual	-	-	1.757	854	6	138
Federal	16	20	27	-	-	-
TOTAL	193	277	3.817	854	6	153
Docentes	17	12	147	62	-	-

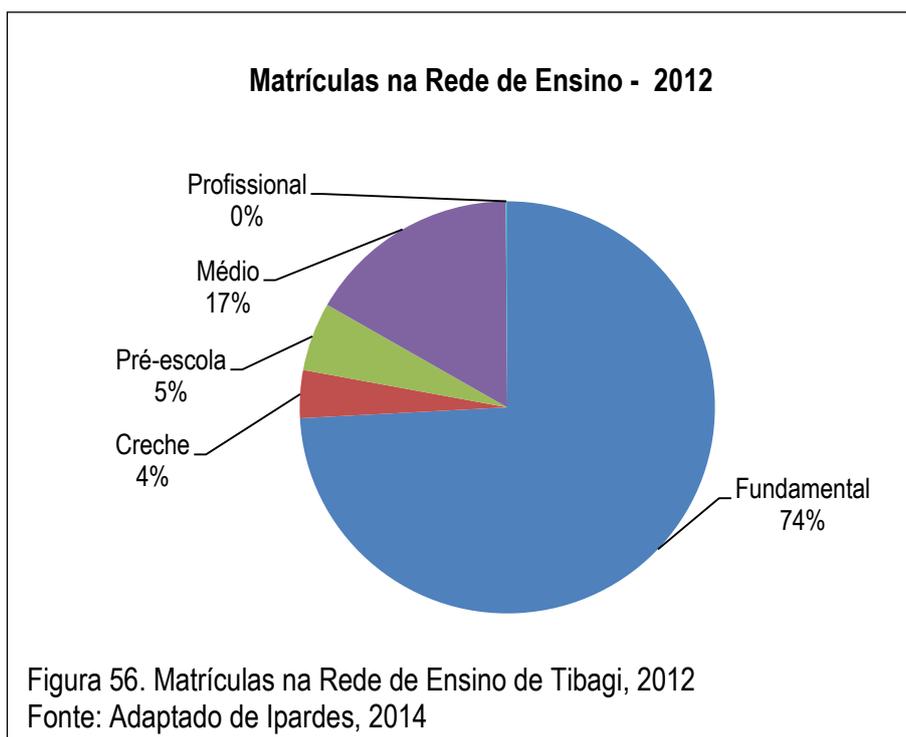
No setor de Educação Especial e de Jovens e Adultos, Tibagi contou com 63 matrículas na Educação Especial e 153 na Educação de Jovens e Adultos, no ano de 2012. A Figura 56 indica em porcentagem as matrículas de acordo com a rede de ensino. Tibagi não possui Instituições de ensino superior, em 2010 havia um estabelecimento de Educação Profissionalizante da rede estadual. Os Tibagienses deslocam-se para as cidades vizinhas possuidoras de rede de ensino superior, como por exemplo, em Telêmaco Borba, Castro e Ponta Grossa, a prefeitura proporciona transporte coletivo para esses estudantes ao requerer na Secretaria de Educação. A Prefeitura de Tibagi possui um convênio com duas faculdades na região, o Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESAGE) em Ponta Grossa e a Faculdade de Telêmaco Borba (FATEB) na cidade de mesmo nome, onde os servidores e dependentes possuem descontos nas mensalidades.

Em 2011, se deu início nas instituições públicas do município o Programa “*Escola Sem Fronteiras*”, que consiste na inclusão de lousas digitais interativas em salas de aulas. O programa é contemplado por ferramentas digitais: notebook, projetor, tablet e caneta eletrônica para projetar as aulas programadas no computador. Esse programa visa a inclusão digital dos alunos e uma maior participação e interesse nas aulas ministradas.

A partir do ano anterior, 2010, Tibagi formava a primeira turma do Programa Força Mirim Verde (FMV), sendo os agentes adolescentes de 10 a 14 anos de escolas públicas do município. A Força Mirim Verde consta de um programa de educação ambiental com seis meses de duração, que formam agentes jovens em defesa da natureza onde são envolvidos em campanhas que promovem conscientização ambiental.

As aulas ocorrem em contraturno escolar e são ministrados assuntos específicos sobre crimes ambientais, reciclagem, consumo consciente, flora, fauna, agrotóxicos, poluição e datas cívicas. É desenvolvido pelo Batalhão da Polícia Ambiental do Paraná e patrocinado pela Prefeitura

da cidade e uma agência de turismo local.



Em aproximadamente 20 anos, a Taxa de Alfabetização do município saltou de 75,21% em 1991 para 87,88% em 2010 e Taxa de conclusão no ensino fundamental saltou de 6,1% para 52,2% e no ensino médio de 8,9% para 32,9%, ambos para o mesmo período citado logo acima. Em contrapartida a Taxa de Analfabetismo da faixa de 15 anos ou mais decaiu de 28,68% em 1991 para 12,13% em 2010, segundo o banco de dados do BDEWeb do IparDES.

5.3.2. Serviços de Saúde Pública

Para atender seus 19.344 habitantes (Censo IBGE 2010), Tibagi contava com 25 estabelecimentos de saúde, destes, 16 municipais (9 postos de saúde) e 9 privados. O município conta, ainda, com um hospital público estadual, possuindo 30 leitos de internação do SUS (2013), o Hospital Luiza Borba Carneiro, fundado em 1960, completou 54 anos em 2014.

A região, desde 2010, conta com hospital público regional no município de Ponta Grossa, localizado a cerca de 100 km de Tibagi, atendendo as cidades da região, não havendo mais necessidade de enviar pacientes para a capital Curitiba, de acordo com a Prefeitura de Tibagi. Este hospital regional tem capacidade de atendimento

de 500 pessoas por dia, 150 leitos de internação e 36 UTI's. E em processo de conclusão de obras há o Hospital Regional de Telêmaco Borba, com previsão de 108 leitos de internação, 20 de observação e futuramente instalação de unidades intensivas (UTI), Telêmaco distancia-se de Tibagi em cerca de 40 km.

Atendendo regionalmente, ainda no município vizinho, desde o ano de 2013 conta-se com o Centro Mãe Paranaense de Telêmaco Borba, em parceria com o Consórcio Intermunicipal dos Campos Gerais, realizando acompanhamento de gestantes e crianças da região. O Programa Mãe Paranaense é um projeto do governo estadual, atendendo o público materno-infantil em ações do pré-natal e puerpério, e o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das crianças, em especial no seu primeiro ano de vida.

O município de Tibagi também possui um Centro de Atenção Integral à Mulher e Criança, no entanto, municipal. Este centro, segundo o portal de notícias da Prefeitura local, passa por reforma e ampliação em 2014, por meio da verba do Programa Federal Requalifica SUS. Provém, também, de recursos federais (do Programa de Aceleração do Crescimento 2 - PAC 2) a construção de um novo posto de saúde na Vila São José. E também passarão por reforma e ampliação, os postos das comunidades de Cachoeirão, Cachoeira, Serra Gaias e Cerrado Grande, segundo notícias da página virtual da Prefeitura de Tibagi (no capítulo de Referências deste documento). O município conta, também, com uma unidade de epidemiologia, assistência ao idoso, serviço odontológico, Centro de Referência Assistência Social (CRAS) e os Postos de Saúde da Família (PSF) de Vila São José, Caetano Mendes e São Pedro.

Quanto aos índices de saúde do município, Tibagi possuía em 1991 uma esperança de vida ao nascer de 66,42 anos, na década posterior, em 2010, a expectativa elevou o número de anos, possuindo uma expectativa de vida ao nascer de 74,93 anos. A Taxa de Natalidade para 2010 encontrava-se em 15,51 e a taxa de mortalidade materna (2011) era de 347,22 óbitos a cada cem mil nascidos vivos, mortalidade infantil 6,4 para mil nascidos vivos e uma mortalidade geral de 5,80 óbitos a cada mil habitantes. A mortalidade por causas selecionadas em 2011, por ordem de maior abundância a cada cem mil habitantes são: neoplasias malignas (154,53), infarto agudo do miocárdio (82,41), doenças cérebro vascular (61,81), diabetes melitus

(51,51), homicídios (25,75) e acidentes de trânsito (46,36). Para os índices de doenças transmitidas por mosquitos, o município entre 2001 e 2011 obteve somente três notificações de dengue, nenhuma de febre amarela, leishmaniose, o índice é de 0 óbitos a cada cem mil habitantes. Quanto às doenças sexualmente transmissíveis, em especial a AIDS, entre 1990 e 2012, foram diagnosticados 25 casos (13 femininos e 12 masculinos), com um índice de 5,1 a cada cem mil habitantes.

5.3.3. Usos e Ocupação do Solo

A área do Projeto, melhor dizendo, a AID da PCH Fortaleza se caracteriza por sua paisagem colinosa, com vales desprovidos de vegetação, onde os riachos se desenvolvem sobre lajeados de arenitos, típicos da Formação Furnas. A maior extensão do reservatório está situada na bacia do rio Fortaleza, ainda que porção importante esteja no braço do rio Iapó, onde é mais expressiva a contribuição hídrica.

Em geral os imóveis fazem ocupação intensiva da terra, utilizando práticas modernas de utilização intensiva, com medidas de conservação do solo adequadas. Os cultivos empregam equipamentos agrários de preparação do solo, semeadura, manejo (adubação, calagem e capinas químicas) e depois para a safra agrícola. Não são, logo, perceptíveis sulcos e ravinas de erosão.

Na área do futuro Reservatório não existem residências e estruturas rurais, salvo uma residência que se crê ser de recreio (sítio), próxima à ponte municipal – outra estrutura importante.

No município de Tibagi há diferenciação na ocupação do solo nas margens direita e esquerda do rio Tibagi. Na margem direita há o predomínio de grandes fazendas de produção sem comunidades e imóveis, com objetivo de atender a demanda da Cooperativa Batavo ou o mercado de exportação. A maior parte das áreas cultivadas destina-se ao cultivo de monocultura como soja e trigo. Diferentemente, no lado esquerdo há a predominância de pequenas propriedades rurais de agricultura familiar, principalmente à oeste da Rodovia Transbrasiliana, com presença de pequenos povoados.

5.3.4. Caracterização Econômica

O município, em seus primórdios, tinha como base a exploração de diariamente no leito do rio Tibagi, passando para exploração madeireira (exemplos, imbuia e pinheiro), posteriormente investimentos na agricultura mecanizada e pecuária, êxodo rural, atividades em cooperativas (exemplo, Batavo) e setor de serviços. Atualmente baseia-se no cultivo de grãos (um dos maiores produtores de grãos, em especial trigo), setor de serviços e no turismo.

No setor da agropecuária, o município se destaca pela sua produção de grãos, como soja, milho e, em especial, o trigo, sendo um dos maiores produtores a nível nacional.

A produção agrícola do município baseou-se em 2012, segundo o Caderno Estatístico do Iparde, em ordem decrescente de produção em toneladas (t): soja com 282.530t, milho com 140.700t, trigo produziu 108.500t, feijão 27.338t, aveia com 23.100t, batata inglesa 9.130t, seguido de cevada com 6.435t, melancia 1.300t, e demais cultivos de menor produção, como, por exemplo, mandioca, arroz, fumo em folha, triticale, tangerina, laranja, limão, pêssago e melão.

A produção pecuária, para o mesmo ano, obteve um destaque na produção de galináceos com um efetivo de 58.290 galináceos, seguido de 34.100 bovinos, 13.50 suínos, 7.000 ovinos, 3.850 vacas ordenhadas, 1.180 equinos, 680 bubalinos, 400 caprinos, 80 muares e 7 asininos. Em produção de origem animal, em 2012, a liderança deveu-se à produção de ovos de galinha, com 85.000 dúzias, seguido de 15.000 quilos de mel de abelha, 4.601 litros de leite e 631 kg de produção de casulos do bicho da seda.

Para abrigar a produção agrícola e pecuária, e a exploração vegetal o município possuía no ano de 2006, segundo o Censo agropecuário do IBGE, um contingente de estabelecimentos de 1.263 distribuídos em 209.219 hectares de área. A lavoura temporária detém aproximadamente 51% do total de estabelecimentos rurais e 62% da área total dos tipos de estabelecimentos. Em seguida tem-se a pecuária em segundo lugar, detendo 38% dos estabelecimentos com uma área que ocupa 28% da

área em hectares. Os demais tipos de estabelecimentos possuem um número e área de menor expressividade no município. Como apresentado na Tabela 20.

Tabela 20. Número de estabelecimentos rurais por atividade econômica de Tibagi, 2006

ATIVIDADES ECONÔMICAS	ESTABELECIMENTOS	ÁREA (ha)
Lavoura Temporária	643	130.345
Pecuária e Criação de outros animais	483	58.872
Horticultura e floricultura	55	919
Produção florestal de florestas plantadas	47	15.144
Lavoura permanente	24	774
Produção de sementes, mudas e outras formas de propagação vegetal	6	2.667
Produção florestal de florestas nativas	3	43
Aquicultura	2	-
TOTAL	1.263	209.219

Em sua maioria os estabelecimentos rurais (fazendas, sítios, chácaras, dentre outros) possuem condição do produtor como proprietário das terras representando cerca de 80%, as demais parcelas advêm de arrendatários, parceiros, ocupantes e assentados sem ocupação definitiva. A compensação financeira pela exploração mineral para Tibagi alcançou o valor de R\$ 4.785,69, da contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seu território, segundo Ipardes e a DNPM/Mineropar.

A População Economicamente Ativa (PEA) do município, em 2010, circundou a faixa dos 8.298, com uma População Ocupada (PO) de 7.824 trabalhadores, em sua maioria no setor de Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura com 2.893 da população ocupada, representando 38% da PO, em 2010, segundo dados do IBGE/Ipardes. Em 212 foram ofertados 2.956 empregos, distribuídos em 497 estabelecimentos, que em sua maioria pertenceu ao setor de Agricultura, silvicultura, criação de animais, extração vegetal e pesca com 1.089 empregos (37%), em 218 estabelecimentos (43%). Para maiores detalhamentos dos setores que abrigam empregos e estabelecimentos, as páginas número 16 e 17 do Caderno Estatístico de Tibagi, elaborado pelo IPARDES disponível em seu site, detalha em forma de tabela tais dados.

O município abriga o Parque Estadual do Guartelá, que em seu vale corre o rio Iapó, conferindo à região um alto índice de turistas em busca de atrativos e esportes radicais proporcionado pelo relevo sinuoso dos rios da região. O turismo empregou em 2012, segundo a base de dados do Iparde (BDEWeb) 132 pessoas, em 36 estabelecimentos de turismo, dentre estes 9 são de hotelaria e alojamento, 3 agências de viagens e serviços de turismo, e um de aluguel de veículos. O município possui um terminal rodoviário de passageiros para interligar Tibagi às regiões do Estado.

Percebe-se que por mais que Tibagi seja um município predominante urbano, sua área rural é muito significativa para a economia da cidade, firmando assim a maior contribuição ao PIB do município, a agropecuária, que em 2011 contribuiu com R\$ 227.307,00 (56%), seguido do setor de serviços com uma contribuição de R\$ 163.112 para a economia municipal (40%) e por último a indústria, com R\$ 17.956,00 (4%), totalizando um PIB municipal de R\$ 406.375. O PIB per capita em praticamente 10 anos obteve um crescimento de aproximadamente 13 mil reais, onde em 2002 o PIB per capita estava na casa dos R\$ 8.961 e em 2011 galgou para R\$ 22.109. E o PIB a preços recorrentes em 2011, foi de R\$ 429.218.

A Renda per capita dos Tibagienses, em 2010, se encontrava em R\$ 535,27, representando uma melhora, pois em 1991 a renda média por pessoa no município era de R\$ 145, 56. E a porcentagem de famílias que possuíam renda inferior a R\$ 140,00 apresentou uma queda em 10 anos, no ano 2000 havia 38,2% de famílias nessa situação, e nos últimos anos, em 2010, chegou a 17,3% das famílias, decaindo 54%. Ainda, a Taxa de Pobreza representou uma queda de aproximadamente 46% para o mesmo período. O Índice de Gini para 2010 conferiu ao município a posição número 369º do estado, dos 399 municípios, com um índice de 0,5565.

O município de Tibagi, em 1991, estava na posição número 327º do ranking estadual do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal⁴ (IDHM) e em 2961º a nível nacional, com um IDHM de 0,371, considerado muito baixo. Cerca de 20 anos advindos, em 2010, o município decaiu em algumas posições a nível estadual ficando 11 cidades abaixo, em 338º com um índice de, e galgou novo posicionamento a nível naci-

⁴ O IDHM é um índice composto que agrega três das mais importantes dimensões do desenvolvimento humano: a oportunidade de viver uma vida longa e saudável (IDHM Saúde); de ter acesso a conhecimento (IDHM Educação) e ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas (IDHM Renda).

onal subindo 159 posições, chegando ao ranking 2802º, com um IDHM de 0,664, considerado um índice médio. A maior contribuição teve origem nos subíndices de educação.

5.3.5. Aspectos Sócio Culturais

Abordar os fatores socioculturais que estruturam as interações e relações locais e formalizadoras de identidade cultural e social, importantes para prováveis relocações e reassentamentos. Obter o mínimo da concepção de vida/mundo e as relações cotidianas. Para descrever os aspectos históricos do município de Tibagi, toma-se como base os dados do IBGE e a página virtual da Prefeitura de Tibagi.

Tibagi iniciou sua história nas margens do rio que deu origem ao seu nome, o rio Tibagi, que em tupi-guarani significa “rio do pouso”. A região era rota de expedições e bandeiras, vindos de São Paulo, no entanto, anteriormente houve registros dos padres jesuítas, que implantaram reduções na região, com o objetivo de doutrinar os povos indígenas, na época as terras da República do Guairá (onde atualmente localiza-se o estado do Paraná) pertenciam à coroa espanhola, devido ao Tratado de Tordesilhas (datado de 1.494). Essas atividades jesuíticas foram datadas até o aproximadamente meados do ano de 1.600.

No século posterior, pioneiros chegaram às terras, dando origem ao início do núcleo populacional de Tibagi. A região passou a atrair muitos migrantes, pois se descobriu que o rio Tibagi abrigava grande quantidade de diamantes e ouro. A partir de 1754 o rio Tibagi passou a ser conhecido como o “El-dorado”, iniciando-se assim o processo de garimpo e o início à mineração, caracterizando o primeiro ciclo econômico. Futuramente demais atividades econômicas se estabeleceriam, como a pecuária, extração de mate, exploração madeireira e o cultivo da mandioca.

Em 1782 chegou à região o paulista Antônio Machado Ribeiro se instalando nas terras tibagienses, dando origem à localização do futuro povoado, nas proximidades da Fazenda Fortaleza, próximo à margem do rio Tibagi. Após a vinda do pioneiro Antônio Machado Ribeiro, o Coronel José Félix Novaes do Canto, no entanto anos depois seria assassinado por indígenas da região.

Posteriormente aos dissabores e dificuldades enfrentados por Antônio Machado e sua família, tomou posse das terras compreendidas desde o rio Pinheiro Seco até a barra do rio Santa Rosa, fazendo ali diversas plantações, inclusive algodão. Outras famílias começaram a se estabelecer nas terras, afastando os indígenas que circundavam as terras, e dando início, assim, ao povoado de Tibagi. Após o falecimento de Antônio Machado Ribeiro, a família doou uma área de 12 mil m² para construção de uma capela (a capela de Nossa Senhora dos Remédios) e posteriormente, em 1851 chegou à freguesia de Tibagi (criada em 1846) o primeiro Vigário Frei Gaudêncio, frei capuchinho de Gênova na Itália.

Tibagi foi elevado à categoria de vila em 1872, pela Lei nº 302 de 18 de março de 1872, e oficialmente instalado em 10 de janeiro de 1873, desmembrando-se do município de Castro e tornou-se Cidade pela Lei Estadual n.º 259, de 27 de dezembro de 1897. Diversos municípios foram desmembrados do grande Tibagi, como: Apucarana, Reserva, Ortigueira, Telêmaco Borba, Ventania e grande parte dos municípios do chamado "Norte Novo" do Paraná, existindo inclusive, no Museu Histórico da cidade, um mapa do início do Século XX, no qual o município de Tibagi chega a fazer fronteira com Guarapuava, chegando até os rios Paraná e Paranapanema.

Em 1930 teve início uma fase de intensa exploração madeireira, com destaque para o pinheiro e a imbuia, o que fez com que grandes serrarias se instalassem na região. Em 1941 a maior fabricante de papel da América Latina e uma das 7 maiores do mundo, a Klabin do Paraná, se instalou na região. Nos anos vindouros, de 1970, houve migração da zona rural, originada pelas oportunidades de emprego oferecidas com a implantação da Cooperativa Batavo, que ocupou por muito tempo uma grande faixa da estrada de ligação entre Tibagi e Ponta Grossa. Além disso, teve início a imigração de holandeses dos municípios de Castro e Carambeí, os quais estabeleceram suas fazendas ao longo da rodovia que liga Tibagi a Castro. A partir de então, a economia local se voltava para a criação extensiva de bovinos, seguida da agricultura mecanizada, em especial da soja e do milho, que perpetua atualmente, como descrito no subcapítulo de atividades econômicas.

Tibagi possui atualmente dois Distritos Administrativos: Caetano Mendes e Alto do Amparo, e um Judiciário (Alto do Amparo).

5.3.6. Origem e Etnia das Famílias (ADA e AID)

Esta Seção apresenta o contexto socioeconômico da comunidade rural localizada perto da área de influência onde está sendo planejada a construção da PCH FORTALEZA. Essa comunidade rural faz parte do município de Tibagi, Paraná. Para realizar o estudo foram usadas fontes primárias e secundárias levantadas durante o mês de agosto de 2014. Em particular, foram entrevistados 6 núcleos familiares totalizando 13 pessoas como representação da comunidade rural da AID - Área de Influência Direta.

