

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PCH PLENA ENERGIA I

Rio Cantu, Estado do Paraná



Curitiba - PR
Abril de 2002

EQUIPE TÉCNICA

RESPONSÁVEL	FORMAÇÃO	ITENS	ASSINATURA
COORDENAÇÃO GERAL			
Antonio Fonseca dos Santos	Eng. Civil, Ms.C CREA PR 09.243-D		_____
SUPERVISÃO GERAL			
Milton Ferreira	Administrador CRA-PR 08.583		_____
COORDENAÇÃO TÉCNICA			
Jorge Luiz Teixeira	Engenheiro Cartógrafo CREA PR 20.435-D		_____
Maira Avila Fonseca	Bióloga CRBIO 28.813/03-P		_____
DIAGNÓSTICO, IMPACTOS E PROGRAMAS			
MEIO FÍSICO			
Antonio C. F. Sperandio	Eng. Agrônomo CREA PR 13.402-D	Solos Aptidão Agrícola	_____
Tayne G. Garcia Colla	Geóloga CREA PR 25.758-D	Geologia Geomorfologia	_____
Rita Cristianne Sbrissia	Eng. Química CREA PR 27.674-D	Qualidade da Água	_____
Rubem Luiz Daru	Eng. Civil CREA-RJ 125169/D	Hidrologia	_____
Rosana Colaço Gilbertoni	Eng. Civil CREA-PR 31.860/D	Hidrologia	_____
MEIO BIOLÓGICO			
Alberto Urben Filho	Biólogo CRBIO 25.255/03-D	Flora Fauna Terrestre	_____
Liliani Marília Tiepolo	Bióloga CRBIO 25.038/03-D	Flora Fauna Terrestre	_____

RESPONSÁVEL	FORMAÇÃO	ITENS	ASSINATURA
Maira Ávila Fonseca	Bióloga CRBIO 28.813/03-P	Ictiofauna	_____
MEIO HUMANO			
Paulo Procópio Burian	Sociólogo, Ms.C DRT/PR 259	Demografia Renda Saúde Saneamento Educação	_____
Roni Wunder	Sociólogo DRT/PR 258	Ocupação do Território	_____
Zeno Kotecki	Administrador CRA-PR 9.463	Economia Regional	_____
Alexandre V. de Camargo	Especialista em Gestão Ambiental	Revisão dos Programas Ambientais	_____
Angeliane M. C. Falcão	Advogada OAB/PR-23.409	Aspectos Legais	_____
CARTOGRAFIA			
Jorge Luiz Teixeira	Engenheiro Cartógrafo CREA PR 20.435-D	Mapas Temáticos	_____
EQUIPE DE APOIO			
Giselle I. Syring de Moraes	Operadora de CAD	Mapas Temáticos	
Fernando Amorim Moutinho	Estagiário Sociologia	Revisão do Diagnostico do Meio Humano Auxílio em Campo	

ÍNDICE
VOLUME I

I	INTRODUÇÃO	I - 1
1.1	O Setor Energético Brasileiro – Setor Elétrico	I - 1
1.2	O Mercado Consumidor	I - 3
1.3	Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico – Plano 2000/2010	I - 5
1.3.1	Ministério de Minas e Energia - MME	I - 7
1.3.2	Conselho Nacional de Política Energética – CNPE	I - 9
1.3.3	Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL	I - 10
1.3.4	Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS	I - 11
1.4	Fontes Alternativas de Energia e Planejamento	I - 12
1.5	O Estado do Paraná no Contexto Energético Nacional	I - 13
1.6	Estudos Anteriores	I - 14
1.7	Estudos Ambientais	I - 16
II	DIRETRIZES DO ESTUDO	II - 1
2.1	Requisitos Legais Ambientais	II - 1
2.2	Licenciamento Ambiental	II - 4
2.2.1	Justificativa Legal	II - 5
2.3	Conteúdo dos Estudos e Legislação Atrelada	II - 12
2.3.1	Legislação Atrelada	II - 14
III	DESCRIÇÃO DO EMPRENDIMENTO	III - 1
3.1	Localização e Acessos	III - 1
3.2	Concepção Geral do Projeto	III - 2
3.2.1	Dados do Reservatório	III - 2
3.3	Descrição Sumária das Estruturas e Obras	III - 3
3.3.1	Desvio do Rio	III - 3
3.3.2	Barragens (diques)	III - 4
3.3.3	Vertedouro	III - 4
3.3.4	Tomada d'Água e Circuito Hidráulico de Adução	III - 5
3.3.5	Casa de Força e Canal de Fuga	III - 6
3.3.6	Transmissão	III - 8
3.3.7	Infra-Estrutura e Logística	III - 9
3.4	Investimento e Energia Gerada	III - 10
IV	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	IV - 1
4.1	Meio Físico	IV - 3
4.1.1	Hidrometeorologia	IV - 3