As avaliações que foram efetuadas a nível comunitário tiveram como objetivo focar as experiências e percepções dos membros da comunidade rural. Em particular, a pesquisa procurou melhorar a compreensão de como a construção da PCH poderá impactar nos meios de subsistência da comunidade rural, entender quais são as principais vulnerabilidades e dificuldades, e quais são os elementos que podem beneficiar os moradores.

Os principais objetivos da avaliação consistem em identificar as causas das vulnerabilidades da comunidade rural residente nas proximidades do Projeto, como também avaliar os mecanismos que a comunidade adota para suprir os próprios meios de subsistência e enfrentar os problemas cotidianos. Além disso, o estudo visa também a formular recomendações (para moradores da comunidade alvo, planejadores e formadores de políticas) com o fim de melhorar alguns dos ativos individuais e coletivos, resultando em melhores estratégias de resiliência dos membros daquela comunidade rural.

A pesquisa apresenta os principais fatores que afetam os meios de subsistência da população-alvo e dos principais recursos naturais que eles usam. Eles podem ser divididos da seguinte maneira:

- Capital humano: Inclui saúde, nutrição, educação, conhecimento e habilidades.
- Capital social: Compreende redes sociais e conexões, relações de confiança e apoio mútuo, grupos formais e informais, regras e sanções comuns, re-

apresentação coletiva, mecanismos de participação na tomada de decisão e liderança.

- Capital Natural: Abrange o acesso à terra para produzir alimentos, acesso a fontes de água, recursos aquáticos e biodiversidade.
- O capital físico: Consiste em infraestrutura, ferramentas e tecnologias.
- O capital financeiro: Cobre a disponibilidade econômica das famílias, em particular pensões e salários.

5.3.6.1. Método da pesquisa

Antes de efetuar as avaliações sobre as vulnerabilidades, saberes e fazeres da população-alvo foram feitas entrevistas para coletar uma série de dados que a continuação serão analisados.

As entrevistas aconteceram a nível individual ou em grupo, dependendo dos casos. O formulário de entrevistas para a população-alvo do município de Tibagi foi estruturado por temas, o que possibilitou a coleta das informações seguindo uma ordem específica. Esse tipo de trabalho facilitou a análises das vulnerabilidades, saberes e fazeres dos moradores do município de Tibagi que moram nas proximidades da área de influência.

O desenvolvimento das entrevistas foi conduzido de acordo com o seguinte esquema: após uma breve apresentação de alguns dos objetivos da entrevista foi dada início a uma série de perguntas com um ou vários membros da família selecionada. Ao final da entrevista, foi dada a oportunidade aos participantes de incluir comentários finais.

As avaliações foram aplicadas por meio de uma análise de entrevistas a um grupo de pessoas representativas da comunidade de interesse. Além desse material foram também levadas em consideração as observações diretas do autor deste trabalho.

5.3.6.1.1. População alvo

A sociedade da área de estudo está na área rural do município de Tibagi nas imediações da área de influência da PCH FORTALEZA. Em particular, a área de influên-

cia da construção da PCH encontra-se dentro dos limites amarelos sinalizados na Figura 57.

De acordo com os dados do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) não se encontram populações quilombolas⁵, indígenas⁶ ou outras comunidades tradicionais na área de interesse do estudo. Mesmo que não apareça no estudo do ITCG, uma das famílias entrevistadas é composta por 1 homem, 3 mulheres e 1 adolescente de descendência africana. Os meios de subsistência desta família foram estimados em aproximadamente 90% provenientes da terra. Os dados levantados pelo IPARDES (Figura 58) também mostram que o percentual da população do município de Tibagi que depende de atividades de agricultura familiar é inferior a 13,9%.



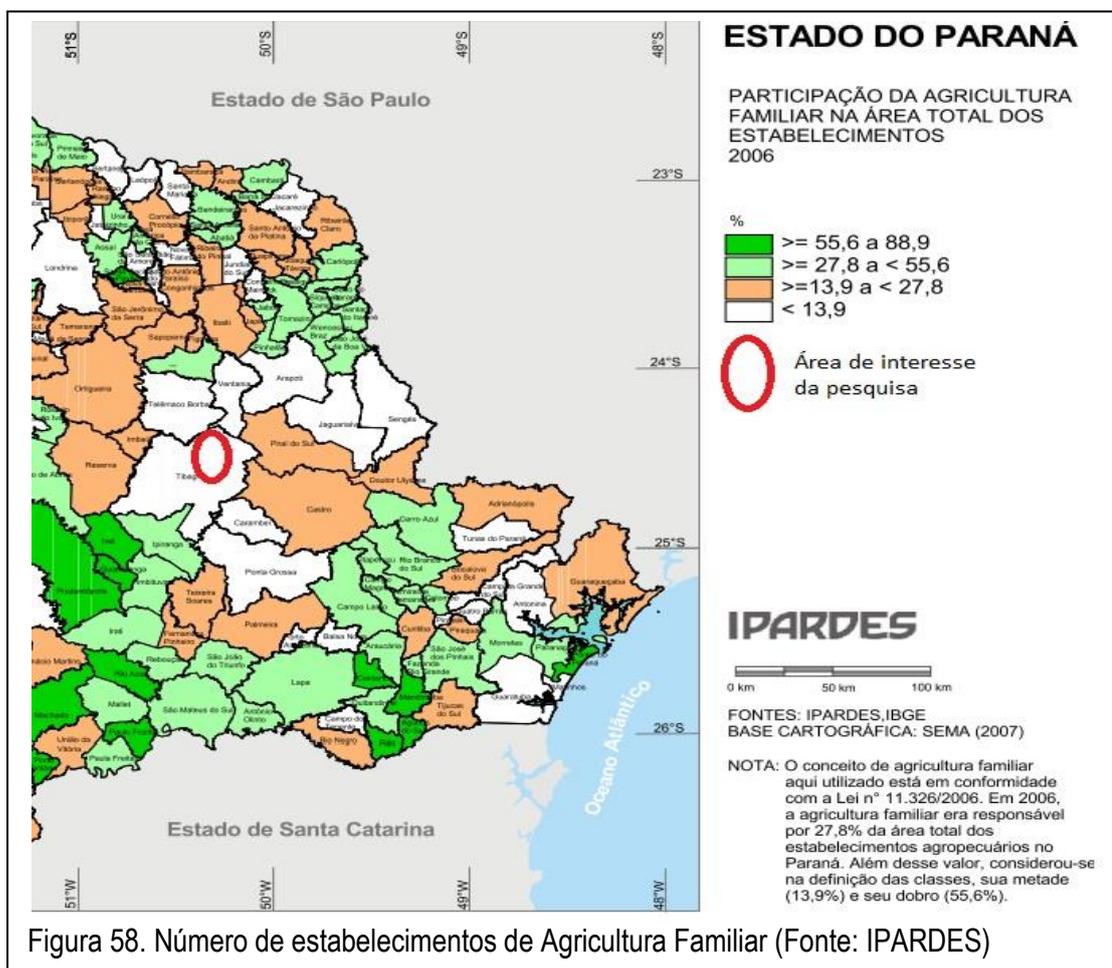
Figura 57. Extensão da área de estudos sociais, assinalada no perímetro amarelo

5.3.6.1.2. Descrição da Área de Estudo

A AID - Área de Influência Direta da PCH FORTALEZA, circunscrita em um polígono que, para efeito dos estudos sociais abrangeu uma distância de um quilômetro das margens do aproveitamento hidrelétrico, é administrada pelo município de Tibagi. Na área não se encontram construções de uso residencial. Nas proximidades existem outras residências onde moram famílias cuja maior parte dos residentes realizam trabalhos agrícolas para fazendeiros da região.

Existem vários caminhos que permitem o acesso à área de influência. O mais indicado é pela PR-340 que conecta a cidade de Tibagi a Castro na altura da Fazenda Iapó. A população entrevistada notou algumas dificuldades relacionadas com a oferta de trabalho em Tibagi. A maior parte da população entrevistada reside em áreas limítrofes à área de influência e seus conhecimentos e experiência se restringem a trabalhos rurais.

Na população jovem se percebeu três grupos: os que trabalham em Tibagi, fora da



área de influência do Projeto, os que trabalham nas imediações da área de influência, e há um grupo dos que não trabalham.

Nas entrevistas foi possível se notou grande flexibilidade na contratação de mão de obra rural, até mesmo resultando na supressão de algumas garantias sociais como, por exemplo, de emprego e moradia. No primeiro grupo as atividades desenvolvidas não estão relacionadas a empregos típicos do meio rural. Isto implica uma capacidade de adaptação por parte dessa faixa de trabalhadores, superior aos outros dois grupos.

No segundo grupo os jovens conseguem empregos que na maior parte são temporários. Esse tipo de trabalhos requer conhecimentos agropecuários, próprios das áreas rurais. As entrevistas mostraram que alguns jovens não trabalham porque não sentem a necessidade de trabalhar, em geral cuidando dos filhos, com apoio do governo por meio de programas sociais, em especial o “Bolsa Família”.

Na população mais velha foi notório o fato que todos os entrevistados têm conhecimentos e experiência no setor agrícola. Aproximadamente 50% das famílias entrevistadas são proprietárias das casas onde moram. Algumas possuem uma pequena horta onde plantam alimentos durante o tempo livre e criam poucos animais como vacas, galinhas, porcos, coelhos e carneiros, dos quais extraem parte de seus alimentos. A dieta das famílias entrevistadas é composta em parte por produtos produzidos por eles mesmos, e em parte comprados no mercado. Os frutos da terra ainda representam um elemento importante nos métodos de resiliência da comunidade entrevistada.

5.3.6.2. Indicadores

Nas entrevistas foram empregados diferentes indicadores para definir as vulnerabilidades, saberes e fazeres dos núcleos familiares que residem na área de influência.

5.3.6.2.1. Situação demográfica da região

O indicador demográfico visa ao estudo da população em especial sua estrutura e evolução. De acordo com os dados do IPARDES, a tendência é que a população

rural de Tibagi continue diminuindo nos próximos anos em decorrência do crescimento geométrico da população urbana (Tabela 17).

Os dados primários confirmam essa tendência à diminuição da população na comunidade rural. Estima-se que as principais causas da diminuição da população rural e das famílias que vivem das atividades de agricultura familiar seja a concentração da terra em mãos de poucos fazendeiros e a mecanização do trabalho agrícola.

5.3.6.2.2. Contexto de saúde

Este indicador apresenta a experiência e parecer dos moradores que residem na área de influência e zonas limítrofes, em relação ao acesso a fontes de água, serviços de saneamento, eliminação de resíduos, doenças e outras convalescências pelas quais devem ser tratados, e uma avaliação sobre o funcionamento dos serviços de saúde que atendem a comunidade.

As entrevistas ressaltaram que as famílias têm acesso a diferentes poços de água. A água é utilizada para usos domésticos, tais como lavar roupa, lavar louça, limpar a casa e outros usos destinados à alimentação. Em alguns casos, moradores entrevistados declararam que preferem comprar água mineral para usos alimentares.

No caso do saneamento básico, os entrevistados declaram que os afluentes das casas terminam em fossa séptica que, se necessário seria limpa ou tratada pelo município de Tibagi. Com relação aos resíduos não se observou problemas na coleta.

O município conta com o Hospital Luiza Borba Carneiro, público estadual. Este estabelecimento atende nas especialidades de clínica geral, obstétrica clínica e pediatria clínica⁷. Com base nos dados recolhidos, podem-se destacar variedades de doenças. Entre as mais comuns se destaca a gripe e febre, mas também foram elencados problemas relacionados a enfermidades do coração, convulsões e fraturas ósseas.

Em patologias mais graves os moradores precisam viajar para cidades vizinhas. De acordo com as entrevistas, os centros de atendimento médico melhor equipados en-

⁷ http://cnes.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=41&VMun=412750

contram-se nas cidades de Telêmaco Borba e Castro. A população entrevistada considera que o atendimento médico de Tibagi é razoavelmente bom.

5.3.6.2.3. Educação

Este indicador visa dar uma imagem sobre o nível de acesso à educação da população da área de influência. Em 2012, no município de Tibagi foram identificados dezesseis estabelecimentos de ensino. Quinze desses são escolas urbanas e uma escola rural⁸. Durante a pesquisa foi observado que a idade não é um fator discriminante para o nível de educação da população alvo deste estudo. É importante observar que nenhum dos entrevistados é analfabeto. Todos sabem ler e escrever.

A presença de infraestrutura e serviços de ensino, como escolas, e centros de educação em Tibagi, e ônibus escolar que leva diariamente estudantes até escolas e os custos de ensino pagos pelo município de Tibagi são fatores que permitem o desenvolvimento da educação da comunidade desse município.

5.3.6.2.4. Segurança

O indicador de segurança foca elementos da convivência pacífica da comunidade da área de influência da PCH, baseados na atuação da força policial.

Os dados apontados mostraram que os problemas de violência na área de influência da PCH e proximidades são esporádicos. Em particular, são problemas relacionados a assaltos em fazendas e ao correio da cidade de Tibagi. Os criminosos foram identificados como pessoas que vêm de outras áreas. O atendimento do posto policial que se encontra em Tibagi foi definido como satisfatório.

5.3.6.2.5. Transporte e sistema viário principal

Esse indicador permite reconhecer o acesso e a mobilidade das pessoas, dado a que a ineficiência de infraestrutura viária e de meios de transporte de pessoas e produtos influem negativamente sobre o desenvolvimento de uma comunidade, em especial da rural, podendo encarecer e dificultar o acesso destas ao mercado.

⁸ Ipardes

No caso da PCH nota-se que a rede viária não é um ponto frágil. Os acessos à área de estudo podem ser realizados pela margem esquerda e direita do rio. O acesso pela margem esquerda é o principal, onde estará a casa de máquinas e demais estruturas. É feito pela Rodovia Transbrasiliana BR-153, sentido Ventania. A 08 quilômetros depois da ponte sobre o rio Tibagi toma-se o acesso à direita na fazenda Formosinha e se percorre cerca de 14 km por estradas interiores.

Pela margem direita se segue pela PR-340 que conecta a cidade de Tibagi a Castro entrando à esquerda, a aproximadamente 2,2 quilômetros após a ponte sobre o rio Tibagi pelo portal da Fazenda Iapó, entrando pela estrada por estrada de terra, que apesar de ser simples permite bom trânsito até a área do Projeto (Figura 61).

Ambos os caminhos de terra é considerado de boa qualidade. Durante o recorrido foram poucos os buracos encontrados. É importante destacar que nos períodos de fortes chuvas a circulação de veículos é dificultada por causa da formação de barro.

Consta que os acidentes na estrada de terra são quase inexistentes por causa da circulação limitada e pelo baixo número de moradores que vive nessa região rural

O transporte público até as proximidades do Projeto é realizado diariamente por meio de ônibus municipal e escolar. Uma questão interessante levantada foi que todos os núcleos familiares entrevistados possuem um meio de transporte privado (moto ou carro).

5.3.6.2.6. Meios de Comunicação

Esse indicador procura avaliar a relação dos moradores que habitam nas vizinhanças da área de influência com os meios de comunicação. Em particular, os meios de comunicação permitem as pessoas conhecer e compreender os argumentos que podem influenciar suas vidas. É neste contexto que os meios de comunicação também promovem as mudanças sociais e a troca de conhecimentos.

De acordo com os dados recolhidos todos os núcleos familiares entrevistados possuem televisão, rádio e telefone celular. Somente um núcleo familiar não tem acesso à internet. Os entrevistados declararam que usam o televisor para assistir o jornal,

novelas e outros programas de entretenimento. O principal uso do rádio é para ouvir programas musicais.

Por outro lado, a leitura de jornais é quase inexistente. Porém, os entrevistados informaram que gostam de ler revistas ou livros e utilizam a internet para procurar informações ou para se comunicar com outras pessoas.

De acordo com a experiência no campo, se supõe que os meios de comunicação fazem com que a comunidade rural não se sinta isolada do restante do país. Foi interessante perceber que alguns núcleos familiares conectam os problemas do município de Tibagi com a situação política local. Estes dados mostram que os entrevistados estão cientes que a própria escolha, no momento de votar, pode contribuir para mudar a situação local e melhorar suas próprias condições de vida.

5.3.6.2.7. Lazer

O conhecimento sobre atividades desenvolvidas durante o tempo livre ajuda a avaliar a participação dos entrevistados da vida social de Tibagi. Em particular, atividades como festas religiosas ou comunitárias, e outras atividades sociais, mostram o nível de integração dos moradores na comunidade.

Estes dados foram úteis para medir e determinar a existência de redes sociais de segurança.

As entrevistas realizadas mostraram que as festas populares de Tibagi e de cidades próximas são frequentadas pelas pessoas que vivem nas fazendas situadas em torno do Projeto. Tais atividades permitem às pessoas romper a monotonia da cotidianidade, criar ou reforçar vínculos sociais. Um exemplo desta consideração é o fato que dois casais entre os entrevistados se conheceram durante esses tipos de eventos.

Contudo a maior parte dos entrevistados tende a passar a maior parte do tempo com as pessoas que compõem seu núcleo familiar. Os relacionamentos com os vizinhos são esporádicos.

As atividades de rotina correspondem ao cultivo de horta para o consumo pessoal, cuidados com a casa, ou passar o tempo na frente da televisão. Foi levantado que

um único núcleo familiar utiliza os recursos pesqueiros para completar a própria dieta.

5.3.6.2.8. Acesso à energia elétrica

A disponibilidade energia elétrica avalia a possibilidade da posse e uso de eletrodomésticos e o consumo de energia dos entrevistados. São elementos que ajudam a definir o nível de desenvolvimento da população alvo.

De acordo com a pesquisa, todas as famílias da área de estudo possuem energia elétrica com qualidade para suprir seus equipamentos domésticos: televisão, rádio, geladeira, chuveiro elétrico. Em todos os domicílios havia máquina de lavar roupas. Em alguns casos se observou antenas parabólicas e até serviços de canais de televisão com cabo.

5.3.6.2.9. Rede Social de Segurança

Chama-se redes sociais de segurança às que provêm serviços de distintas naturezas entre os membros da comunidade, aumentando sua resiliência social. Geralmente tal indicador mostra a coesão das comunidades, contribuindo no suprimimento de necessidades diversas nas famílias vulneráveis. O bom funcionamento das redes sociais de segurança melhora as condições de vida das comunidades, e em especial as de baixa renda.

Com base nos dados recolhidos foi possível perceber que a ajuda entre as famílias da área de influência da PCH é realizada de forma primária entre os membros das próprias famílias. A distância entre as casas e o acesso a serviços de telecomunicação móvel fazem com que em caso de necessidade, os núcleos familiares entrem diretamente em contato com os serviços de atendimento à população. Dessa maneira a ajuda entre vizinhos se anula, por desnecessária.

5.3.6.2.10. Dificuldades e necessidades percebidas pelos entrevistados

O presente indicador visa identificar e classificar os principais problemas, dificuldades e necessidades das famílias entrevistadas. Por meio de entrevistas, foi possível que as pessoas que moram nas vizinhanças da área de influência da PCH apontas-

sem sem temor, livres de pressões externas ou qualquer valor de juízo sobre os problemas que as impedem de melhorar sua própria condição e qualidade de vida.

A Tabela 21 elenca as dificuldades que foram ressaltadas pela população entrevistada do município de Tibagi:

Tabela 21. Problemas e necessidades dos núcleos familiares entrevistados

Dificuldades apontadas	Grau de prioridade	Tipo de problema
Empregos	1	1- Falta de empregos. 2- Falta de garantias sociais dos trabalhadores rurais, nos contratos de trabalho.
Saúde	2	1- O tipo de infraestrutura resulta ser insuficiente para o tratamento de alguns pacientes.

A Tabela 21 estabelece critério de prioridades indicadas pela população. O grau 1 identifica uma alta prioridade e 2 o menor grau de prioridade. Como mostra a Tabela 21 a primeira das dificuldades percebidas pelos moradores da área do estudo está relacionada em dois níveis com a questão do desemprego. O primeiro é caracterizado pela falta de empregos no município de Tibagi. Essa questão é percebida pela população entrevistada como o principal problema que leva as pessoas a migrar para outras regiões. Este dado é interessante porque contrasta com os dados estimados pelo IPARDES. Neste segundo caso, foi estimado que a população de Tibagi encontra-se em fase de expansão. Para confirmar qual das posições é a correta e necessário o acesso a fontes secundárias.

O segundo problema referente aos empregos foi exposto de forma indireta. De acordo com as entrevistas, percebeu-se que a maior parte dos trabalhadores rurais não tem garantias sociais no emprego. Em outras palavras, conseguem emprego como se fosse uma benevolência dos patrões. Também foi percebido que em vários casos os patrões tendem a não criar um vínculo empregatício formal com os trabalhadores rurais. Desta forma estes não se beneficiam dos mecanismos de proteção social garantidos pela legislação federal.

Outra prioridade apontada pelos núcleos familiares foi a necessidade de melhor atendimento do sistema público de saúde. Os entrevistados não citam que o atendimento do posto de saúde local seja suficiente para atender as necessidades mais graves de saúde da comunidade. A maior parte dos entrevistados informou que eles mesmos, ou algum membro da família já teve que ir para as cidades vizinhas, como Telêmaco Borba ou Castro para exames médicos ou cirurgias.

A Segurança não foi mencionado como problema atual, pelos entrevistados

5.3.6.3. Impactos da Construção da PCH FORTALEZA

Há uma grande expectativa de que a construção da represa necessite e use mão de obra dos cidadãos que vivem em Tibagi e áreas vizinhas. Este fator poderia reduzir temporariamente a falta de emprego em Tibagi e áreas vizinhas, foi citada nos núcleos familiares entrevistados.

Os moradores entrevistados – em especial os empregados de fazendas - falaram da esperança de que a represa venha a incentivar o fomento e outras atividades de interesse da população local, como a piscicultura sustentável e oportunidades recreativas. O atendimento a estas poderia ser uma fonte de emprego para moradores de Tibagi. Foi citada a criação, o transporte e a comercialização de peixes que viessem a ser criados no reservatório. Essa atividade, comentou-se, poderia aumentar o consumo de tal alimento pela população de Tibagi. Também se comentou a possibilidade de se criar mecanismo para a pesca amadora, mediante de pagamento de uma taxa.