4.1.2	Geomorfologia	IV - 45
4.1.3	Geologia	IV - 50
4.1.4	Pedologia, Aptidão Agrícola e Uso do Solo	IV - 57
4.1.5	Qualidade e Uso das Águas Superficiais	IV - 86
4.2	Meio Biológico	IV - 100
4.2.1	Flora	IV - 100
4.2.2	Fauna Terrestre	IV - 121
4.2.3	Ictiofauna	IV - 161
4.3	Meio Humano	IV - 171
4.3.1	Arqueologia	IV - 172
4.3.2	Ocupação do Território	IV - 174
4.3.3	Dinâmica Demográfica	IV - 177
4.3.4	Condições de Saúde	IV - 180
4.3.5	Educação	IV - 182
4.3.6	Abastecimento de Serviços Públicos	IV - 185
4.3.7	Comunicação e Circulação	IV - 187
4.3.8	Produção Agropecuária	IV - 191
4.3.9	Aspectos Econômicos	IV - 193
4.3.10	Área de Influência Direta - AID	IV - 196
4.3.11	Conclusão do Meio Humano	IV - 209

VOLUME II

V	PROGNÓSTICO AMBIENTAL	V - 1
5.1	Metodologia de Identificação e Avaliação de Impactos e Riscos Ambientais	V - 1
5.2	Análise dos Impactos Ambientais Diagnosticados	V - 6
5.2.1	Desestabilização de Blocos e de Terra	V - 6
5.2.2	Instabilização de Encostas às Margens do Reservatório	V - 7
5.2.3	Aumento da Carga de Sedimentos nas Águas do Rio Cantu	V - 8
5.2.4	Assoreamento do Reservatório	V - 9
5.2.5	Instalação de Processos Erosivos	V - 11
5.2.6	Degradação Ambiental	V - 12
5.2.7	Contenção de Solos	V - 12
5.2.8	Redução nos Níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) e na Capacidade de Autodepuração do Rio Cantu na área do Reservatório	V - 14
5.2.9	Eutrofização do Reservatório	V - 15

5.2.10	Estratificação Térmica, Química e Bioquímica do Reservatório	V - 17
5.2.11	Alterações nas Comunidades de Organismos Aquáticos na Área do Reservatório	V - 19
5.2.12	Alterações nas Comunidades Biológicas à Jusante da Barragem	V - 20
5.2.13	Supressão da Vegetação Nativa	V - 21
5.2.14	Alteração de Habitats para a Fauna Silvestre	V - 22
5.2.15	Aumento da Diversidade Florística	V - 24
5.2.16	Poluição pela Destinação Indevida de Resíduos Sólidos e Efluentes Sanitários	V - 25
5.2.17	Destruição de Sítios Arqueológicos	V - 26
5.2.18	Mobilização Política da População Local	V - 28
5.2.19	Aumento Temporário da Oferta de Emprego	V - 29
5.2.20	Aumento das Atividades Econômicas Durante a Construção do Empreendimento	V - 30
5.2.21	Aumento Temporário das Receitas Públicas Municipais	V - 31
5.2.22	Perda de Patrimônio pela Construção da Obra e Estruturas Associadas, Formação do Reservatório e Faixa de Proteção	V - 32
5.2.23	Inviabilização de Propriedades	V - 33
5.2.24	Interrupção de Trechos das Estradas Municipais Rurais	V - 34
5.3	Riscos Ambientais	V - 38
5.3.1	Atividade Sísmica Induzida	V - 38
5.3.2	Acidentes com Animais Peçonhentos	V - 39
5.3.3	Atropelamento de Animais Silvestres	V - 40
5.3.4	Caça e Pesca Ilegal	V - 41
5.3.5	Incidentes com a Mão de Obra Alocada no Empreendimento	V - 41
5.3.6	Alagamento em Período de Cheia Devido ao Remanso do Reservatório	V - 42
VI	MEDIDAS, PROGRAMAS E PLANOS AMBIENTAIS	VI - 1
6.1	Medidas Preventivas, Mitigadoras e Compensatórias	VI - 2
6.1.1	Monitoramento da Estabilidade das Encostas e Margens do Reservatório	VI - 3
6.1.2	Formação do Reservatório no Período de Outono e Inverno	VI - 4
6.1.3	Prevenção do Desflorestamento Indevido	VI - 5
6.1.4	Resgate da Ictiofauna das Áreas de Turbinas, Tanques e Poças na Região à Jusante da Barragem	VI - 7
6.1.5	Manutenção da Vazão Mínima Remanescente à Jusante da Barragem	VI - 8
6.1.6	Monitoramento do Reservatório e Áreas do Entorno	VI - 9