Se comentou ainda – aos proprietários das Fazendas – sobre a possibilidade da produção de energia para uso local, contribuindo para melhorar a eficiência da distribuição de energia em Tibagi, com preço barateado porque a fonte de geração e de consumo ficarão a pouca distância.

Conclusões

Por meio de entrevistas e observações o estudo demonstrou ser uma ferramenta rápida e eficaz para entender o contexto no qual vivem cotidianamente os habitantes da área de estudo nas proximidades da área de influência do projeto hidroelétrico,

em especial para definir quais são as necessidades e os problemas que eles terão que enfrentar.

Com a realização do estudo, a população que reside nas proximidades da área de influência teve a possibilidade de refletir e expor suas próprias necessidades, separando e priorizando os diferentes problemas identificados.

Com base nos dados coletados, se deduz que a construção da represa hidroelétrica não terá impactos negativos primários dentro da área de influência, já que nenhuma família reside dentro dessa área.

Por outro lado, a construção da represa hidroelétrica também não terá um impacto negativo sobre os meios de subsistência do resto da comunidade que mora nas proximidades da área de influência, já que a comunidade depende na sua maior parte do sustento de produtos comprados no mercado e de atividades agrícolas de pequenas dimensões que não se encontram dentro da área de influência da represa.

Um único impacto comentado seria sobre o atual costume da população de pescar no rio, estimando-se que o empreendimento poderia afetar negativamente esse hábito da região.

Porém, contrapondo e sendo valorizado pela população, acredita-se que a construção da hidroelétrica será um impacto positivo na comunidade do município de Tibagi ao contratar mão de obra local, atenuando uma situação social de alguns moradores de Tibagi que atualmente encontram-se desempregados.

5.3.7. Lazer, Turismo e Cultura

Destaca-se dentre os municípios paranaenses Tibagi por abrigar uma gama de opções de ecoturismo e turismo de aventura em seus rios, destacando-se o Parque Estadual do Guartelá, localizado entre Tibagi e Castro, criado em 1992 sendo considerado o sexto do mundo em extensão.

Seus atrativos ecoturísticos estão distribuídos nesses principais locais: Parque Guartelá, Salto Santa Rosa, Rio Tibagi, Cachoeira da Dora, Salto Puxa Nervos, Trilha do

Emitão, Arroio da Ingrata, Ladeira do Paredão, Itaytyba Ecoturismo, Safari's Farm, dentre outros atrativos. O turismo de aventura se destaca nas práticas de rafting, vôo-livre, tirolesa, cascading, rapel e canoagem. O município possui também o Turismo Religioso e Cultural, e abriga diversas construções históricas, dentre elas: a Igreja Matriz, Teatro Municipal, Museu Histórico, Palácio do Diamante, Usina Velha, Casa Nhô Guata, Portal da Cidade, dentre outros pontos turísticos. E ainda, Tibagi foi eleita, em 2007, pela Revista Viagem e Turismo da Editora Abril, a “Melhor cidadezinha do Brasil” e premiada pelo Ministério do Turismo em 2010 na categoria Sustentabilidade Ambiental (Tibagi Turismo, 2014).

Dentre os eventos que circundam o município, destacam-se a Festa de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, a Comemoração de Santa Pastorina (reunindo aproximadamente 10 mil devotos por ano), Carnaval Popular, Rodeio Crioulo CTG Santo Amaro, Tropeadas de Santo Antônio, Semana do Meio Ambiente, Caminhada Internacional da Natureza, dentre outros eventos anuais que o município proporciona a seus moradores, com agenda disponível na seção “turismo” da página virtual da Prefeitura de Tibagi⁹.

5.3.8. Patrimônio Ambiental, Histórico e Cultural

Todos os estudos relacionados à etnografia, história, cultura e arqueologia foram contratados com o professor Dr. Silvano Silveira da Costa, quem apresentará seu relatório ao IPHAN e posteriormente agregado ao Projeto, vindo a compor o PBA.

Nos documentos correspondentes aquele profissional apresentará a localização dos sítios de valor antrópico e mapeará as áreas de valor histórico, arqueológico, cultural, paisagístico e ecológico, de acordo com as diretrizes do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, obedecendo às normas e leis que incidem sobre o assunto e providenciando junto ao órgão competente as autorizações e documentos necessários.

⁹ Página Virtual da Prefeitura Municipal de Tibagi, PR.: Portal de Turismo – Calendário de eventos, disponível em: <tibagi.pr.gov.br/turismo/modules/mastop_publish/?tac=calendario-de-eventos>

Os estudos de prospecção obedeceram aos instrumentos legais e normativos que disciplinam a sua realização, como a Portaria IPHAN N° 230/2002. Foram também utilizados dados provenientes de fontes secundárias e de levantamentos de campo realizados em períodos anteriores e por outros especialistas nesta área. Esses estudos certamente serão ser aprimorados e complementados, como estabelece a referida Portaria para as demais fases. Nestas serão observadas as diretrizes e orientações do órgão competente para todas as fases do empreendimento.

6. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Como qualquer projeto de desenvolvimento, PCH FORTALEZA gerará impactos tanto negativos como positivos. Certamente os impactos positivos são mais esperados, porém não se pode perder de vista os efeitos negativos, que precisam ser identificados e ter sua importância reconhecida para que sejam prevenidos, ou atenuados e, quando houver dificuldades nisso, sejam compensados.

Tais impactos sociais e ambientais devem ser analisados sob ponto de vista das características do próprio projeto, bem como das características físicas, bióticas e sociais da região que abrigará o empreendimento. Também devem ser analisados nos tempos em que ocorrem, distinguidos entre os da fase da Obra e os da Operação.

Foi com esse escopo que se desenvolveu as análises prognósticas apresentadas a seguir. Ao final deste capítulo se procedeu à valoração destes.

6.1. METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

Considerando a amplitude da Matriz de Impactos recomendada pelo IAP para este gênero e dimensão de Projeto, esta foi adotada para estudar os prováveis impactos ambientais sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

Antes, porém, preferiu-se descrever os fatores impactantes para, com estes em tela, considerar as dezenas de atenções recomendadas pela Matriz para se proceder à avaliação dos impactos, descrevendo antes seus atributos tanto positivos como negativos, os diretos e indiretos, os primários e secundários, sejam imediatos, de médio e longo prazos, também os cíclicos, cumulativos e sinérgicos, de efeito local e regional; estratégicos, temporários e permanentes, reversíveis ou não, bem como sua repercussão social, nas fases de execução de obras, operação. Por não ser aplicável, visto que o projeto terá mais de 30 anos de operacionalidade, não se tratou dos impactos da fase de desativação.

Depois foi determinada a magnitude e a importância dos impactos, identificando os indicadores adotados, os critérios, os métodos e as técnicas utilizadas, como recomendam os Termos de Referência do IAP. Ao final se apresenta uma síntese con-

clusiva dos impactos ambientais mais significativos, positivos e negativos, previstos em cada fase do empreendimento, incluindo o prognóstico da qualidade ambiental na Área de Influência Direta com a implantação deste Projeto, comparando-o com a hipótese de sua não execução, indicando e justificando os alcances de tempo considerados.

6.2. FATORES IMPACTANTES

A PCH FORTALEZA se constituirá a partir de uma represa-vertedouro com altura (máxima) de 11,5m do nível atual do rio. O **tipo de barramento do rio**, poderia ser parcial ou total: este projeto prevê barramento total com dispositivo de vazão sanitária ou ecológica que garantirá fluxo contínuo de parte da vazão do rio.

Um trecho 457 m, do rio **entre a barragem e a casa de força**, terá vazão alterada, menor nas épocas de vazão normal (mas permanente se houver período de estio), e elevada sempre que ocorrer um período de cheia, quando o volume de águas estiver acima da vazão turbinada, logo liberadas através da crista do vertedouro.

Essa vazão mínima permanente será equivalente a 50% da menor vazão média em 7 dias consecutivos, com recorrência de 10 anos, conforme estipula a Portaria SUDERHSA, nº 20/99. Esta vazão, que em PCH FORTALEZA será de 2,37m³/s, visa a preservar as funções ecológicas mínimas do rio. O dispositivo, na forma de dois orifícios na comporta de descarga de fundo, na estrutura da barragem, impede que, mesmo em períodos de estiagem, a PCH venha a desviar totalmente as águas para geração de energia, interrompendo a vazão do rio.

O **reservatório** que se formará com o barramento terá 1,64 km² incluindo a calha atual do rio, que alagará terras de solos aluvionais e lajeados que indicam solos rasos, parte destes profundamente alterados por usos pecuários. Atualmente se nota um começo de recuperação florestal, apesar de persistir o uso pecuário em ambas as margens. Os exemplares arbóreos são espécies nativas pioneiras, entremeados por várias espécies de gramíneas introduzidas (Figura 59). Nas novas condições o reservatório será circundado por uma cortina florestal de 50m de largura onde serão plantadas e adensadas variedades nativas apropriadas à vida selvagem.

O regime operacional da PCH FORTALEZA será **regime de operação** a fio d'água, com vertedouro livre. Desta forma a maior parte das águas será desviada para o canal de adução sempre que a vazão for igual ou inferior à normal, mas nas



Figura 59. Espécies nativas pioneiras e gramíneas introduzidas (pasto).

cheias o excesso fluirá pelo vertedouro. O projeto não prevê que, mesmo em períodos de estios o reservatório venha a deplecionar, mantendo-se, com isso, a cota máxima normal, o que, em termos ecológicos é muito bom porque evita a exposição das margens a cada período de estio. Quando as condições hidrológicas ameaçarem deplecionamento, a usina deverá interromper sua operação, mas em todo o tempo as águas estarão fluindo pelas adufas da vazão ecológica.

Não se verificaram processos agudos de degradação das margens, em vista da forma de **ocupação das margens do reservatório**, onde nas terras se procedem práticas agrícolas conservacionistas. Não se notou ou focos ativos de erosão ou movimentos de desestabilização das margens. Estes também não se espera que venham a ocorrer, tanto em vista do regime operacional, que se aproximará do natural, como pela ausência de usos antrópicos das suas margens. Os terrenos ciliares, onde há matas ciliares na futura APP, serão mantidos com sua vegetação natural, nem sempre florestal, ou regenerados, mantendo as características dos ecossistemas naturais das margens. Também, os 164ha que serão alagados por este aproveitamento não causarão um efeito ambiental relevante no contexto regional.

A **Área de Preservação Permanente** terá largura 50m em cada lado do reservatório, com vistas à sua função protetora. Esta faixa de terras, contudo, será constituída

em parceria com os proprietários lindeiros, que devem manter a obrigação legal atual, de preservar a porção ciliar proporcional à largura do rio.

A passagem do rio por formação Furnas, tipicamente arenito, provoca o risco de uma taxa elevada de carreamento de partículas desgastadas pela erosão, logo haverá uma taxa representativa de **assoreamento** do reservatório. O volume que se calcula que venha aportar ao reservatório acumulará uma carga de assoreamento que, sem quaisquer práticas de manejo sua vida útil se reduziria a apenas 20,54 anos, até atingir o volume máximo operativo. Em vista deste fato, o projeto previu comportas desarenadoras ou de descarga de fundo que serão usadas para desassorear o fundo do reservatório nas proximidades da adução.

Análises da qualidade das águas indicam que, apesar do rio Iapó possuir monitoramento pelo Instituto das Águas do Paraná, notou-se que há trechos do curso com fortes indícios de degradação. Essa alteração da qualidade das águas, resultante de usos a montante da PCH FORTALEZA não parece estar chegando até o Projeto, por conta da capacidade de recuperação natural do rio, cujos saltos e corredeiras oxigenam e favorecem sua biodegradação. Desta forma o rio Iapó, na área em questão, apresenta uma razoável **qualidade das águas**. Contudo constatou-se que aqueles níveis de contaminação orgânica propiciam o desenvolvimento de macrófitas, cujo excesso poderá causar a obstrução da tomada de água, danificar as turbinas, reduzir o potencial recreativo e de pesca do reservatório e, favorecer a proliferação de insetos de veiculação hídrica vetores de enfermidades epidêmicas.

As instalações da PCH não ocasionarão contaminação das águas em períodos de manutenção, ou pelo esgoto das instalações sanitárias que estarão à disposição dos operadores, já que as águas servidas serão adequadamente resolvidas e a caixa separadora de água e óleo dos processos de manutenção reterá efluentes inadequados ao meio ambiente, dando-lhe destinação adequada.

Não haverá dispositivos para a **migração da ictiofauna**, porque o rio possui a jusante, saltos intransponíveis para a ictiofauna, ademais da Barragem de Mauá, obstáculos naturais e artificiais restritivos aos fenômenos migratórios reprodutivos das espécies reofílicas que poderiam ocorrer neste rio.

6.3. IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO

Os estudos diagnósticos realizados identificaram a estabilidade dos sistemas abióticos da região do Projeto e perceberam que o empreendimento, devido à sua pequena escala no contexto regional, não causará impactos expressivos sobre o volume e qualidade das águas, sobre o clima, e sobre a litosfera. As análises prognósticas apresentadas a seguir demonstram essa assertiva. As ocorrências de impactos foram sublinhadas no texto, e depois listadas nas Tabelas de Avaliação de Impactos, conteúdo das seções do Capítulo 7.

6.3.1. Impactos sobre as Águas

Já se comentou que o reservatório da PCH FORTALEZA representa um acréscimo de 115,5 ha adicionais à situação atual, ou seja, acima da área já tomada pela caixa do rio. Ali se criará um ambiente hídrico semi-lótico, já que o rio possui trechos de pequenas corredeiras entremeados com percursos de remansos (Figura 60). O represamento pouco afetará as condições gerais de corredeiras/remansos típicas do rio, até mesmo não chegando a transformar aquele trecho em uma superfície caracteristicamente lântica. Assim não se esperam alterações de sua qualidade, como sobre os índices de Fósforo, Nitrogênio ou de Coliformes, redução do Oxigênio Dissolvido e mudanças do pH das águas. As demais questões relativas às águas aventadas na Matriz de Impactos do IAP são as seguintes:

Alteração da dinâmica do ambiente hídrico

Em termos de contexto hidrológico na bacia do Iapó, ou do Tibagi, menos ainda na bacia do Paranapanema,

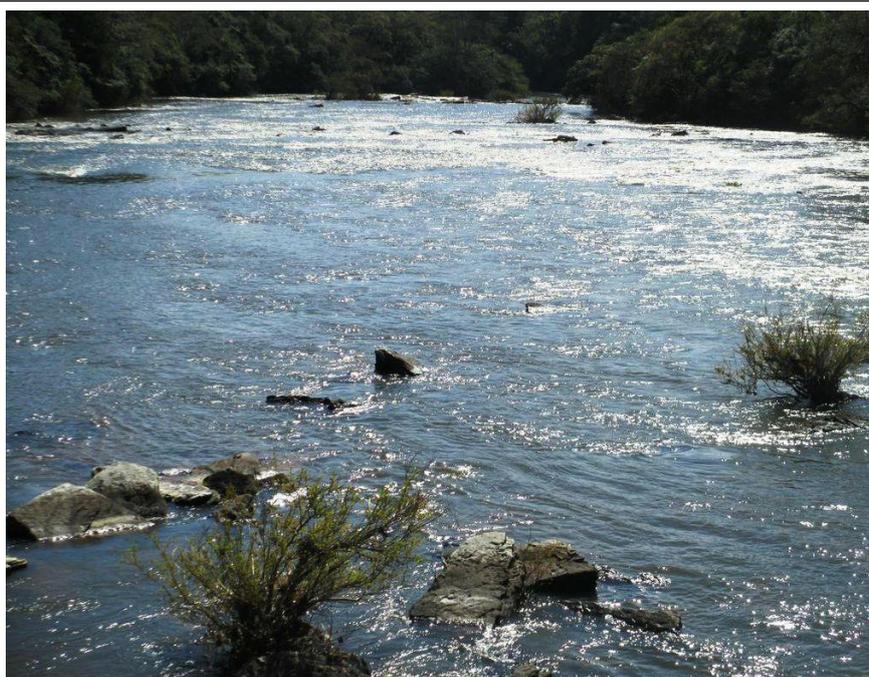


Figura 60. Águas lóaticas se tornarão lânticas

a formação e a operação deste reservatório não deverá produzir influências de qualquer monta. O seu volume de acumulação, regime a fio d'água e por se tratar de um uso não consuntivo, não deverá ocasionar efeitos sequer perceptíveis no volume e usos dos rios citados. Esse empreendimento não tem escala suficiente para produzir influências deletérias ou perturbadoras às condições atuais da bacia do Tibagi.

Pontuando com preciosismo se poderia admitir que na fase da Obra poderá ocorrer pequena perturbação nas taxas de turbidez, decorrente dos trabalhos de desvio do rio, na instalação da ensecadeira no corpo d'água, perturbações essas de curta duração, inferior a 30 dias. Depois, considerando a derivação de uma porção de águas pelo canal adutor, haverá um pequeno trecho, de 457 metros do rio em que tais águas serão reduzidas, contudo nunca interrompidas. Neste curto percurso não existem águas afluentes de outros rios.

Alteração da qualidade de água superficial

Os resultados das análises da qualidade da água realizadas por ocasião dos estudos ambientais foram bons, ainda que o rio atravessasse a região urbana de Castro e receba os emissários tratados da SANEPAR, que nas proximidades mostraram sinais de contaminação.

A Resolução do CONAMA nº 357/2005, que classifica as águas naturais prevê para rios não especificamente designados, como é o caso do rio Tibagi, pertencem à Classe 2, ou seja, próprias para consumo mediante tratamento convencional. Para o monitoramento limnológico quatro pontos foram definidos, dois no rio Iapó e dois no Rio Fortaleza, que se somarão aos resultados estudados pela SANEPAR, em Castro, e em Mauá, cerca de 45km a jusante.

À vista das condições operacionais a serem introduzidas nesta PCH, este Projeto não causará perturbações à qualidade das águas, mesmo quando, na fase das Obras, for implantado o saneamento do Acampamento: esgotos, deposição de lixo, e emissões de óleos e lubrificantes dos equipamentos. Estas questões são o conteúdo de um dos programas ambientais reportados no Plano Básico Ambiental a ser elaborado na fase da Licença de Instalação.

Alteração da quantidade de água superficial

Os trechos de correntes e pequenas cachoeiras formados por degraus dos lajeados (Figura 61), promovem uma intensa oxigenação das águas. Não só a oxigenação, mas também sua vaporização mecânica, transformando em vapor as frações menores das águas nas corredeiras e quedas d'água. Este fenômeno é mais notado no inverno, na forma de uma "nuvem" subindo à atmosfera. Esta, somada à evaporação das águas que respingam sobre as rochas aquecidas das margens nos dias ensolarados, causam aumento da umidade atmosférica, logo, reduzem naturalmente uma pequena fração do volume das águas superficiais.

Reduzindo-se o número de quedas d'água por conta da formação de um reservatório, este se reduz a frequência e intensidade desse fenômeno, mais ainda em situações de condensação atmosférica,

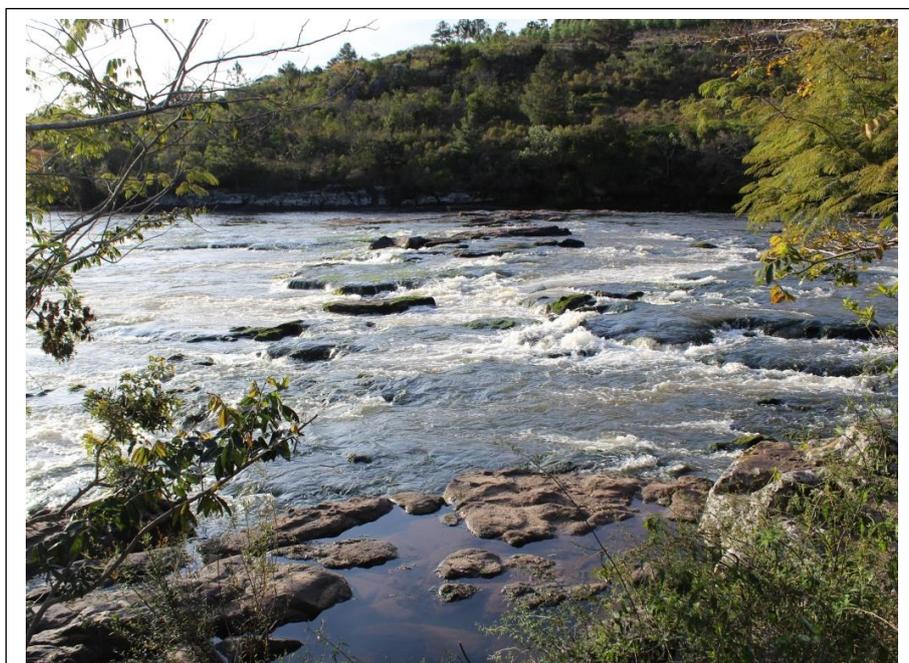


Figura 61. Pequenas corredeiras formadas por degraus dos lajeados

quando a temperatura do ar difere e causa efeito de neblina ascendente das águas.

Assim, não há porque antever na PCH FORTALEZA, redução do volume das águas superficiais, pelo contrário, em teoria o reservatório reduziria os picos de umidade atmosférica micro-regional.

Alteração do balanço hídrico

Historicamente não há períodos de déficit hídrico na região do Projeto. As taxas de precipitações versus evapotranspiração se apresentam sempre positivas. Conside-

rando a escala do empreendimento e sua realidade na geografia regional, não há nenhuma razão que induza à possibilidade deste empreendimento causar alterações do balanço hídrico regional, e mesmo sobre o microclima local.

Alteração nos usos da água

O trecho do rio da área do Projeto tem às margens sete propriedades rurais (Figura 62), que, não obstante, não fazem usos das águas para finalidades econômicas. Não haverá, assim situações de quaisquer transtornos relativos à alteração dos usos atuais das águas tanto do lapó como de seu afluente Fortaleza.

Aumento do assoreamento das águas superficiais

O reservatório da PCH FORTALEZA se adaptará, como já se comentou, às taxas de assoreamento e carreamento de partículas erosionadas ao corpo do lapó. Também não existem motivos para que, no período operacional, o empreendimento contribuía para o aumento do volume de assoreamento do rio.

Haverá, em um curto período das Obras em que ocorrerá movimentação do solo para a formação das enseadeiras, que mesmo nas condições mais agudas não deverá provocar perturbações deletérias à qualidade das águas da bacia, notadamente pela estimativa da inexistência de sítios de alimentação e de reprodução de peixes no trecho de rio que poderá ser afetado.

Ecotoxicidade, eutrofização e florações

Não são remotos episódios de más condições de qualidade de água na PCH FORTALEZA, apesar da excelente oxigenação das águas do rio lapó. Situações nocivas poderiam ocorrer em caso do tempo de residência das águas viera a se elevar, e se tais águas, em épocas de temperatura elevada, vierem a acumular excessiva quantidade de nutrientes. Condições como estas favoreceriam o desenvolvimento intenso de macrofilas flutuantes e algas, cujo florescimento demandaria altos volumes de oxigênio, afetando, por isso a vida de seres aquáticos.

Dependendo da variedade de algas que surgirem, poderiam advir eventos de toxicidade, por exemplo, com a liberação de compostos de cianureto. Se a biodegradação

ocorrer em ambiente anaeróbico, surgiriam gases sulfurosos e metano, eventualmente letais às formas de vida do corpo d'água. Não são estas as condições, absolutamente, do rio Iapó, menos ainda na região do Projeto.

É insignificante, em termos limnológicos, o tempo de residência das águas do reservatório da PCH FORTALEZA. Com isso as águas fluirão com nada mais que pequena redução de sua velocidade com escala insuficiente para que surjam mínimos fenômenos de eutrofização. Contribuirá francamente para isso a prevista supressão florestal de toda a área do futuro reservatório.

Alterações sobre o Aquífero

Nas proximidades do Projeto não existem poços artesianos para a retirada de água do aquífero, sequer cacimbas domésticas. A área do Projeto, entretanto está posicionada próxima ao arco de recarga do Aquífero Guarani, que no Paraná se estende de Jacarezinho até União da Vitória, passando a região da Escarpa do Devoniano.

6.3.2. Impactos sobre a Atmosfera

São consideradas e tratadas nesta Seção as situações climáticas e as de alteração das condições atmosféricas momentâneas. Esses são os tópicos, da Matriz de Impactos.

Alteração do microclima: precipitação, temperatura

A reduzida extensão do reservatório não apresenta as mínimas condições para provocar qualquer alteração sobre a umidade atmosférica, por conta de sua expressão regional. Esta condição física do reservatório é inconsistente para que este venha a contribuir – aumentando ou reduzindo – na formação de nuvens e de camadas termais influentes nos processos de precipitações e alterações de temperatura mesmo ao nível local (microclima).

Alteração dos padrões de vento

Não há corredores de vento no fundo do vale do rio Tibagi e seu afluente Fortaleza. Tampouco a configuração e a escala do pequeno reservatório ensejariam tal ocorrência. Se tal viesse a ocorrer,



Figura 62. Neblinas matinais sobre os vales do Iapó e Fortaleza

não há extensão (*fletch*) para que os eventuais ventos direcionais provocassem ondas significativas, causadoras de algum tipo de influência às margens ou estruturas da Barragem. Neblinas matinais são comuns nos dias frescos (figura 62)

6.3.3. Impactos sobre a Litosfera

Os tipos dos solos agrícolas drenados, sobre os quais se aplicam técnicas precisas de conservação, com proteção de curvas de nível e plantios na palha, empregando equipamentos de elevada tecnologia agrária indicam cuidados para manter baixa a incidência de eventos erosivos críticos. Corroboram os resultados dos estudos sedimentológicos realizados na fase de planejamento da PCH. A seguir são tratados com mais detalhes os aspectos atinentes, aventados na Matriz de Impactos:

Alteração das características dinâmicas do relevo

A escala do empreendimento não oferece qualquer possibilidade de que venha a promover alterações – significativas ou não – das características dinâmicas do relevo. A bacia do rio Iapó, na área do Projeto está assentado sobre uma camada geo-

lógica estável, que não proporciona ameaças ao empreendimento ou deste à região (figura 63).

Alteração das condições geotécnicas

Não há mínimas evidências, pela escala do Projeto, que a formação do reservatório sobre as condições geotécnicas venha a produzir fraturas geológicas ou interferências sobre o processo de desgaste natural. O pequeno volume de água que será acumulado, possuirá peso absolutamente inexpressivo à escala geológica regional. Assim, não há porque esperar esse gênero de impactos.

Novamente, apelando a um precisismo, admitem-se pequenos impactos da derrocagem até atingir a camada de arenito, na área do Vertedouro, assim como na preparação do local para edificar a casa de força, a barragem e as estruturas auxiliares,



Figura 63. Afloramento rochoso do vale do lapó restringe o uso do solo

que se estima ocupar cerca de quatro hectares de área em que haverá movimentação de solo e rochas. Em decorrência outros impactos poderão ocorrer na obtenção de matéria prima: argila, rocha e areia destinadas para a edificação da barragem e casa de força. Os impactos potenciais serão tratados em programas ambientais do Programa Básico Ambiental – PBA.

Alterações de jazidas minerais

Não há concessões outorgadas pelo DNPN, ainda que constem dois protocolos, um já resultante no Alvará de Pesquisa, nº 8627 concedido ao requerimento protocolado

sob número 826.313/2013, em 18.04.2013, para extração de areia destinado à construção civil, com validade até 03.09.2015. O outro requerimento é mais recente, também para Autorização de Pesquisas para exploração de areia, ingressado no DNPM em 17 de outubro de 2014, sob protocolo 826.837/14.

Se ambos os requerimentos vierem a se transformar em concessões minerárias, o empreendedor deverá proceder às negociações competentes. Vale lembrar que a taxa de assoreamento prevista nos cálculos deste projeto são elevadas e a extração de areia que se acumulará no futuro reservatório será benéfica à sua vida útil.

Comprometimento de cavidades naturais

Na Área Diretamente Afetada não se detectou, sequer nas margens mais rochosas ao longo do rio, cavernas e cavidades naturais que poderiam abrigar animais e populações humanas progressas.

Sismicidade

Na região do Projeto, de acordo com o Projeto Básico, são comuns eventos sísmicos. Alguns eventos registrados ocorreram na borda da Plataforma Continental e litoral Sul de São Paulo, sem causar efeitos perceptíveis na área de estudo. A existência de grandes blocos rochosos na região sem evidências de deslizamentos recentes mostra a estabilidade sismológica da área. Com base nessas observações, não se considera haver risco de tal impacto na área.

Impactos sobre os Solos

Na Área de Diretamente Afetada, a saber, no fundo do vale do Iapó e às margens do rio Fortaleza, em locais com o afloramento de rochas, são altas as restrições aos usos dos solos, ocorrem restrições a usos agrários, situação que não prevalece na Área de Influência Direta, onde os altiplanos colinosos de solos profundos e férteis permitem os usos agrícolas e pecuários são cuidados próprios (Figura 64). Assim com exceção dos vales dos rios, tomando-se as precauções às restrições ou limitações, será possível exercer a economia agrícola, baseada na produção de soja, milho, feijão e trigo.

O reservatório da PCH FORTALEZA não inundará solos usados para agricultura, salvo alguns segmentos atualmente dedicados à pecuária extensiva. A APP do rio, ainda em estágio incipiente, ocupa terras até a pouco exploradas em ambas as margens.

Alteração da estrutura do solo

A estrutura do solo poderá apresentar efeitos ambientais nas áreas próximas às que serão alagadas pela submersão e encharcamento, porém esse efeito será absorvido pela APP. Desta forma, não se consideram significativos os efeitos do alagamento sobre os solos das áreas afetadas.

Alteração do uso e da fertilidade do solo.

As terras que serão alagadas comportam-se em grande parte, dentro de áreas ciliares, notadamente na bacia do rio Fortaleza. Há evidências de que estas matas ciliares são de formação recente, algumas plantadas – inclusive com variedades exóticas – outras abandonadas à regeneração natural. A implantação do Projeto não causará alteração de sua fertilidade agrária (Figura 65).

Porém causará a alteração dos usos atuais de uma porção contígua à APP da bacia do lapó, onde atualmente se pratica agricultura mecanizada. Esta área será indenizada pelo Empreendedor em negociações já em curso.

Efeitos de erosão superficial e nas encostas

Não há condições para que o reservatório venha a produzir ou induzir a erosão superficial dos solos, salvo na pe-

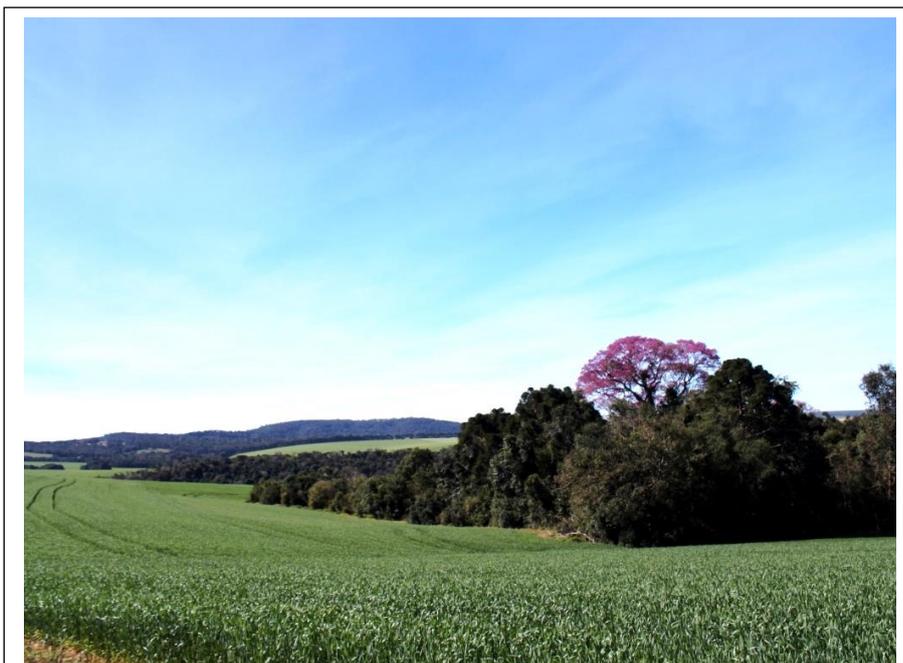


Figura 64. Uso do solo na região em torno do empreendimento

quena área no período de Obras e durante o período de tempo em que estas ocorrerem. As ações decorrentes das necessidades da Obra devem ser cercadas de cuidados para não propiciar focos de erosão ativas, situação indesejada pelo



Figura 65. Cultura de trigo na região do projeto

Empreendedor, que já a preveniu no projeto de engenharia, no escopo da proposição da barragem de enrocamento.

Aumento da evapotranspiração do solo

Na Área Diretamente Afetada – ADA que ficará às margens do reservatório, onde o processo da evapotranspiração poderia ser mais intenso, haverá uma franja florestal, não se criando, logo, ambiente propício de exposição do solo que aumentariam fenômenos naturais de evaporação. Assim, inexistem expectativas de impactos decorrentes do Projeto sobre fenômenos da evapotranspiração.

6.4. IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO

Análise da flora e fauna, terrestres e aquáticas buscaram evidenciar particularidades da Natureza e as sensibilidades dos ambientes que seriam afetados pelo empreendimento, tanto na fase das obras, como na de operação, causadas pelas edificações, barragem e reservatórios, bem como pelo regime operacional do aproveitamento.

Os prognósticos basearam-se nas análises diagnósticas levantadas na ADA da PCH FORTALEZA e projeta os impactos positivos e negativos da implantação da PCH sobre os componentes ambientais da região do Projeto.

6.4.1. Impactos sobre a Fauna Terrestre

O contingente faunístico natural da área da PCH FORTALEZA há muito não mais a ocupa. Estes ambientes correspondem ao ecótono ou área de contato entre os ecossistemas das Florestas Ombrófila Mista (FOM) e a Estacional Semidecidual (FES).

Os estudos diagnósticos sobre a Fauna, empregando vários mecanismos de captura e observação mostraram a pobreza do atual contingente da fauna da região do Projeto. Relembre-se que a ocupação dos campos foi uma foi um dos primeiros pelos homínídeos paleontológicos. As ocupações se sucederam até os ocupantes atuais, tudo isso impingido à Natureza um quinhão de impactos. As ocupações mais recentes, das últimas três ou quatro gerações ainda empregavam o fogo como uma ferramenta de preparação da área, coisa que reduziu a variedade da biodiversidade às espécies que conseguiram sobreviver a estes condicionamentos não naturais.

Referindo-se às considerações requeridas pela Matriz de Impactos Ambientais, objeto da Portaria IAP 158/2009, podem-se destacar os seguintes aspectos e impactos induzidos pelo aproveitamento hidrelétrico:

Alteração da composição da fauna

Ao longo de seu período operacional, esta hidrelétrica não agravará a situação negativa já constatada na composição da fauna. Pelo contrário: há grande expectativa que o novo meio, com a ampliação das formações ripárias naturais sem a introdução de novas espécies florísticas, faculte a proteção e o aumento do contingente faunístico regional, contribuindo positivamente para a proteção da biodiversidade deste ecossistema de contato entre a FOM e o bioma dos Campos. Este impacto, portanto, se afigura evidentemente positivo.

É natural e esperado o afastamento natural e temporário da fauna ocorrente na Obra, por conta dos ruídos dos equipamentos e a da presença humana, que *per si*

repelirão os animais silvestres (ainda que alguns poderiam ser atraídos à procura de alimento eventualmente facilitado pelos operários).

Após a conclusão da Obra, desaparecendo a movimentação de pessoas, atenuando-se os ruídos e deixando de existir outros fatores de afugentação (ou atração), a normalidade da vida faunística deverá voltar a se instalar. Para atenuar este período deverão ser tomadas algumas medidas de precaução junto a todo o pessoal em serviço, tanto para evitar a caça e perseguição, como prevenir a atração e domesticação da fauna silvestre. O PBA – Programa Básico Ambiental conterà um tema com este objetivo.

Surgimento de espécies exóticas

Atualmente grande parte da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada está ocupada por plantios agrícolas de alta tecnologia e produtividade. A APP, como se comentou, é em parte ocupada por plantios de espécies interesse comercial, se bem que ainda contaminada com gramíneas.

Não há pessoas residindo na Área Diretamente Afetada do Projeto, ainda que exista uma residência, provavelmente de veraneio, junto à ponte da estrada rural (Fig. 66). Essa situação certamente contribui para que seja baixa a presença de animais domésticos da população rural: cachorros e gatos, que poderão causar alguns impactos nas pressões de caça e destruição de ninhos e locais de reprodução de pequenos mamíferos e de aves. Na Casa de Força é muito co-



Figura 66. Estrada e eucaliptos na APP afetam a vida silvestre

Os operadores manterem para guarda um cachorro contido em canil, que ao latir à aproximação de estranhos, é também útil para repelir animais silvestres que para ali poderiam deslocar-se.

Surgimento de vetores

Vetores de endemias possuem ciclos de transmissão e difusão, dependentes de várias circunstâncias, entre as quais se destacam duas: grandes alterações do meio ambiente favoráveis às espécies patogênicas oportunistas, e a chegada de contingentes de pessoas, calculado em até 200 trabalhadores para trabalhar em regimes direto (120) e indireto (80), na Obra. Não se cogita que estes tragam à região suas famílias, por conta do curto período de trabalho (as obras civis serão edificadas em menos de um ano), e se estima que boa parte deste pessoal pudesse provir da própria região em deslocamentos diários.

Estes aspectos atenuam, *per si*, a possibilidade do surgimento e a instalação de viroses e vetores de endemias, sejam estes de veiculação hídrica, ou zoonoses. Quando à disseminação de enfermidades entre os operários, esta será uma questão sanitária a ser tratada pelas empresas que contratarão e trarão o pessoal ao sítio das Obras. Este cuidado recebeu um capítulo no PBA - Programa Básico Ambiental

Atropelamento de animais

O projeto não ensejará diretamente este impacto, por que usará estradas existentes que permitem um tráfego relativamente rápido para atender à região do empreendimento. O acesso à Obra curto, pouco mais de 15 quilômetros, e ali se recomendará velocidades máximas controladas. Não se estima que no período das obras ocorra a presença de animais silvestres nesta área, portanto o risco será, por si mesmo, resolvido. Depois, as estradas de serviço deverão ser recobertas com pavimento de basalto irregular após a conclusão das Obras, que garantirá o tráfego em qualquer tempo e facilitará o rápido escape dos animais eventualmente surpreendidos. Adicione-se a este aspecto físico a orientação via placas de sinalização e advertências aos poucos usuários, a ser implantada por recomendação de programa apresentado no PBA. Com tais medidas não se espera que este impacto venha a ocorrer.

Aumento de atividades de caça

O risco deste impacto incidiria principalmente na fase da Obra, em horários quando os operários estão de folga. Para prevenir esta situação, cuja responsabilidade legal também é atribuível ao empreendedor, será implantado um programa de orientação e controle adequado, que inclui medidas punitivas aos empregados e às empresas terceirizadas flagradas – ou com evidências - em ilícitos. Este programa será tratado no PBA.

Destruição de habitats

Na época da Obra ocorrerá movimentações do terreno para a abertura de estradas, escavações e depois, edificação da barragem, afetando locais sem características primitivas e/ou endêmicas relevantes. Na formação do Reservatório ocorre-



Figura 67. Mata ciliar pobre indica pouca fauna remanescente na PCH

rão eventos de elevação das águas nas margens do rio até a cota normal de operação. Estas atividades impõem preparação das áreas, alterações e ajustes da situação atual do estado futuro dos habitats ripários.

A preocupação do impacto da Obra sobre a pobre fauna será pequena, porque esta se afastará sozinha do local e de áreas contíguas à medida que os trabalhos forem avançando, para setores de menor ameaça à sua vida. Estima-se que tais animais permanecerão na faixa ciliar precária situada às margens do rio e a montante (fig.67). Esta questão será conteúdo de um dos programas preventivos do PBA.

Destaca-se por ser favorável à vida silvestre a providência de se depositar o material florestal não utilizável, suprimido da área a ser alagada, em coivaras contínuas às margens do futuro reservatório, na futura APP, permitindo que os animais silvestres encontrem, desde logo, abrigo nestes locais, dando início à formação da nova APP. Este é outro programa do PBA. Certamente será um impacto positivo a ampliação, em cerca de 161,1 ha para a vida silvestre nas novas áreas protegidas (Áreas de Preservação Permanente).

Dispersão de espécies

Já foi relatado que as condições de criação de novas áreas protegidas por este Projeto ampliarão a área de locais propícios ao desenvolvimento da fauna e à flora autóctone. Neste sentido, espera-se um impacto positivo de dispersão das espécies que por ora se concentram em nas estreitas faixas ciliares e capões da Área de Influência Direta do Empreendimento.

Empobrecimento genético

Não se prevê o desaparecimento de espécies por decorrência deste projeto, mas pela criação de condições para a proliferação da fauna nativa regional, se buscará eliminar o risco do isolamento de contingentes faunísticos, que poderia propiciar a erosão genética dos atuais contingentes, sua especiação e o empobrecimento da biodiversidade. Este impacto, portanto, inexistente. No entanto as novas condições ambientais programadas certamente atuarão para a proteção genética dos animais atuais e dos que muito provavelmente ocuparão os novos nichos ofertados.

Espécies endêmicas, raras ou ameaçadas

A pobreza da fauna registrada, a ausência de espécies endêmicas e que dependessem exclusivamente das áreas que se prevê ocupar com a Obra e Reservatório, expressam as significativas evidências de alteração ambiental. Mas há expectativas positivas para os remanescentes da fauna nativa, com a ampliação da superfície das águas e melhorias protecionistas das margens, onde se buscará reintroduzir a fitofisionomia original. Estas possibilidades certamente serão interessantes à vida silvestre deste resquício do ecossistema de contato.

6.4.2. Impactos sobre a Fauna Aquática

Das cabeceiras do Rio Iapó até sua foz, o rio possui setores isolados por trechos de corredeiras, quedas d'água e barragens, que fragmentam o ambiente hídrico, reduzindo a livre circulação da fauna aquática. Existem algumas pesquisas dos efeitos destas segmentações, porém esparsas e incipientes, até pelo pequeno interesse econômico que representam.

As análises recomendadas pela Matriz de Impactos sobre a fauna aquática são:

Alteração da composição da fauna aquática

A população pesqueira do rio Paranapanema, ao qual pertencem os rios Tibagi e Iapó era originalmente uma extensão da do Rio Paraná acima de Guaíra (ou dos Saltos de Sete Quedas). Com o advento da Itaipu Binacional, parte da população de peixes que ficou retida abaixo da barragem ascendeu ao setor superior do rio, presumindo-se que tenha provocado alguns impactos nas populações pesqueiras de montante. Não havia nestes rios, pesquisas progressas à Itaipu, e não houve como se comparar as eventuais alterações ou impactos daquele evento. No entanto, antes mesmo de Itaipu, algumas represas foram levantadas no rio Paranapanema, interrompendo um fluxo gênico que certamente havia na história natural desta extensa bacia hidrográfica.

A localização deste projeto em um curso tão alterado, e que possui alguns saltos que naturalmente segregaram o rio em trechos ecologicamente distintos, leva à situação de reconhecer que o projeto não interfere, efetivamente na ecologia da bacia onde está localizado. Foi com estas análises que se considerou ineficaz e dispensável um dispositivo para transposição da fauna aquática sobre a barragem.

Aparecimento de espécies exóticas

Espécies exóticas surgem por seu lançamento intencional ou acidentalmente, em corpo d'água natural. Não se encontrou registros que neste rio tivesse ocorrida a introdução intencional de espécies como a tilápia, a carpa, que ocupam praticamente todos os rios brasileiros. Estas espécies não foram alcançadas nas campanhas de ictiofauna realizadas por este projeto, porém devem, certamente ocorrer. Também

seria inviável a retirada e/ou eliminação dessas e outras espécies exóticas, tanto pelos custos como pelos danos potenciais à dinâmica biológica implantada. Como esses impactos não são procedentes deste aproveitamento, e não causam efeitos para a geração de energia, não constam providências de intervenção. Não obstante, havendo medidas saneadoras ou de favorecimento às espécies nativas, promovido por agência oficial, este empreendimento certamente apoiará os esforços mediante acordos oportunos.

Interrupção da migração de peixes

Já se explanou que o rio Tibagi possui saltos e Barragem intransponíveis tanto a jusante como a montante do aproveitamento. Essas barreiras naturais ou artificiais inviabilizam usos como a navegação, e, em termos ecológicos, diferenciam a fauna aquática ocorrente nos segmentos entre os saltos. Como a PCH se localiza entre saltos que oferecem dificuldades à transposição, admite-se que a população de peixes que povoará o reservatório será a mesma que hoje habita aquele trecho do rio. Admite-se assim que há mínima intervenção do Projeto na diversidade das espécies daquele rio. Logo não faz sentido a implantação de dispositivos que facultem às espécies reofílicas sua transposição pela barragem, ao que se soma uma questão biológica: escadas de peixes não são eficientes – em uma só sequência de degraus – acima de 10m de altura (MULLER, 2006) e a soleira da barragem terá 11,5m.

Destruição de habitats aquáticos

O Projeto aproveita trechos de declives do rio, que tornam favoráveis aproveitar seu potencial hidrelétrico. Ao se formar um reservatório produz-se a alteração no trecho do rio afetado pelo Projeto, das características lólicas das águas, para as semi-lólicas. Neste caso, como o de inúmeros outros rios planálticos brasileiros, esses ambientes parcialmente alterados encontram-se replicados a montante e a jusante do barramento, não se atingindo, salvo em casos especialíssimos, locais cujas características não tivessem amostras em outros pontos. Não sendo o caso da PCH FORTALEZA, os efeitos de alteração do regime hídrico serão nos habitat locais.

Dispersão de espécies ícticas

Impedimentos ou favorecimentos à dispersão de espécies de peixes ocorrem quando um empreendimento facilita deslocamentos antes impedidos por fatores naturais, como aconteceu em ITAIPU, na região de Sete Quedas. As características da PCH FORTALEZA não causam interferências na dispersão das espécies do rio Iapó ou Tibagi. Ademais, a proteção florestal das margens favorecerá a conservação dos seres aquáticos.

Empobrecimento genético

Ao se quase nada alterada a ecologia atual do meio hídrico, conclui-se que o Projeto não causará empobrecimento genético das populações aquáticas desse curso d'água, ainda que também não promova seu enriquecimento, o que dependeria de intervenções científicas de grande alcance, que excedem os objetivos do presente Projeto.

Espécies aquáticas endêmicas, raras ou ameaçadas

Ao se proceder aos estudos diagnósticos se destacou que a fauna aquática de rios como o Iapó (Figura 67) pode se apresentar peculiar em vista das características topográficas e fisionômicas regionais, como as que geraram os ambientes segmentados, e que exercem um efeito isolador em várias populações de peixes. É um fenômeno natural, que é sustentado por situações ambientais especiais, como os ambientes protegidos por florestas ciliares e locais de refúgios, trechos de corredeiras e de remansos, favorecendo a diversidade estrutural de habitat, que pode induzir à maior diversidade biótica desses setores.

A PCH FORTALEZA não causará transformação ou destruição de ambientes especializados, onde poderiam viver espécies endêmicas: mesmo o ambiente do salto a jusante será mantido por via da vazão ecológica permanente da barragem. Havendo ali alguma espécie endêmica, ou rara, ou ameaçada, não percebida nos estudos, tal espécie e seu ambiente serão preservados.

Mortandade de peixes e redução dos estoques

Eventos de mortandade de peixes ocorrem por várias razões, como as vinculadas à eutrofização do corpo d'água em períodos de estio, quando se reduz significativamente o Oxigênio dissolvido do corpo d'água. Este episódio, que poderia acontecer no rio em seu estado natural, não se estima que venha a ocorrer por influência do Projeto em nenhum tempo de seu período operacional. Uma situação mais crítica poderia ocorrer quando as águas do rio começarem a ser barradas para a formação do Reservatório, mas a prevenção disso, que seria um impacto, está na operação da vazão ecológica ou sanitária, que garantirá, permanentemente, que o rio, a jusante da barragem, jamais fique sem fluir. Note-se que o projeto prevê verter, na fase do enchimento do reservatório, um volume quatro vezes superior à vazão ecológica, o que atenuará significativamente os impactos ambientais desta etapa do empreendimento.

Outra causa de mortes de peixes vinculada ao projeto seria decorrente do aprisionamento de certo contingente de peixes na ensecadeira levantada no rio para seu desvio e execução das obras no fundo do leito ensecado. Não é o caso deste projeto, cujas obras de desvio não causarão a retenção de águas dentro da ensecadeira.

Prejuízo a outros animais aquáticos

Animais como capivaras, anfíbios e outros animais silvestres encontrarão, nas condições protegidas do Reservatório, condições melhoradas à vida, associadas aos cuidados de proteção fiscal com que hoje os raros espécimes não contam. A vegetação ciliar propiciará alimento e proteção, melhorando as condições atuais e haverá um corpo d'água permanente, diferentemente do que ocorre hoje, com as variações sazonais que o rio apresenta. Não obstante, não desaparecerão do rio os setores atingidos pelos estios, que continuarão serem notados na cabeceira do reservatório, a 4,4 km da barragem. Mesmo os animais encontrados a jusante, por não se interromper o fluxo das águas em tempo algum, não deverão ser impactados permanentemente pelo Projeto.

Impactos da fase das Obras na Ictiofauna

A Matriz de Impactos não previu efeitos das atividades recreativas dos trabalhadores e das comunidades vizinhas sobre as populações aquáticas. No entanto os estudos realizados focaram esta questão, lembrando que estas atividades de lazer poderiam causar impactos se porventura houver pesca predatória, feita com equipamentos não permitidos.

Também a Obra poderia ocasionar alterações na estrutura das margens, em momentos de execução a decorrocagem, cujas explosões certamente afugentarão a população de peixes situada em um raio próximo, este efeito, contudo, não possui mecanismos que permitam sua prevenção e atenuação, além do que, na escala do Projeto, não são relevantes.

6.4.3. Impactos sobre a Flora

Os impactos negativos sobre a vegetação ocorrerão principalmente nas áreas das margens que serão inundadas quando, ao formar o reservatório, as águas saírem da caixa do rio. A vegetação florestal remanescente ali encontrada será suprimida antes do alagamento. Na nova faixa de preservação permanente, um dos programas do PBA, Plano Básico Ambiental, detalhará que serão plantadas em torno de 41 mil novas árvores, e serão facilitados os trabalhos de regeneração natural formando clara demarcação dos limites da área protetora deste empreendimento.

Será necessário disponibilizar áreas para as Obras, alojamentos, canteiro de Obras e estrada de acesso. Para isso calcula-se que serão alterados com a remoção de vegetação, na maior parte exótica, cerca de 5 ha.

6.4.4. Outros impactos bióticos

A Matriz de Impactos se estende a outras questões, cuja consideração nestes estudos não gerarão efeitos negativos neste Projeto. Dentre estes estão danos em áreas de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas, favorecimento à contaminação biológica com vegetação exótica, a diminuição da abundância de espécies florísticas, a redução de áreas de ocorrência de espécies nativas – este Projeto prevê, ao contrário, seu aumento – os efeitos de borda, a contribuição para extinção de espécies,

invasão dos novos ambientes ribeirinhos por espécies oportunistas, mudanças negativas na paisagem, perdas da biodiversidade botânica, redução da cobertura vegetal e até a redução da variabilidade genética. Estes impactos, graças à pequena escala deste empreendimento, e à medida que serão tomadas para mitigar e prevenir os impactos anteriormente citados, não correm risco de ocorrer.

6.5. IMPACTOS SOCIAIS DO EMPREENDIMENTO

Considerando a área da bacia hidrográfica, não há impactos sociais negativos relevantes e insolúveis, decorrentes da construção e operação deste empreendimento. Certamente existirão os ganhos relacionados ao suprimento energético, cuja fonte hidráulica substitui equivalentes de queima de combustíveis fósseis, salutar ao equilíbrio planetário das emissões de gases de efeito estufa, assim como os ganhos financeiros que propiciarão melhor qualidade de vida às pessoas que usufruirão, direta e indiretamente desse benefício energético e também dos benefícios concomitantes do aproveitamento energético, como os usos múltiplos das águas represadas, notadamente os recreativos e culturais, não necessariamente conduzidos pelo empreendedor, mas facultado mediante autorizações administrativas que preservam o uso energético prioritário. As análises que se seguem têm estes benefícios em mente, mas o foco das análises está dirigido aos aspectos decorrentes das obras e da operação da PCH Fortaleza.

Os estudos das características demográficas, econômicas e de infraestrutura de Tibagi e os seus índices de desenvolvimento humano o *ranking* deste município em relação aos demais do Paraná, com oportunidades e deficiências normais e inerentes às condições políticas, econômicas e sociais próprias.

O Projeto da PCH FORTALEZA interferirá minimamente neste quadro, destacando-se, contudo, que o empreendimento favorecerá pelo recolhimento de impostos municipais, a Administração Pública de Tibagi. A análise dos efeitos socioambientais do Projeto, requerida pela Matriz de Impactos é comentada a partir deste contexto.

6.5.1. Aspectos Culturais

Não se constatou registros de que na área do projeto ocorram eventos folclóricos ou tradicionais, tais como ocorrem em outras regiões do Município. Nas cercanias e na área do Projeto não há marcos históricos ou culturais. Na área do projeto não há áreas de cunho religioso ou econômico ou outras que possam influir sobre as decisões relacionadas aos aspectos culturais deste empreendimento. O acesso ao rio pode ser feito, com alguma dificuldade, pela ponte municipal da estrada rural que se inicia na sede da Fazenda Iapó, que controla sua entrada e fluxo, mas neste local não há estruturas para facilitar o acesso ao rio. Outros locais são através das propriedades rurais, logo dependente de autorização do proprietário do imóvel que seria atravessado. Além do mais, o rio Tibagi que circunda a cidade homônima, que atrai eventuais visitantes ou turistas possui ancoradouros que atendem ao interesse dessas pessoas para atividades de esportes náuticos, notadamente rafting. A raridade e precariedade do acesso ao rio na área do Projeto mostra que não existe demanda por uso recreativo desta região.

6.5.2. Atividades Econômicas

Setor Primário

Já se explanou que a área onde se constituirá o reservatório é inviável para a agricultura, e tem severas restrições para a pecuária. Um pouco além, na APP, e especialmente no braço do rio Fortaleza tais condições não persistem, já que a futura faixa ciliar possui amplas áreas ocupadas com agricultura mecanizada, que terá que ser adquirida para ali se estender a Área de Preservação Permanente do reservatório. Apesar disso, serão pequenos os impactos de Projeto sobre a economia rural. O rio não é piscoso e não abriga geração de renda na atividade de pesca. A inexistência desta atividade certamente se dá pela facilidade de acesso que os interessados tem para pescar no rio Tibagi, de maior envergadura. Sequer se notou no rio Fortaleza, evidências de prática de pesca amadora, coisa observada nas margens do rio Iapó, em área pertencente a outra Fazenda.

Na área de influência direta se observou a produção intensa de grãos, com poucas áreas de pastagem se estendendo às margens pedregosas do rio. A escala produti-

va dessas grandes propriedades não contemplaria o atendimento eventual das necessidades de hortaliças e produtos rurais do futuro Acampamento.

No entanto será certamente um impacto positivo do Projeto a criação de oportunidade de trabalho a alguns trabalhadores rurais para serviços de limpeza do reservatório e de recuperação e proteção da APP .

Setor Secundário

Este projeto não sofre e não causa qualquer influência sobre o setor industrial da Bacia do Iapó. Não favorecerá qualquer alteração da produção local, já que os materiais que empregará serão oriundos de indústrias especializadas, e não afetará a taxa de emprego industrial. As águas que a PCH FORTALEZA empregará para a geração não possuem resquícios de poluição derivada deste setor regional.

Setor Terciário

A oportunidade de trabalho especializado e não especializado a 120 pessoas diretamente e a mais 880 indiretamente, afetará de alguma maneira a vida no município de Tibagi ao longo do ano que durará a Obra. Parte do contingente de mão de obra virá desse município, ficando poucos obreiros acampados no local da Obra.

O atendimento a esse contingente gerará demandas de contratação de pessoal, transporte e alimentação. A agregação de mão de obra ensejará oportunidades às empresas locais, de comércio e serviços, necessariamente temporários. Há a possibilidade de que se instale um pequeno comércio nas proximidades da Obra, para atender aos acampados, com controle das mercadorias ofertadas para prevenir o surgimento de problemas sociais, em especial os relacionados ao alcoolismo ..

Outros benefícios alcançarão Tibagi, com a aplicação das rendas auferidas pelos trabalhadores no período das obras e com o aumento de arrecadação tributária municipal de impostos (ISS, ICMS, COFINS).

6.5.3. Educação, Recreação e Lazer

Não estabelecerá vilas ou habitações familiares no Acampamento, não se prevendo, então, o incremento de população infantil que demande creches e escolas. As famílias que eventualmente se deslocarem para a região, atraídas pelas oportunidades de serviço no tempo das obras, ou que depois se estabelecerão na fase operacional, se servirão da rede pública de ensino proporcionada pelo Município de Tibagi, provavelmente usando o ônibus escolar municipal.

6.5.4. Infraestrutura Regional

Poucas obras serão necessárias para melhorar a infraestrutura essencial às obras e, posteriormente, da operação do empreendimento. Dentre estas se destacam as estradas de acesso, em ambas as margens, com atenções à ponte sobre o rio Iapó, à margem direita (fig. 68), e novas aberturas, em áreas agrícolas, dos acessos na margem esquerda do rio. O acampamento não terá alojamentos, logo as instalações sanitárias serão pequenas, suficientes para atender às demandas do período da Obra e depois, da Operação, estas já em caráter definitivo.

No local das obras haverá atividades do Programa Ambiental para destinar adequadamente os resíduos sólidos e efluentes líquidos que serão gerados no refeitório, escritórios e ambulatório. Nas frentes das obras também serão implantadas instala-



Figura 68. Ponte sobre o rio Iapó na área do Projeto: exóticas à frente.

ções sanitárias de campanha, destinadas a prevenir excrementos humanos em locais inadequados e coletas de embalagens de alimentos (“quentinhas”).

6.5.5. Núcleos Populacionais

Não há, na Área Diretamente Afetada – ADA, do Projeto nenhum núcleo populacional, logo não serão gerados impactos de alagamento de espaços urbanos ou peri-urbanos. A posição geográfica não interfere nas condições de abastecimento e comercialização regional e não influencia os processos dinâmicos de polarização regional, que continuarão a serem exercidos a partir de Tibagi.

Como a envergadura do empreendimento é pequena, não se criará polos de atração gerando aumento da demanda de serviços e equipamentos sociais, sendo as necessidades dos operários atendidas diretamente pelas empresas que executarão cada segmento da Obra.

6.5.6. Arqueologia

Os trabalhos de prospecção arqueológica foram contratados, seu plano de trabalho foi concluído e apresentado ao IPHAN, conforme comprova a carta em Anexo, protocolada naquele órgão, aguardando deste órgão a autorização para a realização das prospecções. Pela legislação, caso venham a ser encontradas ocorrências arqueológicas, tornar-se-á imprescindível a elaboração e execução de um estudo arqueológico intensivo e intrusivo (prospecções em sub-superfície), como determina o Artigo 4 da Portaria 230 do IPHAN onde se lê: “A partir do diagnóstico e avaliação de impactos, deverão ser elaborados os Programas de Prospecção e de Resgate compatíveis com o cronograma das obras e com as fases de licenciamento ambiental do empreendimento de forma a garantir a integridade do patrimônio cultural da área”. (IPHAN, 2002).

Assim, o programa de prospecção contratado será implantado com objetivos de localizar, dimensionar e cadastrar eventuais sítios arqueológicos em todas as áreas a serem afetadas pelo empreendimento e seu entorno imediato. A prospecção será realizada através de uma malha de sondagens em sub-superfície que cubra a totalidade dos compartimentos favoráveis ao trânsito e/ou estabelecimento de popula-

ções do passado. Este programa foi contratado junto a um profissional reconhecido pelo IPHAN

6.5.7. Populações Indígenas e Quilombolas

Não há populações, comunidades ou mesmo famílias contemporâneas ou tradicionais situadas ou ocupando a Área Diretamente Afetada. Não se reconhece estas até mesmo na Área de Influência Direta do empreendimento. Foram procedidas consultas ratificantes à FUNAI, INCRA e ITCG/PR. Inexistem assim riscos de que se alcancem ou alterem suas organizações sociais, ou elementos culturais próprios das populações tradicionais. Nestas condições seria desnecessário dizer que não resta qualquer necessidade de transferência compulsória de populações indígenas.

6.5.8. Saúde Pública

O Projeto não intervirá de nenhuma forma nas condições de salubridade regional. Para o número de pessoas que se prevê contratar em nas várias fases do empreendimento não há a necessidade de alteração da rede médico-hospitalar municipal e dos seus equipamentos, prevendo-se tão somente a instalação de um ambulatório para pequenos eventos junto ao Acampamento. Também o projeto não criará situações que gerem alterações ambientais propícias a focos de moléstias diversas.

A Empreendedora tomará as medidas de segurança e de medicina do trabalho para a prevenção de situações potenciais de acidentes. Será impedida, por questões de segurança, a entrada de terceiros ao canteiro de obras, com o que restringirá acidentes com eventuais visitantes. Para evitar que no ambiente da Obra a aglomeração de pessoas em certas estações do Ano, facilite a disseminação de alguma patologia endêmica, a prevenção desta possibilidade será feita nos sistemas de transporte, na medida da necessidade.

6.5.9. Situação demográfica urbana e rural

A comunicação da Obra com a cidade de Tibagi será feita por transporte coletivo da Empreendedora, com horários e periodicidade que for conveniente ao longo das obras e serviços. Não se prevê impactos sobre as condições das zonas urbana e rural nas quais o empreendimento se insere. Serviços de suprimento alimentar serão

prestados por empresa terceirizada, que se encarregará de adquirir, preparar e transportar os alimentos que serão servidos, observando os termos contratuais em termos de volume, qualidade e horários.

Em serviços de curta duração, como o presente, não se espera o surgimento de riscos sociais, notadamente os típicos da implantação de vilas residenciais, bem como os vinculados aos processos demissionais, ao fim das etapas da Obra.

Não obstante às situações sociais apontadas, os ganhos sociais derivados deste empreendimento serão notados na forma de melhorias dos sistemas de comunicações, ampliação da rede de energia elétrica, distribuição de renda decorrentes de novos serviços e empregos, eventual enriquecimento cultural e alteração de alguns hábitos locais por influência da comunidade de trabalhadores no período das obras.

7. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

7.1. METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

Neste capítulo deste EIA/RIMA se desenvolverá a valoração dos impactos, ou seja, a atribuição de valor ou significância às situações decorrentes de alteração e que serão introduzidas no meio físico, biótico e social, listando os impactos (positivos e negativos) relevantes e procedendo à sua descrição e mensuração, sempre que possível quantitativa e qualitativamente. Tal valoração se fez a partir dos dados obtidos sobre o meio ambiente e antropismos existentes na área de estudos.

Para se chegar ao índice de valoração de impacto se partiu de uma série de atributos facilitando a avaliação global do empreendimento, pela sua:

- a) característica ou natureza (impactos positivos, impactos possíveis de serem prevenidos, atenuados ou mitigados ou compensados);
- b) escala e dimensão (espacial/temporal): imediata: fase da Obra, média a longo prazos: fase da Operação); e
- c) intensidade das alterações (nos níveis alto, médio e pequeno ou insignificante), mesmo tendo em conta os impactos secundários (ou decorrentes de outros precedentes).

A legislação concernente estabelece que os critérios essenciais para definir o valor de um determinado fator negativamente impactante (em outros termos, fator de poluição), estão na razão entre a causa e efeito de ações sobre o meio ambiente com atributos de dano, como se depreende dos termos do Art. 54 da Lei da Natureza, que diz: “Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora...” (BRASIL – LEIS E DECRETOS, 1998/1999)

Esta definição é clara em afirmar que os critérios que serão usados na avaliação dos impactos se referem do agente causal para o agente receptor, a saber, do empreendimento para o meio ambiente, em seus aspectos físicos e bióticos. O peso ou índi-

ce é conferido à medida que se percebe a intensidade do dano causado, primeiramente às pessoas, depois à fauna e então à vegetação. O conceito não deu importância aos impactos infringidos ao meio físico, tais como a destruição de uma paisagem, de um recurso hídrico e a contaminação de um solo fértil, mas à medida em que esses impactos afetam os seres vivos antrópicos e da biota. Os Índices atribuídos aos impactos consideraram esta diretriz conceitual da lei. A valoração comparativa dos impactos se fará pela simples soma dos índices, multiplicados pelo índice +1 e - 1 referido à natureza positiva ou negativa do impacto. Com isso, os limites dos índices variarão entre 14 e 34 pontos, ambos negativos ou positivos.

Tabela 22. Classificação dos atributos de impacto

CLASSIFICAÇÃO	ATRIBUTOS	ÍNDICE
Natureza	Positiva	+1
	Negativa	- 1
Época de ocorrência:	Obra	3
	Operação	2
Ambiente em que incide:	Físico	2
	Biótico	3
	Antrópico	4
Área de abrangência do impacto	Área de Influência Indireta	1
	Área de Influência Direta	2
	Área Diretamente Afetada	3
Classe	Primários	2
	Secundários	1
Incidência	Diretos	2
	Indiretos	1
Potencial	Neutro	1
	Cumulativos	2
	Sinérgicos	3
Possibilidade de reversão	Reversível	1
	Irreversível	2
Probabilidade de ocorrência	Certa	3
	Provável	2
	Rara	1
Início	Imediato	3
	Médio prazo	2

	Longo prazo	1
Duração	Efêmera	1
	Permanente	3
	Cíclica	2
Importância	Pequena	1
	Média	2
	Grande	3
Tratamento	Prevenção	3
	Mitigação	2
	Compensação	1

A natureza positiva ou negativa de um impacto pode ser discutida à luz de interesses diversos, por exemplo, da população de assentados, da conservação ambiental com maior pureza, do empreendedor, etc. No caso, se considerará essa natureza à luz do conceito legal já referido.

No tocante à época em que os impactos podem ocorrer, destaca-se que podem começar a surgir na fase de projeto e pesquisas, quando os primeiros especialistas vão a campo e são questionados pelos moradores sobre o projeto que, muito frequentemente sequer o próprio empreendedor ainda conhece, já que se trata de estudos prospectivos. Por sua importância, as épocas dos impactos foram destacadas encabeçando as tabelas.

São áreas de abrangência as enquadradas como de Diretamente Afetadas (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), antes descritas.

Quando um impacto produz outros impactos, sua classe o define em primário, e o consequente, em secundário. Esta definição pode se confundir com a incidência dos impactos, se diretos ou indiretos, cujos atributos, contudo, são analisados independentemente se o impacto é ou não derivado de outro, situação quando pertenceria também à classe secundária.

O fator potencial considera reações em cadeia dos impactos, que podem gerar cumulatividades ou sinergias, isto é, resultados que são aumentados ou diminuídos

quando incidentes conjuntamente com outros impactos. Quando não se percebe a ameaça da cumulatividade ou sinergia, se diz que o potencial é neutro.

A possibilidade de reversão se refere à resiliência do meio a determinada ação, ou seja, sua capacidade de anular, per si, em algum tempo, o impacto sofrido. Um exemplo típico desta análise são os impactos da turbulência e da turbidez das águas, que se constata durante a fase do desvio do rio pelas ensecadeiras, que desaparecem e o meio se normaliza tão logo cesse o fator perturbador.

O foco dos próximos itens deste capítulo destacará os impactos previstos, citando tanto sua área de ocorrência (a dimensão espacial), a época em que ocorrerão (dimensão temporal), como a sua importância (avaliação ambiental).

7.2. IMPACTOS DA FASE DE IMPLANTAÇÃO

É na fase de implantação do Empreendimento que ocorre a transformação das condições atuais para uma nova, introduzida para o aproveitamento hidrelétrico do rio Iapó. Todos os impactos estão citados nas Tabelas 23 a 29, que resumem os impactos da fase das obras, indicando sua intensidade e a natureza de ação a ser adotada. As Tabelas 23 a 25 referem-se aos impactos sobre o sistema abiótico, as Tabelas 26 a 28, sobre os aspectos bióticos e a Tabela 29 os aspectos sociais. Os índices ali citados referem-se aos descritos na Tabela 22.

Tabela 23. Possíveis impactos sobre as águas

<i>Impactos da fase de Obras</i>	<i>Natureza</i>	<i>Época</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Classe</i>	<i>Incidência</i>	<i>Potencial</i>	<i>Reversão</i>	<i>Probabilidade</i>	<i>Início</i>	<i>Duração</i>	<i>Importância</i>	<i>Tratamento</i>	<i>Índice</i>
1. Alterações geológicas e da paisagem pelas escavações, e obras	- 1	3	2	3	2	2	3.	1	3	3	1	3	2	-25
2. Aumento da taxa de turbidez nos movimentos de solo e derrocamento	- 1	3	2	3	2	2	1	2	3	3	1	1	2	-25

Impactos da fase de Obras	Natureza	Época	Ambiente	Abrangência	Classe	Incidência	Potencial	Reversão	Probabilidade	Início	Duração	Importância	Tratamento	Índice
3. Riscos à contaminação das águas por ausência de saneamento	-1	3	4	3	2	2	1	1	2	2	1	1	3	-25
4. Redução da vazão do rio da barragem ao canal de restituição.	-1	2	2	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	-24

Tabela 24. Impactos sobre os geologia e solos

5. Obras de construção do canal de adução	-1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	3	1	2	-26
6. Destinação do material retirado do canal	1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	3	1	3	27
7 Negociações de concessões minerárias	1	3	4	3	1	1	3	1	2	2	1	1	3	25
8. Abertura dos acessos, do acampamento e de estruturas de apoio	-1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	3	1	2	-26
9. Obtenção de argila e rochas para construção da barragem e estruturas	-1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	3	1	3	-27

Tabela 25. Impactos sobre a atmosfera

10. Ruídos e emissões das máquinas e explosões na abertura do canal.	-1	3	2	3	1	2	1	1	3	2	1	1	2	-22
--	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Tabela 26. Impactos sobre a flora

11. Preparação do terreno, incluindo desmatamento dos locais das obras	-1	3	3	3	2	2	1	2	3	2	3	1	2	-27
12. Supressão florestal para preparação da área de inundação	-1	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	-32
13. Demarcação, instalar cercas e restauração da área ciliar	1	2	3	3	2	2	3	2	3	1	3	3	3	30

Tabela 27. Impactos sobre a fauna terrestre

14. Afastamento natural da fauna terrestre dos locais das obras	-1	3	3	3	1	1	3	1	3	2	1	1	2	-24
15. Ampliação dos espaços para a vida silvestre na APP.	1	2	3	3	2	2	3	2	3	1	3	3	3	30
16. Risco de caça e perseguição ou domesticação da fauna pelos operários	-1	3	4	3	1	1	2	1	2	2	1	1	3	-24
17. Ameaças de atropelamento de animais silvestres	-1	3	3	3	2	2	2	1	2	2	1	1	3	-25

Tabela 28. Impactos sobre a fauna aquática

<i>Impactos da fase de Obras</i>	<i>Natureza</i>	<i>Época</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Classe</i>	<i>Incidência</i>	<i>Potencial</i>	<i>Reversão</i>	<i>Probabilidade</i>	<i>Início</i>	<i>Duração</i>	<i>Importância</i>	<i>Tratamento</i>	<i>Índice</i>
18. Afastamento natural dos raros peixes para áreas sem obras ou ruídos	- 1	3	3	3	1	1	1	1	3	3	1	1	2	-23
19. Aumento da pressão de pesca e pesca predatória pelos empregados	- 1	3	4	3	1	2	2	1	2	2	1	3	3	-27

Tabela 29. Impactos sobre os fatores antrópicos

20. Risco de destruição de eventuais sítios arqueológicos	- 1	3	4	3	2	2	1	2	2	2	3	3	3	-30
21. Melhorias nas estradas de acesso	1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	1	3	3	27
22. Geração de 120 empregos diretos e 80 indiretos	1	3	4	3	2	2	1	1	3	2	1	3	2	27
23. Novas oportunidades de trabalho direto e indireto	1	3	4	3	1	2	3	1	2	1	1	3	3	27
24. Aplicação municipal da renda auferida pelos empregados;	1	3	4	3	1	1	3	2	2	1	1	3	2	26
25. Melhoria dos padrões de vida dos empregados;	1	3	4	3	1	1	3	1	2	1	1	3	2	25
26. Aumento de arrecadação tributária municipal (ISS, ICMS, COFINS);	1	2	4	3	2	2	3	2	3	1	3	2	2	30
27. Riscos de acidentes de trabalho	- 1	3	4	3	2	2	1	2	2	2	1	3	2	-27
28. Geração de resíduos sólidos e efluentes no Acampamento	- 1	3	2	3	2	2	1	2	3	2	1	3	2	-26
29. Indenização e regularizações	1	3	4	3	2	2	2	1	3	3	3	3	1	30
30. Desmobilização de mão de obra contratada ao final das obras	- 1	2	4	3	2	2	1	2	3	1	1	3	2	-26

7.3. IMPACTOS DA FASE DE OPERAÇÃO

Os impactos da fase de Operação em geral são duradouros, já que vinculados à operação do Empreendimento. Sua análise recai igualmente nos componentes abióticos, bióticos e antrópicos. As Tabelas 30 a 35 apresentam os impactos desta fase operacional, de mesma forma indicando sua intensidade e a natureza de ação a ser

adotada. As Tabelas 30 a 31 referem-se aos impactos sobre o sistema abiótico, as Tabelas 32 a 34 sobre os aspectos bióticos e a Tabela 35, os antrópicos.

Tabela 30. Impactos sobre as águas

<i>Impactos da fase de Operação</i>	<i>Natureza</i>	<i>Época</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Classe</i>	<i>Incidência</i>	<i>Potencial</i>	<i>Reversão</i>	<i>Probabilidade</i>	<i>Início</i>	<i>Duração</i>	<i>Importância</i>	<i>Tratamento</i>	<i>Índice</i>
31. Inserção do Reservatório no curso dos rios	- 1	2	2	3	2	2	3	2	3	1	3	1	2	-26
32. Retenção de sedimentos da bacia de captação no Reservatório.	- 1	2	2	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	-24

Tabela 31. Impactos sobre os solos

33. Inundação áreas marginais pelo Reservatório	- 1	3	2	3	2	2	1	2	3	1	3	1	2	-25
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Tabela 32. Impactos sobre a flora

34. Afogamento da vegetação ribeirinha na formação do Reservatório	- 1	3	3	3	2	2	3	2	3	1	3	1	1	-27
35. Aumento da cobertura vegetal ao se implantar a APP	1	3	3	3	2	2	3	2	3	1	3	3	2	30

Tabela 33. Impactos sobre a fauna terrestre

36. Perdas de terras atualmente ribeirinhas	- 1	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	1	1	-27
37. Aumento de espaço silvestre, na APP	1	2	3	3	2	2	3	2	3	1	3	3	2	29

Tabela 34. Impactos sobre fauna aquática

38. Aumento de espaço hídrico para a fauna aquática na área do reservatório;	1	2	3	3	1	2	3	2	3	1	3	3	3	29
39. Redução do volume de água do rio entre a barragem e o canal de fuga.	1	2	3	3	1	2	3	2	2	1	3	1	2	25

Tabela 35. Impactos sobre os fatores antrópicos

40. Geração de energia elétrica	1	2	4	3	2	2	3	2	3	1	3	3	3	31
41. Redução de empregos após a conclusão da Obra	- 1	2	4	3	2	2	1	2	2	1	1	1	2	-23
42. Melhorias nas comunicações	1	2	2	3	2	1	3	1	2	2	3	1	2	25
43. Melhorias na economia regional	1	3	4	3	1	1	3	1	1	1	3	3	3	27

44. Novas possibilidades sociais e de desenvolvimento regional;	1	3	4	3	2	1	3	1	1	1	1.	1	2	22
45. Ameaças por atividades que comprometam as águas represadas	- 1	2	4	3	2	1	1	2.	2	1	3	1	2	-22

O impacto de maior expressão negativa foi o relativo à supressão florestal prévia à formação do reservatório e os de maior expressão positiva foram, além da geração elétrica, os benefícios à vida silvestre aquática e terrestre na nova floresta. Na totalização dos valores dos índices negativos superaram os positivos, indicando que, nas condições brutas, sem nenhuma providencia de atenuação, prevenção e compensação, o resultado do projeto é ambientalmente negativo.

A percepção da natureza dos impactos revelada nas tabelas anteriores indica uma taxa de 57,7% de impactos negativos contra 42,3% positivos.

A análise das tabelas permite notar que prevalecem os impactos incidirá sobre os fatores antrópicos (35,6%), seguido dos impactos biológicos (31,1%) e físicos (33,3%) das incidências. A maioria dos impactos incidirá na Área Diretamente Afetada (71,1%), depois na Área de Influência Direta (28,9%), não se registrando impactos significativos sobre a Área de Influência Indireta. 71,1% dos impactos serão primários e 28,9% secundários, avaliação que conduz a uma incidência de 75,6% de impactos diretos e 24,4% indiretos.

Relativamente à probabilidade de que ocorram tais impactos, tem-se que 28,8% são de provável ocorrência e 64,4% como certa, contudo 6,8% destes foram considerados como de rara probabilidade, com o que se mostra o rigor das análises.

Os impactos ocorrerão em três épocas: o menor número são os imediatos, nas Obras, da ordem de 11,1%. Outro grupo, 42,2%, ocorrerá a médio prazo, considerado até o início da Operação e 46,6% ocorrerão a longo prazo, depois do reservatório ter sido formado e a Usina estar operando.

O caráter de efetividade ou seja, de duração destes impactos apontou que 53,4% destes serão permanentes e 46,6% serão efêmeros ou temporários, afetos a uma fase das obras ou da implantação do empreendimento. Quanto à magnitude ou importância destes, considerou-se que 46,7% dos impactos tem alta magnitude, 28,9%

têm média e outros 24,4% de pequena importância socioambiental. As análises sobre a reversibilidade dos impactos acusaram que 66,7% deles apresentam caráter permanente, não reversível, enquanto 33,3% são reversíveis. Finalmente, 37% desses impactos podem ser prevenidos, 52% mitigados, e 11% serão compensados.

7.4. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

Numa análise genérica, a seleção de uma boa alternativa socioambiental para um projeto do gênero deveria ser analisada com critérios tais como os apresentados na Tabela 36, desenvolvidos para este projeto.

Tabela 36. Critérios para seleção de alternativas socioambientais e culturais

Elemento	Situação crítica Índices (- 4) a (- 2)	Situação normal Índices (- 1) a (+1)	Situação favorável ao projeto, índices (+2) a (+4)
Flora	Ocorrência de espécies da flora raras ou ameaçadas	Não existência de espécies raras ou ameaçadas	Inexistência de vegetação, decorrente de passivo ambiental remanescente.
Fauna terrestre	Ocorrência de espécies da fauna terrestre, raras e/ou ameaçadas	Ocorrência de espécies comuns da fauna terrestre e/ou tolerantes e não ocorrência de raras/ ameaçadas.	Inexistência de fauna, ou existência de espécies tolerantes à presença humana.
Fauna aquática	Ocorrência de seres aquáticos raros e/ou ameaçados	Ocorrência de espécies tolerantes e inexistência de ameaçadas e raras	Inexistência de fauna aquática ou existência de espécies comuns
Solos	Instáveis	Estabilizados	Sem focos ou processos ativos de erosão
Geologia	Instável, com fraturas e/ou evidências de movimentos tectônicos recentes. Frágil aos fenômenos erosivos de origem hídrica.	Substrato estável, com boa capacidade de suportar pressões e esforços mecânicos e resistente à erosão	Estável e com alta capacidade a esforços mecânicos. Sem problemas relacionados à erosão hídrica
Paisagens	Ocorrência de importantes locais singulares, usados por espécies de habitat restrito (endêmicas), como cavernas e nichos típicos.	Ocorrência de locais onde poderia ocorrer endemismos não exclusivos ou usados por raras e ameaçadas	Não ocorrência de endemismos e locais singulares
Ocupações	Comunidades tradicionais (indígenas, quilombolas e caiçaras).	Comunidades rurais ou de pequena expressão urbana, recentemente instaladas	Não existência de moradores e residentes.
Ecosistemas	Ocorrência de ambientes exclusivos, de alta importância ecológica, como para a reprodução e abrigo de crias ou de descanso migratório	Eventual ocorrência de ambientes diferenciados, com similaridades em outros locais, ainda que de importância para algumas espécies	Inexistência de ambientes diferenciados e/ou sem importância ecológica evidente. Ambientes com profundas alterações antrópicas.
Culturais	Ocorrência de evidências	Existência de sítios arqueoló-	Não ocorrência de marcos

	paleontológicas, tais como inscrições rupestres e vestígios de ocupações pregressas	gícos esparsos e de marcos históricos de pequeno valor	históricos ou vestígios arqueológicos
Benefícios econômicos	Custos elevados em relação aos benefícios auferíveis, analisados inclusive ao longo do tempo	Benefícios razoáveis em relação aos custos. Possibilidades de melhorias ao passar do tempo	Benefícios elevados em relação aos custos, inclusive se analisados ao longo do tempo.
Benefícios sociais	Insensibilidade para com interesses e necessidades das comunidades do entorno e/ou eventualmente usuárias (turismo, lazer e educação).	Atenção às necessidades sociais possíveis de serem atendidas na gestão do negócio.	Abertura para necessidades das comunidades do entorno e eventualmente usuária, gerando oportunidades para melhoria das suas condições de vida (infraestrutura implantada e projetos específicos)

Antes, das análises ambientais vale lembrar as características de cada alternativa.

Na **Alternativa 01** o arranjo foi o do estudo de inventário, mantendo-se os níveis de montante e jusante, e área de drenagem, mas diferenciando na concepção do barramento e número de máquinas. A alternativa previu um barramento em aterro com núcleo em argila e faces protegidas por enrocamento, intercalado por uma soleira vertente com 11,5m de altura e crista de 246m, onde 20,00m seriam reservados a estrutura de desvio do rio na ombreira direita.

O circuito hidráulico extremamente curto e compacto, empregando o meandro do rio Fortaleza na sua foz, promovendo ali a captação e restituição direta no rio lapó, com barramento no rio lapó e vertedor no flanco direito do rio Fortaleza. Assim, haveria a inversão do fluxo d'água no trecho final rio Fortaleza devido ao posicionamento da captação locada neste mesmo rio e a casa de força devolvendo a água ao curso do lapó. Nesta alternativa a casa de força estaria recuada da margem e a água seria restituída ao curso natural do rio lapó na el. 690,10 por um canal de fuga curto escavado em rocha.

Essa alternativa, com um engolimento de 68,88m³/s teria uma perda de carga de 1,17% do seu desnível bruto, logo, uma queda líquida de 16,21m. Sua energia assegurada para a potência instalada de 9,85MW é de 6,38MWmed, ou seja, apresenta fator de capacidade médio de 0,65. O custo de implantação foi de R\$

32.239.000,00, que reflete a 3.273 R\$/kW, e custo médio de geração de 73,05 R\$/MWh (taxa de juros de 12%a.a., amortizado em 50 anos).

A **Alternativa 02** se diferencia pela adução mais alongada por um canal adutor, e a posição da casa de força mais a jusante no rio Iapó. Através destes dispositivos essa alternativa busca maior queda bruta, com a restituição na el.689,00. O eixo do barramento coincide em ambas alternativas e suas áreas de drenagem e alagadas também se igualam.

O aumento da queda bruta não conflita com a divisão de quedas do rio Tibagi e estudos de outras Usinas. Assim, o aproveitamento estará entre as el. 706,50m e 689,00m, com desnível bruto de 17,5m. Terá um barramento similar à Alternativa 01. Utilizará o meandro do rio Fortaleza onde será a adução, e fará a restituição no rio Iapó, com um circuito hidráulico relativamente curto.

Também fará a inversão do fluxo d'água no trecho final rio Fortaleza, mas o circuito hidráulico sai do reservatório em um canal de aproximação que conduz a água até o canal adutor escavado em rocha. Este alimenta a câmara de carga, dotada de grade para retenção de galhos e objetos que poderiam danificar a turbina, com limpa grades.

A posição da casa de força estará a 300m a jusante do local da alternativa 01, e a água seria restituída ao rio Iapó por um canal de fuga curto. Essa alternativa demanda um engolimento de 86,07m³/s com perda de carga de 2,18%, portanto uma queda líquida de 17,12m. Sua energia assegurada para a potência instalada de 13,00MW será de 7,31MWmed, com fator de capacidade 0,56. Essa Alternativa foi orçada em R\$ 37.542.000,00, refletindo um índice de 2.888 R\$/kW e custo médio de geração de 74,18 R\$/MWh, com juros a 12%a.a. e amortização de 50 anos.

Das análises acima se concluiu que a Alternativa 2, com canal adutor mais longo, que apresenta maior custo de implantação, também proporciona maior produção energética, cuja equação a torna mais interessante do ponto de vista da engenharia.

Em termos ambientais são mínimas as diferenças entre as opções locacionais, e maiores as técnicas, que representam maior ganho energético. Aplicando-se os critérios da Tabela 22, chega-se à conclusão apresentada à Tabela 37.

Nessa Tabela 37 se incluiu uma Alternativa 03, recomendada pela legislação, que considera, comparativamente, a não execução do empreendimento.

Tabela 37. Aplicação dos Critérios às Alternativas do Aproveitamento

Critérios \ Alternativas	Flora	Fauna terrestre	Fauna aquática	Solos	Geologia	Ecosistemas	Paisagens	Ocupações	Culturais	Ben. econômicos	Benefícios sociais	Soma dos índices
	Alternativa 01	-1	2	-2	1	2	2	2	0	0	1	1
Alternativa 02	-1	2	-1	1	2	2	2	0	0	1	1	9
Alternativa 03	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	6

Na Alternativa 03 será indiferente se não houver o aproveitamento, também acerca da criticidade dos solos e da geologia às condições presentes. Não haveria proteção ou ameaças sociais se ali houvesse comunidades tradicionais ou ecossistemas que abrigassem espécies endêmicas. Em não havendo o empreendimento, não há benefícios relativos à economia regional incentivada pela Obra, e nem as facilidades sociais decorrentes desta. Assim, essa Alternativa perde para as demais nessa avaliação comparada.

8. ANÁLISE INTEGRADA

Os Termos de Referência recomendam que seja elaborada uma análise integrada que caracterize de forma inteirada, a área de influência do empreendimento. Esta deverá conter a conexão dos itens de maneira a caracterizar as principais relações dos meios físico, biótico e socioeconômico. Para uma melhor percepção do conjunto de fatores a análise a seguir procedeu a abordagens interdisciplinares destacando cinco áreas temáticas, a saber: sobre a definição da APP, dos aspectos qualitativos das águas, de questões vinculadas aos aspectos geológicos, das particularidades bióticas e, finalmente, dos fatores socioeconômicos e culturais afetos ao empreendimento.

8.1. Análise da extensão e largura da APP

A área do Projeto possui duas situações ambientais: a primeira, do vale do Iapó, se caracteriza por um vale entalhado em rochas sedimentares, com mínimas condições de usos agrícolas. Os usos atuais neste são pecuários extensivos, sem aprimoramento de raças, onde a rusticidade do gado nelore acaba por fazer com que esta raça venha a predominar. Ainda que sendo inviável a aplicação de técnicas de conservação do solo não ocorrem processos erosivos expressivos. A difusão de nascentes nos afloramentos rochosos faz com que o pouco gado não chegue até o rio para a dessedentação. Nas poucas áreas de pastagem a caracterização do ambiente é a do Cerrado.

Contrastando com esta, o braço do rio Fortaleza não possui a topografia acentuada, mas colinosa que permite usos agrícolas mecanizáveis. Há alguns lajeados, contornados pelos implementos agrícolas, onde surgem solos úmidos e não úteis à agricultura, e estes adentram pela franja ciliar. Onde locais com solos mais profundos permitem o desenvolvimento das árvores nativas contaminadas com pinus e eucaliptos, espécies que sobrevivem em condições edáficas precárias. Há, assim, restrições de usos agrários, coincidindo justamente com a área que se prevê inundar com a PCH Fortaleza. A nova APP, neste braço do reservatório, se beneficiará de estreita faixa

adicional de terras mais profundas, algumas já ocupadas pela agricultura, onde deverá se formar um corredor florestal importante para a biodiversidade.

Assim, no conjunto das margens do reservatório, de um lado encostas pedregosas expostas, de outro lajeados entremeados com matas mistas, admite-se como eficiente uma faixa ciliar da ordem de 50m, suficiente para que o fluxo gênico venha a se processar, e considerando a contaminação florestal com pinus e eucaliptos – a ser progressivamente erradicada – de maneira mais eficiente do que a atualmente verificada, buscando-se restabelecer ligações com os mosaicos florestais residuais da Bacia.

8.2. Análise quali-quantitativa das águas usadas na geração hidrelétrica

Não foram identificados na bacia do rio Fortaleza usos e aproveitamentos consuntivos a montante da PCH, conquanto ocorram projetos hidrelétricos que aproveitam a sequência de quedas deste rio. As águas apresentam um IQA de boa qualidade para um rio que possui ocupações em praticamente toda sua extensão, ademais do fato de drenar uma área do bioma da Savana, com poucos capões de matas. As características dos solos certamente estão presentes no rio, com um arraste de particulados típico, porém razoavelmente desprovido de cargas orgânicas, ou evidências de erosão ativa.

8.3. Análise integrada dos aspectos geofísicos do empreendimento

No substrato geológico predomina superficialmente a formação Furnas, assentada sobre basalto, o garante grande estabilidade geológica ao projeto, em termos de sustentabilidade das estruturas da barragem. Assim, não são previstos eventos sísmicos, mesmo os mínimos.

8.4. Análise dos aspectos bióticos

Toda a região do Projeto apresenta evidências de antigas ocupações. Conquanto os rios se desenvolvam em vales relativamente entalhados, na região predominam as colinas, onde apropriadamente são praticadas culturas com alta tecnologia e grande produtividade. Com isso, restam muito poucos exemplares do que se crê, compunha a exuberante fauna primitiva. A diminuição das atividades de caça ensejou uma pe-

quena recuperação do contingente, que parece se renovar a partir de espécies sinantrópicas, ou seja, daquelas que possuem maior tolerância à presença e alterações humanas. Foi o caso de capivaras, tatus, graxains e mãos-peladas, cujos rastros, se bem que não frequentes, foram encontrados em regiões não diretamente afetadas pelo reservatório.

O rio Tibagi possui vários saltos intransponíveis à mobilidade da ictiofauna. Contudo a barreira mais eficiente à migração dos peixes de jusante pode ser a Barragem da UHE de Mauá, que interrompe o fluxo migratório desde o rio Paranapanema a montante.

8.5. Análise das questões socioeconômicas e culturais

Como já se comentou, não há usos diretos das águas dos rios Fortaleza e Iapó na área do Projeto. A economia da região do empreendimento não depende das águas do rio para irrigação ou transporte da produção. Salvo o turismo praticado no Parque Estadual do Guartelá, não constam outros interesses econômico ou cultural, local, com estes rios, menos ainda com a área do Projeto.

Os moradores da região não estão, como em muitos outros projetos de PCH, isolados de oportunidades sociais. Tibagi está situado em próximo à Rodovia do Café e na ligação desta com Ventania e todo Norte Velho e o fluxo do trânsito não é, absolutamente irrelevante. Os filhos de agricultores, ao concluírem seu ciclo secundário em Tibagi não precisam se deslocar longas distâncias para a continuidade de sua formação profissional nos centros de ensino superior para o que, os que precisam, podem contar com transporte coletivo oferecido pela Prefeitura Municipal. Não há nenhuma provisão para que o Projeto venha a interferir neste contexto

Em resumo

O novo empreendimento trará benefícios à ecologia, ao reestabelecer uma franja florestal protetora, onde a fauna remanescente e a que poderá vir a ali buscar proteção e alimento, venha a proliferar em condições significativamente melhores do que as atuais (Figura 68). Este benefício provavelmente se refletirá nos segmentos florestais remanescentes, muitos deles isolados por usos antrópicos rurais.

Não sendo uso consuntivo, o Projeto não influirá na vazão do rio Iapó, visto em sua extensão, ainda que um pequeno trecho inferior a dois quilômetros entre a barragem e a restituição passe a ter fluxo reduzido.

Não há complexidades no substrato geológico, ou expectativa de riscos geológicos para suportar a hidrelétrica. Também os solos, ainda que com alguma vulnerabilidade não apresenta criticidade à erosão. A vida selvagem ganhará com a implantação da APP do reservatório, tanto mais quanto mais diversificada for a vegetação a ser protegida/implantada. Para isso devem ser consideradas variedades frutíferas silvestres de interesse à fauna. Um fator esperável desta providência é a difusão, pela zozocoria, restaurando as matas empobrecidas com espécies de elevado valor ecológico.

As propriedades alcançadas não possuem, na área a ser afetada, estruturas domiciliares ou até mesmo rurais relevantes. Há, contudo uma estrada rural, com ponte de concreto na travessia do rio, comunicando as propriedades situadas no outro lado do rio com a rodovia Castro-Tibagi.

Os setores afetados pelo reservatório estão em processo de aquisição, com um dos proprietários em via de se associar ao Projeto. Com estes se fará acordos para a preservação da APP, com a construção de cercas e sua manutenção, e dependendo dos interesses mútuos, para as atividades de reflorestamento.

9. PROGRAMAS AMBIENTAIS

Com base na avaliação de impacto ambiental deverão ser identificadas as medidas de controle e os programas ambientais que possam minimizar, compensar e, eventualmente, eliminar os impactos negativos da implementação do empreendimento, bem como as medidas que possam maximizar os impactos benéficos do projeto.

Essas medidas devem ser implantadas visando tanto a recuperação quanto a conservação do meio ambiente, bem como o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas pelo empreendimento, devendo ser consubstanciadas em programas.

À luz da implantação da PCH FORTALEZA são, naturalmente, esperados impactos positivos e negativos. Os impactos negativos foram encarados de três formas: os resolvidos por ajustes de projeto, e sequer chegaram a ocorrer, os a serem atenuados ou mitigados, evitando-se que se expressem em toda sua potencialidade. No terceiro grupo ficaram poucos impactos, porém com caráter permanente, cujas soluções são aceitá-los ou, ao atingirem bens e pessoas, compensá-los de alguma forma. Neste grupo estão os impactos da substituição do uso das terras antes pecuárias por uma superfície alagada: os proprietários destas foram compensados com bens substitutos, no caso, a indenização financeira paga no momento da sua aquisição imobiliária, ou outra acordada pelas parentes como sendo adequada.

Para cada impacto considerado se buscou destacar seu caráter positivo e negativo ao meio ambiente e à sociedade (não se considerou questões que incidiam positiva ou negativamente sobre empreendedora, que demandariam outras análises, como as de risco, que fogem do escopo deste Relatório). Os impactos positivos serão ganhos efetivos sobre o meio-ambiente da região e para a sociedade em torno do empreendimento.

Exemplo disso é o fato do projeto injeta recursos financeiros à região, através de salários e contratos com fornecedores, cujo fluxo, apesar de temporário, contribuirá ao desenvolvimento regional. Além disto investirá em pessoas da localidade ao contratá-los para as necessidades de construção e depois, de operação, o que assegurará melhor qualidade de vida a várias famílias locais.

Para tratar os impactos negativos foram criados os programas citados a seguir, que comporão o **Plano Básico Ambiental**, exigido nos Termos de Referência do Órgão Ambiental. Os programas do Plano serão aplicados em três períodos temporais de execução:

- A. Ações de Implantação do Empreendimento
- B. Gerenciamento Ambiental da Implantação
- C. Gerenciamento Ambiental da Operação

O Plano Básico Ambiental será executado através de seis Programas Sociais e Ambientais, destinados a organizar e executar todas as medidas de prevenção aos impactos, sua mitigação e compensação, a saber:

- 1. Programa de Controle Ambiental da Obra
- 2. Programa de Indenização e Regularizações
- 3. Programa de Vida Silvestre Terrestre e Aquática
- 4. Programa de Controle Ambiental da Área de Influência
- 5. Programa de Educação Ambiental e Fiscalização
- 6. Programa de Oportunidades de Desenvolvimento

A Tabela 38 indica os programas que tratarão cada um dos impactos citados anteriormente. A Tabela 39 apresenta a mesma informação, contudo do ponto de vista de cada um dos seis programas, ou seja, apresenta o conteúdo geral dos seis Programas. No futuro Plano Básico Ambiental se esmiuçarão estas ações em atividades, distribuídas no tempo e espaço.

Tabela 38. Programas de tratamento dos Impactos

Impactos	Programas
1. Alterações geológicas e da paisagem pelas escavações, e obras	Controle Ambiental da Obra
2. Aumento da turbidez nos movimentos de solo e derrocamento	Controle Ambiental da Obra
3. Riscos à contaminação das águas por ausência de saneamento	Controle Ambiental da Obra
4. Redução da vazão do rio da barragem ao canal de restituição.	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
5. Obras de construção do canal de adução	Controle Ambiental da Obra
6. Destinação do material retirado do canal	Controle Ambiental da Obra
7. Negociações de concessões minerárias	Oportunidades de desenvolvimento

8. Serviços de abertura dos acessos, do acampamento e de estruturas de apoio	Controle Ambiental da Obra
9. Obtenção de argila e rochas para construção da barragem	Controle Ambiental da Obra
10. Emissão de ruídos e gases das máquinas e explosões	Controle Ambiental da Obra
11. Preparação do terreno, incluindo supressões do local da Obra	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
12. Preparação para inundação, com supressão florestal	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
13. Cercas e restauração da área ciliar do reservatório	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
14. Afastamento natural da fauna terrestre dos locais das obras	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
15. Ampliação do espaço para a vida silvestre na APP.	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
16. Caça ou domesticação da fauna pelos operários	Educação Ambiental e Fiscalização
17. Ameaças de atropelamento de animais silvestres	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
18. Afastamento dos peixes para áreas sem obras ou ruídos	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
19. Aumento da pressão de pesca pelos empregados	Educação Ambiental e Fiscalização
20. Risco de destruição de sítios arqueológicas na ADA	Educação Ambiental e Fiscalização
21. Melhorias na estrada de acesso	Controle Ambiental da A. Influência
22. Geração de empregos diretos e indiretos na obra.	Oportunidades de desenvolvimento
23. Oportunidades de trabalho direto e indireto	Oportunidades de desenvolvimento
24. Difusão da renda auferida pelos empregados;	Oportunidades de desenvolvimento
25. Melhoria dos padrões de vida dos empregados;	Oportunidades de desenvolvimento
26. Aumento de arrecadação tributária (ISS, ICMS, COFINS);	Oportunidades de desenvolvimento
27. Riscos de acidentes de trabalho	Educação ambiental e Fiscalização
28. Geração de resíduos e efluentes nos acampamentos	Controle Ambiental da Obra
29. Indenização e regularizações fundiárias	Oportunidades de desenvolvimento
30. Desmobilização de mão de obra ao final da Obra	Indenização e regularizações
31. Inserção do Reservatório no curso do Rio	Controle ambiental da A. Influência
32. Retenção de sedimentos no Reservatório.	Controle ambiental da A. Influência
33. Inundação de áreas marginais pelo Reservatório	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
34. Afogamento da vegetação ribeirinha pelo Reservatório	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
35. Aumento da cobertura vegetal na APP	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
36. Perdas de terras atualmente ribeirinhas	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
37. Aumento de espaço silvestre, na APP	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
38. Aumento do espaço para peixes no reservatório;	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
39. Redução de água do rio da barragem ao canal de fuga.	Vida Silvestre Terrestre e Aquática
40. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	Oportunidades de desenvolvimento
41. Redução de empregos após a conclusão da Obra	Indenização e regularizações
42. Melhorias nas estradas e comunicações	Oportunidades de desenvolvimento
43. Melhorias na economia regional	Oportunidades de desenvolvimento
44. Novas possibilidades sociais e de desenvolvimento;	Oportunidades de desenvolvimento
45. Ameaças por atividades que comprometam as águas	Educação ambiental e Fiscalização

Com esta distribuição, o conteúdo de cada Programa terá aproximadamente a seguinte abrangência:

Tabela 39. Conteúdo dos Programas Socioambientais

Programas	Áreas de atenção:
1. Controle Ambiental da Obra	Destinação do material retirado do canal; Alterações geológicas e da paisagem pelas escavações, e obras; Aumento de turbidez nos movimentos de solo e derrocamento; Riscos à contaminação das águas por ausência de saneamento; Obras de construção do canal de adução; Serviços de abertura dos acessos, do acampamento e de estruturas de apoio; Obtenção de argila e rochas para construção da barragem; Emissão de ruídos e gases das máquinas e explosões; Geração de resíduos e efluentes nos acampamentos;
2. Indenização e Regularizações	Desmobilização de mão de obra ao final da Obra; Redução de empregos após a conclusão da Obra;
3. Vida Silvestre Terrestre e Aquática	Redução da vazão do rio da barragem ao canal de restituição; Preparação do terreno, incluindo supressões do local da Obra; Preparação para inundação, com supressão florestal; Cercas e restauração da área ciliar do reservatório; Afastamento natural da fauna terrestre dos locais das obras; Ampliação do espaço para a vida silvestre na APP; Ameaças de atropelamento de animais silvestres; Afastamento dos peixes para áreas sem obras ou ruídos; Inundação de áreas marginais pelo Reservatório; Afogamento da vegetação ribeirinha pelo Reservatório; Aumento da cobertura vegetal na APP; Perdas de terras atualmente ribeirinhas; Aumento de espaço silvestre, na APP; Aumento do espaço para peixes no reservatório; Redução de água do rio da barragem ao canal de fuga;
4. Controle ambiental da Área de Influência	Melhorias na estrada de acesso; Inserção do Reservatório no curso do rio; Retenção de sedimentos no Reservatório
5. Educação Ambiental e Fiscalização	Caça ou domesticação da fauna pelos operários; Aumento da pressão de pesca pelos empregados; Risco de destruição de sítios arqueológicas na ADA; Riscos de acidentes de trabalho; Ameaças por atividades que comprometam as águas;
6. Oportunidades de Desenvolvimento	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA; Negociações de concessões minerárias; Geração de empregos diretos e indiretos na obra; Oportunidades de trabalho direto e indireto; Difusão da renda auferida pelos empregados; Melhoria dos padrões de vida dos empregados; Aumento de arrecadação tributária (ISS, ICMS, COFINS); Indenização e regularizações fundiárias;; Melhorias nas estradas e comunicações; Melhorias na economia regional; Novas possibilidades sociais e de desenvolvimento;

O Plano Básico Ambiental, que será elaborado na etapa da Licença de Instalação desenvolverá cada um destes seis Programas com os detalhes suficientes que permitam sua análise pelo órgão licenciador e sua execução. A apresentação dos con-

teúdos, objeto da Tabela 39 teve por fim arrolar todos os temas dos impactos levantados, preparando, como uma ementa, o bojo das atividades que cada qual tratará.

Relacionadas ao Programa **Oportunidades de Desenvolvimento**, há que se destacarem algumas atividades não relacionadas diretamente à atenuação ou compensação de impactos, mas que poderão assumir alta relevância para a região e para o próprio projeto, quais sejam:

A. Geração de Créditos de Carbono.

A PCH FORTALEZA se constitui num dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, competentes para substituir a queima de combustíveis fósseis que seriam usados para gerar energia elétrica, por um sistema sem emissões de Carbono à atmosfera, portanto para se enquadrar como gerador de Créditos de Carbono. Assim, de acordo com a Convenção de Mudanças Climáticas, este empreendimento poderá ofertar ao mercado mundial um volume de Carbono não emitido e faturar os valores correspondentes.

B. Criação de Peixes em Tanques-Rede

O conceito de criação de peixes em fazendas aquáticas tem sido uma atração de novos aproveitamentos hidrelétricos, não somente factível como de grande alcance social, ao propiciar a produção de pescado com qualidade e



Figura 69. Tanques-rede para produção de pescado, em Itaipu Binacional

segurança ao mercado. As condições oligotróficas das águas do reservatório da PCH FORTALEZA, com excelente qualidade, permitirá um controle completo do processo, através do contingenciamento de planteis em ambientes restritos, as gaiolas flutuantes, alimentadas com rações próprias às espécies que poderão ser criadas, algumas de águas frias, cujo processo, que poderá ser inédito, demandará alguns estudos especializados referentes às exigências de espécies adaptadas ao ambiente da PCH, e de maior interesse no mercado. Cumulativamente, o poder público municipal teria contribuição a dar, orientado para apoiar a futura distribuição do pescado, tal como a implantação de frigorífico de recepção do pescado e uso desta proteína na merenda escolar.

C. Geração Fotovoltaica

Sistema em que parte da superfície do reservatório será ocupada por sistema de placas fotovoltaicas flutuantes, para geração elétrica da transformação da insolação solar. Este uso múltiplo de barragens ainda é inédito no Brasil e aumentará o potencial energético do aproveitamento, usando a mais profunda do reservatório, incluída em uma área de segurança da barragem. As condições de configuração do reservatório, sem extensões que poderiam gerar fletch de ondas parecem propicias, apesar de, por seu encaixe em vale, haver o risco de afetação do volume de insolação diário incidente.

D. Criação de Oportunidades de Lazer

Há condições ambientais, relativas à qualidade das águas, propicias a alguns esportes náuticos e de contato direto (natação), ao que se poderia associar as oportunidades de turismo geradas pela proximidade relativa ao Parque Estadual do Guartelá, que poderá ser interessante como incremento à economia regional. Estas condições fazem com que este empreendimento, cercado com suas matas ciliares, venha a propiciar um aproveitamento social não frequente em outras muitas PCHs.

Como os usos recreativos das águas dependem de um meio ambiente sadio, é reconhecido por seu valor de incentivo e contribuição aos cuidados ambientais de toda a área do Projeto. A área de lazer, se viera a ser implantada, deverá ser reconhecida como de utilidade pública pela municipalidade e acatada pelo órgão ambiental

estadual que conceder a licença à PCH FORTALEZA. Com a participação do poder público municipal serão implantados diversas instalações tais como ancoradouro e rampa para barcos, trapiche e balneário, instalações sanitárias e de conforto aos usuários, que poderão incluir área de estacionamento, acampamento e lanchonete, estabelecidos através de um projeto de viabilidade econômica e ambiental. O planejamento precoce desta área propiciará a qualidade das instalações e o adequado controle, evitando que seu usufruto venha a causar degradação e riscos ao ambiente.

10. MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO

Ao se apresentar os Programas do Plano Básico Ambiental, como acima se referiu, será incluído um Plano de Monitoramento e Acompanhamento em que serão programadas as coletas de informações de avanço e avaliação o sucesso das medidas de controle dos impactos (positivos e negativos), com suas formas de medição e de avaliação dos resultados. Tais análises serão feitas com emprego de indicadores, a serem ali listado. Com estes poderão ser verificados o que ocorreu na execução de cada um dos programas, como e onde estes foram realizados e os resultados progressivos das atividades conduzidas.

A comprovação dos resultados será feita por documentação técnica (laudos, relatórios gerenciais, de inspeções periódicas, aplicações de questionários socioeconômicos, etc.), e técnica (relatórios laboratoriais e registros fotográficos). Para tanto, serão desenvolvidos formulários apropriados, que serão aplicados com periodicidade que será ali definida, com previsão que sejam consolidados anualmente, e encaminhados ao órgão ambiental para informar as conformidades (ou não conformidades) ao aqui proposto, e ilustrar a continuidade do licenciamento.

11. CONCLUSÕES

Ao se concluir este Estudo se notou que o presente EIA/RIMA cumpriu o objetivo essencial comprovar a viabilidade social e ambiental do empreendimento. Ao longo de todo o texto se explanou sobre os aspectos positivos e os negativos desta iniciativa, permitindo ao analista considerar sobre cada um dos aspectos referidos. Foram alinhados a seguir, alguns aspectos indicadores à decisão pelo edificar o empreendimento, no contexto das condições hídricas, topográficas, geológicas, de ocupação antrópica, de caráter biótico e econômicas financeiras, na área de afetação do empreendimento.

a) A proposta prevê o aproveitamento do **potencial hidráulico** com base na vazão média de longo período, que permite a geração de energia elétrica, ao mesmo tempo em que assegura uma vazão com objetivos sanitários, suficiente para prevenir falências dos sistemas ecológicos do corpo d'água e das margens, do trecho de rio entre a barragem e o ponto de restituição.

b) Foram apresentados os cálculos de **cheias excepcionais**, que indicam que a vazão máxima poderá ser muito alta, o que exigiu uma capacidade do vertedouro em escoar 3.069m³/s. Este volume, porém, não terá persistência, já o vertedouro é livre, sem qualquer estrutura de controle de vazão.

c) O pequeno reservatório, apesar de profundo porque se situa em vale de rio, não afetará significativamente o **ecossistema terrestre**, já que este foi muito alterado em tempos pregressos. A preservação de relictos florestais – e faunísticos - em capões ciliares, apesar de serem poucas as matas contínuas expressivas nas proximidades, poderá abrigar animais silvestres e servirá como núcleo de difusão daquela fauna aos novos ambientes que serão criados às margens do reservatório.

d) Estudos sobre a **fauna aquática** revelaram que esta é muito pobre, tanto por causas naturais, já que o rio é fragmentado a jusante, como por causa das interferências antrópicas diversas, desde épocas remotas.

- e) Serão pequenas as **alterações físicas** do terreno, já que o potencial hidrelétrico, obtido pela queda d'água será obtido, na diferença entre as cotas de el. 706,50 e e el. 689,00m sobre o nível do mar, portanto, da ordem de 17,5m;
- f) A conformação **geológica** da área do projeto não será afetada, inexistindo as possibilidades de eventos sísmicos ou que venham a provocar processos tectônicos de qualquer grandeza. A consistência geológica é apropriada para assentar a barragem e abrigar o sistema de adução, certamente com cuidados próprios;
- g) Inexistem **usos antrópicos** das águas neste trecho do rio, nem se afetam inexistentes moradores lindeiros ao reservatório. Toda a área onde será edificado o empreendimento, bem como de extensa faixa marginal está sendo adquirida pelo empreendedor. Nela não existem ocupações primitivas ou tradicionais, como terras indígenas e quilombos ou vestígios históricos, conquanto se detectou alguns vestígios arqueológicos. Também não abriga Unidades de Conservação de proteção integral, designadas como reservas e parques nacionais ou estaduais.
- h) Este empreendimento favorecerá a **biodiversidade** ao propor preservar os efeitos protetores de vegetação ciliar hoje inadequada. Na área de estudos persistem espécies da região de contato entre o bioma dos pinheirais e do cerrado, cuja proteção na APP favorecerá seu incremento.
- i) Também, as obras favorecerão **melhorias na infraestrutura** regional com melhorias de acesso, considerado pela população local como precário.

Como já se comentou, a não execução deste empreendimento, além do não aproveitamento do potencial hidrelétrico disponível, através de dispositivos hidráulicos de baixo impacto ambiental, não representa a permanência do *status quo*, mas a gradual deterioração do meio ambiente da região do Projeto. Estas condições já vêm se processando há vários anos e não serão intensificadas se este empreendimento não vier a ser implantado, porém terão um redirecionamento positivo com a execução desta proposta.

Com tais assertivas se procede, nesta conclusão, a comprovação da adequação da proposição sob ponto de vista ambiental, técnica, legal e político-social.

Em relação à **adequação ambiental**, percebeu-se nos estudos diagnósticos que a área onde se projeta a PCH FORTALEZA já estava profundamente alterada por usos pregressos dos solos, com insuficiente franja protetora ciliar determinada em lei vinha notada pela pequena densidade florestal e até uso de espécies exóticas na sua formação. O presente projeto então resgatará a qualidade ambiental perdida, em com maior riqueza e amplitude do que ocorreria em quaisquer outras situações. Nestas condições se criarão ambientes propícios a uma parcela importante na fauna dos ecossistemas especializados das matas ribeirinhas ou lacustres.

O Projeto Básico de engenharia foi desenvolvido com bastante consciência ambiental. Os estudos foram conduzidos de forma a obter a otimização do potencial hidráulico do rio, poupando áreas de inundação e locais de maior importância ambiental, como é o caso de cachoeiras e outros acidentes naturais do ambiente. Nestas condições, de menor canal adutor, sistemas de controle de vertimentos e precauções relativas à vazão sanitária, etc, comentados no Diagnóstico já se destacou a qualidade dos estudos, que convencem por sua **adequação técnica**.

Igualmente se mostrou que o empreendimento atende e possui **adequação legal**. Ademais, sua edificação, implantação do reservatório e operação estão, desde já, consoantes às condicionantes legais que regem a matéria.

Também se constatou que o empreendimento se encontra em plena **adequação político-social**, já que promoverá o desenvolvimento da região do projeto, pela oferta de empregos e melhorias de vida da população do entorno, pelo propiciar energia elétrica ao sistema energético nacional e, com tudo isso, se enquadrar em preceito constitucional deste Estado do Paraná, que recomenda a implantação de pequenas centrais hidrelétricas como forma de geração elétrica de baixo impacto socioambiental.

Em conclusão...

Constata-se que esta Pequena Central Hidrelétrica está sendo projetada obedecendo aos requisitos principais de maximização do aproveitamento do potencial hidráulico para a geração de energia, de otimização econômica e minimização dos impactos sociais e ambientais, satisfeitos de forma integrada.

Por todas as razões aqui expostas, já detalhadas em todo este EIA, este empreendimento apresenta evidências suficientes e convenientes que

RECOMENDAM SEU LICENCIAMENTO,

passo subsequente da aprovação deste Estudo de Impacto Ambiental

Curitiba para Tibagi, Novembro de 2014

Dr. Arnaldo Carlos Muller
A.Muller, Consultoria Ambiental

Assinaturas dos Técnicos Responsáveis

Dr. ARNALDO CARLOS MULLER
Engenheiro Florestal

Dr. LEONARDO PERONI
Cientista Social

Dra. LUCIANA RODRIGUES DE SOUZA BASTOS
Bióloga

Mestra^{nda} RENATA GABRIELA NOGUCHI
Bióloga

Eng^o BRUNO HENRIQUE CZELUSNIAK
Engenheiro Florestal

Mestra^{nda} LIZ EHLKE CIDREIRA
Engenheira Ambiental

REFERENCIAS

ANJOS, L. A avifauna do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al. (Orgs.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR. 2002. Cap. 15.

ATHIÊ S. **Composição da avifauna e frugivoria por aves em um mosaico de vegetação secundária em Rio Claro, região centro-leste do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2009.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. **Exploração seletiva do sub-bosque: alternativa para aumentar a rentabilidade dos bracatingais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. 17p. (Circular Técnica, 28).

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; CARVALHO, P. E.; SOARES, A. O. **Levantamento de espécies lenhosas em sub-bosque de bracatingais**. Boletim de Pesquisa Florestal. Colombo: Embrapa Florestas, n. 30/31, p. 69-74, jan./dez., 1995.

BERNARDE, P. S. e MACHADO, R. A. Fauna reptiliana da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al. (Orgs.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR. 2002. Cap. 16, p. 291-296.

BÉRNILS, R. S. e H. C. Costa (org.). 2012. **Répteis brasileiros: Lista de espécies**. Versão 2012.2. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Acessada em: 10 set. 2014.

BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J. C; E MORATO, S. A. A. Introdução Répteis. In: MIKICH, S. B. e BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná e Mater Natura - Instituto de Estudos Florestais, 2004.

BIANCONI, G. V. e PEDRO, W. A. Família Vespertilionidae. In: REIS, N. R. et al. (eds.). **Morcegos do Brasil**. Londrina, 2007. p. 167-187.

BLAUSTEIN, Andrew R. Chicken Little or Nero's Fiddle? **A Perspective on Declining Amphibian Populations** . Herpetologica, v. 50, n. 1, 1994. p. 85-97 .

BONVICINO, C. R. et al. Ordem Rodentia. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Guia ilustrado mamíferos do Paraná – Brasil**. Pelotas: Ed. USEB, 2009.

BORGES-MARTINS, M.; P. COLOMBO; C. ZANK; F.G. BECKER & M.T.Q. MELO. 2007. Anfíbios p. 276-291. In: BECKER, F.G.; R.A. RAMOS & L.A. MOURA (orgs.). **Biodiversidade: Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 385 p.

BORGES-MARTINS, M.; Alves, M.L.M.; Araujo, M.L. de; Oliveira, R.B. de e Anés, A.C. 2007. Répteis p. 292-315. In: BECKER, F.G.; R.A. RAMOS & L.A. MOURA (orgs.) **Biodiversidade: Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Ta-**

pes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 385 p.

BRASIL, **Leis e Decretos** Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma mata atlântica.

BRASIL. **Guia de vigilância epidemiológica** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 6. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRAGA, F. G. Mamíferos dos Campos Gerais (Cap. 12). In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. P. 123-133.

BREDT, A. et al. **Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle.** Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 1998. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/72930141/Morcegos-em-areas-urbanas-e-rurais-manual-de-manejo-e-controle>>. Acessado em: 09 set. 2014.

BUSS, I. M. Répteis dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 139-141.

CALLEGARO, R. M. **Variações florísticas e estruturais de um remanescente de floresta ombrófila mista Montana em Nova Prata – RS.** 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

CHEIDA, C. C. **Dieta e dispersão de sementes pelo lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger 1815) em uma área com campo natural, Floresta Ombrófila Mista e silvicultura,** Paraná, Brasil. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CHEIDA, C. C. et al. Ordem Carnivora. In: REIS, N. R. et al. (eds.). **Mamíferos do Brasil.** Londrina, 2006. Cap. 8.

CHEIDA, C. C.; MOTTA, M. C. e LIMA, I. P. Ordem Didelphimorphia. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná.** Londrina: Eduel, 2005. Cap. 1.

CARVALHO, V. T. et al. **Introduction of *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura: Leptodactylidae) in central Amazonia, Brazil.** Check List 9(4):849-850, 2013.

CONAMA, Resolução 004, de 1994. Define vegetação primária e secundária e seus respectivos estágios sucessionais.

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A. **Caracterização fitossociológica de um remanescente de floresta ombrófila mista em Guarapuava, PR.** *Árvore*, Viçosa, v.31, n.3, p. 545-554, 2007.

DEEPASK. **Finanças Municipais – Tibagi**. Disponível em: <<https://www.deepask.com/goes?page=Confira-o-investimento-municipal-em-seguranca-publica-nas-regioes-do-Brasil>>. Acesso em 13 agosto. 2014.

EIA UHE Telêmaco Borba. **Estudo de impacto ambiental – usina hidrelétrica Telêmaco Borba**. Soma Consultoria Ambiental, 2011.

GOOGLE EARTH, 2009. Imagens de satélite. Disponível em earth.google.com

HADDAD, C. F. B. Uma análise da lista brasileira de anfíbios ameaçados de extinção. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M. e PAGLIA, A. P. (orgs.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. (Ministério do Meio Ambiente/Fundação Biodiversitas, Brasília, DF, 2008, p.287-295.

HEYER, W. R. e MURPHY, J. B. **Declining Amphibian Population Task Force**. Species 29: 66, 1997.

HIERT, C. E MOURA, M. O. **Anfíbios do Parque Municipal das Araucárias, Guaruva – Paraná**. Ed. Unicentro, 2007.

HUI, W. F. et al. **Influência das Alterações Ambientais na Epidemiologia dos Acidentes Ofídicos e na Distribuição Geográfica das Serpentes de Importância Médica nos Estados de São Paulo e Paraná**, 1988-1997. Informe epidemiológico do SUS 2002; 11(1): 45 – 47.

IAP. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá**. Paraná, 2002

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Ibge Cidades. **Município de Tibagi**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=412750>>. Acesso em: 08 agosto. 2014.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Caderno Estatístico Municipal de Tibagi**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=84300&btOk=ok>>. Acesso em 8 agosto. 2014.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Base de Dados do Estado - BDEWeb**. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em 17 agosto. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro. 92p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004. **Mapa de Vegetação e dos biomas do Brasil**.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23 – **SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA EM ÁREA RURAL**, Versão Maio/2009.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 24 – SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA EM ÁREA URBANA Versão Maio/2009.

KWET, A. e DI-BERNARDO, M. **Anfíbios – amphibien - amphibians**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999.

HOSOKAWA, R.T. & SOUZA, A.L. **Amostragem para fins de manejo**. Curso de Manejo Florestal. Brasília - DF, 1987, v. 5, 25p.

MATTOS, P. P.; GARRASTAZU, M. C.; LACERDA, A. B. de; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Demonstração de diferentes protocolos para implantação de parcelas permanentes em floresta ombrófila mista**. Colombo: Embrapa Florestas, 6 p.2008. (Circular Técnica 208).

MACHADO, R. A. E BERNARDE, P. S. Anurofauna da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. e. et al. (Orgs.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR. 2002. Cap. 17, p. 297-306.

MAPA DA VIOLÊNCIA – Centro Brasileiro de Estudos Latino-Americanos. **Os Jovens do Brasil, 2014**. Disponível em: <http://www.mapadaviolenzia.org.br/mapa2014_jovens.php>. Acesso em: 13 agosto. 2014.

MARGARIDO, T. C. C. et al. Ordem Artiodactyla. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná**. Londrina: Eduel, 2005. Cap. 7.

MARGARIDO, T.C.C. & F.G. BRAGA. 2004. Mamíferos, p. 27-142. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná e Mater Natura - Instituto de Estudos Florestais, 2004.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná e Mater Natura - Instituto de Estudos Florestais. 764 pp. 2004

MIRANDA, M. D. J. **Guia ilustrado mamíferos da Serra de São Luiz do Purunã Paraná, Brasil**. Pelotas: Ed. USEB, 2009.

MULLER, A.C. **Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. São Paulo : Ed Makron Books, 412p, 2006.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S. & HATSCHBACH, G.G. 2002. **As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná**. Ciência & Ambiente, p. 76-92.

Oliveira, A. C. et al., **Guia para observação de aves do Parque Nacional de Brasília**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011.

OLIVEIRA, J. A. e BONVICINO, C. R. Ordem Rodentia. In: REIS, N. R. et al. (eds.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2006. Cap. 12.

OTAVIANO, J. Os rapineiros da fazenda Santa Elisa – Instituto Agronômico de Campinas, SP. *Atualidades Ornitológicas On-line*, n. 145: 39, 2008.

PEDRO, W. A. et al., Ordem Xenarthra. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná**. Londrina: Eduel, 2005. Cap. 4.

PNUD – ATLAS DO BRASIL. **Tibagi**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 14 agosto. 2014.

PÉLLICO NETTO, S. & BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. V.1, Curitiba, PR, 1997. 316p.

Piratelli, A. Et al. Searching for bioindicators of forest fragmentation: **passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 2, 2008.

REIS, N. R. et al. **Guia ilustrado mamíferos do Paraná – Brasil**, Pelotas: Ed. USEB, 2009.

REIS, N. R. et al. **Morcegos do Brasil**. Londrina, 2007.

REIS, N. R. et al. (a) Sobre mamíferos do Brasil. In: REIS, N. R. et al. (eds.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2006. Cap. 1.

REIS, N. R. et al. (b) Ordem Lagomorpha. In: REIS, N. R. et al. (eds.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2006. Cap. 6.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FANDIÑO-MARIÑO, H.; ROCHA, V. J. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná**. Londrina: Eduel, 2005, 202 pp.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L. e LIMA, I. P. Morcegos do Brasil. In: MEDRI, M. E. et al. (Orgs.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR. 2002. Cap. 14.

RIBAS, E. R. E MONTEIRO-FILHO, E. L. A. **Distribuição e habitat das tartarugas de água-doce (Testudines, Chelidae) do Estado do Paraná, Brasil**. *A. Biociências*, v. 10, n.2, p. 15-32, Porto Alegre, 2002.

ROCHA, V. J. et al. Ordem Carnivora. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre – Paraná**. Londrina: Eduel, 2005. Cap. 5.

RODRIGUES, M.T. **Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo *torquatus* ao Sul do Rio Amazonas** (Sauria, Iguanidae). *Arq. Zool.* **31**, 1987. p. 105-230.

RODRÍGUEZ-ESTRELLA, R.; DONÁZAR, J. A. e HIRALDO, F. **Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, Mexico**. *Conservation biology*, v. 12, n. 4, p. 921-925, 1998. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/j.1523-1739.1998.97044.x/>>. Acessado em: 06 set. 2014.

ROTA DOS TROPEIROS. **Tibagi**. Disponível em: <<http://www.rotadostropeiros.com.br/municipio.php?id=16>>. Acesso em: 17 agosto. 2014.

SANTOS, L. B.; CHEIDA, C. C. e REIS, N. R. Ordem Carnívora. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Guia ilustrado mamíferos do Paraná** – Brasil. Pelotas: Ed. USEB, 2009.

SANTOS, T. G. e HADDAD, C. F. B. **Notes on geographic distribution – Amphibia, Anura, *Leptodactylus labyrinthicus*: rediscovery and distribution extension in the state of Rio Grande do Sul, Brazil**. Check List 2(1), 2006.

SCHERER-NETO, P. et al. (a) **Lista das aves do Paraná**: edição comemorativa do “Centenário da Ornitologia do Paraná. Curitiba: Hori Consultoria Ambiental, 2011.

SCHERER-NETO, P. et al. (b) Atualização do conhecimento sobre a avifauna do Parque Estadual do Guartelá, Paraná, Brasil. In: CARPANEZZI, O. T. B. e CAMPOS, J. B. (orgs.). **Coletânea de pesquisas: Parques Estaduais de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Curitiba: IAP, 2011. p. 346-355

SEGALLA, Magno V. et al. 2012. **Anfíbios brasileiros: Lista de espécies**. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br>>. Acessado em: 10 set. 2014.

SEGALLA, M. V. e LANGONE, J. Introdução Anfíbios. In: MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná e Mater Natura - Instituto de Estudos Florestais, 2004.

SILVEIRA, G. Ordem Primates. In: **Guia ilustrado mamíferos do Paraná** – Brasil. Reis, N. R. et al. (orgs.). Pelotas: Ed. USEB, 2009.

SILVEIRA, G.; Reis, N. R. e Rocha, V. J. Ordem Primates. In: REIS, N. R. et al. (orgs.). **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre**

SCHEER, M.B.; BLUM, C.T. **Arboreal Diversity of the Atlantic Forest of Southern Brazil: From the Beach Ridges to the Paraná River, The Dynamical Processes of Biodiversity - Case Studies of Evolution and Spatial Distribution**, PhD. Oscar Grillo (Ed.). InTech, 2011. Disponível em:<<http://www.intechopen.com/books/the-dynamical-processes-of-biodiversity-case-studies-of-evolution-and-spatial-distribution/arboreal-diversity-of-the-atlantic-forest-of-southern-brazil-from-the-beach-ridges-to-the-parana-riv>>. Acesso em 17/07/2014.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Procedimento Operacional Padrão – POP 005 de 20 de junho de 2008. **Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Paraná**. Curitiba, PR: 2008.

SEVEGNANI, L. Vegetação da Bacia do Rio Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W.B. & PROCHNOW, M. (org). **MATA ATLÂNTICA E VOCÊ: COMO PRE-**

SERVAR, RECUPERAR E SE BENEFICIAR DA MAIS AMEAÇADA FLORESTA BRASILEIRA. Brasília: APREMAVI, 2002.

SILVESTRE, R.; KOEHLER, H. S.; MACHADO, S. A.; BALBINOT, R.; WATZLAWICK, L. F. **Análise Estrutural e Distribuição Espacial em Remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Guarapuava (PR).** *Ambiência*, v. 2, p. 259-274, 2012.

SOUZA, Vinicius Castro & LORENZI, Harri. 2005. **BOTÂNICA SISTEMÁTICA: GUIA ILUSTRADO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE ANGIOSPERMAS DA FLORA BRASILEIRA, BASEADO EM AGP II.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005.

STEENBOCK, W. **Domesticação de bracatingais: perspectivas de inclusão social e conservação ambiental.** 262 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de concentração Recursos Genéticos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

TIBAGI. **Programa Recicla Tibagi.** Disponível em: <http://www.tibagi.pr.gov.br/site/modules/mastop_publish/?tac=Recicla_Tibagi>. Acesso em 20 agosto. 2014.

TIBAGI. **Departamentos – Defesa Civil.** Disponível em: <http://tibagi.pr.gov.br/site/modules/mastop_publish/?tac=Defesa_Civil>. Acesso em 20 agosto. 2014.

TIBAGI. **Escolas Sem Fronteiras.** Disponível em: <<http://tibagi.pr.gov.br/escolasemfronteiras/>>. Acesso em 20 agosto. 2014.

TIBAGI. **Obras no Centro de Saúde da Mulher e da Criança.** Disponível em: <<http://tibagi.pr.gov.br/portal/modules/news/article.php?storyid=628>>. Acesso em 22 agosto. 2014.

TIBAGI. **Centro Mãe Paranaense de Telêmaco Borba beneficiará região.** Disponível em: <<http://tibagi.pr.gov.br/portal/modules/news/article.php?storyid=129>>. Acesso em 22 agosto. 2014.

TIBAGI. **Requião e Pessuti inauguram Hospital Regional.** Disponível em: <<http://www.tibagi.pr.gov.br/site/modules/news/article.php?storyid=1657>>. Acesso em 22 agosto. 2014.

TIBAGI TURISMO. **Guartelá Ecoturismo.** Disponível em: <<http://tibagiturismo.com.br/guartela/>>. Acesso em 25 set. 2014.

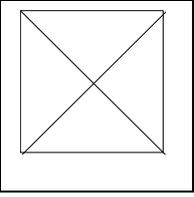
TIBAGI. **Ocupação e Uso da Terra.** Disponível em: <http://www.sppert.com.br/brasil/paran%c3%a1/tibagi/economia/ocupa%c3%a7%c3%a3o_e_uso_da_terra/>. Acessado em 24 agosto. 2014.

VALERIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; SAUERESSIG, V. P.; PIMENTEL, A. **Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma floresta ombrófila**

mista Montana, município de Irati, PR – Brasil. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v.6, n. 2, p. 137-147, abr./jun. 2008.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1991, 123p.

VASCONCELOS, P. F. C. **Febre amarela.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 36(2): 275-293, 2003.



ANEXOS

1. ART's dos profissionais envolvidos nos estudos ambientais;
2. ART's dos responsáveis técnicos dos projetos
3. Desenhos correspondentes, citados no texto:
 - Desenho nº 01: localização do Projeto no Estado e na Bacia
 - Desenho nº 02: Disposição Geral
 - Desenho nº 03: Barragem
 - Desenho nº 04: Casa de Força
 - Desenho nº 05: Reservatório