6.1.7	Indenização dos Proprietários	VI - 10
6.1.8	Remanejamento de Famílias Afetadas pelo Empreendimento	VI - 11
6.1.9	Readequação de Estradas em Nível Local	VI - 12
6.2	Programas Ambientais	VI - 13
6.2.1	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	VI - 14
6.2.2	Programa de Limpeza do Reservatório	VI - 16
6.2.3	Programa de Caracterização e Monitoramento da Qualidade da Água	VI - 18
6.2.4	Programa de Reflorestamento e Adensamento da Vegetação da Faixa Ciliar do Reservatório	VI - 19
6.2.5	Programa de Monitoramento e Resgate da Fauna Silvestre	VI - 22
6.2.6	Programa de Monitoramento da Fauna Aquática	VI - 23
6.2.7	Programa de Educação Ambiental	VI - 25
6.2.8	Programa de Implantação ou Melhoramento de Unidade de Conservação	VI - 27
6.2.9	Programa de Comunicação Ambiental	VI - 28
6.2.10	Programa de Salvamento e Preservação do Patrimônio Arqueológico	VI - 30
6.3	Planos Ambientais	VI - 32
6.3.1	Plano de Prevenção e Controle Ambiental junto às Empreiteiras	VI - 32
VII	AVALIAÇÃO AMBIENTAL	VII - 1
7.1	Perspectiva Ambiental para a Região sem a Construção do Empreendimento	VII - 2
7.2	Perspectiva Ambiental para a Região com a Construção do Empreendimento	VII - 4
7.3	Perspectivas em Nível Nacional	VII - 7
7.4	Conclusão	VII - 8
VIII	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	VIII-1
8.1	Meio Físico	VIII - 1
8.2	Meio Biológico	VIII - 3
8.3	Meio Humano	VIII - 19
IX	ANEXOS	IX - 1
9.1	Definição de PCH	IX - 1
9.1.1	Classificação das Pequenas Centrais Hidrelétricas	IX - 2
9.2	Certificados de Análise das Águas	IX - 5

VOLUME III

MAPAS

- 1.4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 2.3.1 Base Cartográfica da AID
- 3.2.1.1 Reservatório
- 4.1.1.1 Tipos Climáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.1.2 Isoietas Totais Anuais e Isotermas Médias Anuais da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.1.3 Localização das Estações Fluviométricas, Pluviométricas e Meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.3.1 Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.3.2 Geologia da AID
- 4.1.4.1 Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.4.2 Aptidão Agrícola dos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.1.4.3 Solos da AID
- 4.1.4.4 Aptidão Agrícola dos Solos da AID
- 4.1.4.5 Uso Atual e Cobertura Vegetal da AID
- 4.1.5.1 Uso e Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu
- 4.3.10.1 Áreas Requeridas para Implantação do Empreendimento e Propriedades da AID

DESENHOS

- 1.4.1 Divisão de Quedas – Alternativa Seleccionada
- 3.1.1 Localização e Acessos
- 3.2.1 Arranjo Geral – Planta
- 3.2.2 Arranjo Geral – Cortes

I. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um bem de consumo cuja importância vem crescendo no decorrer das últimas décadas de maneira acelerada, devido à sua grande importância como insumo básico nos processos de produção industrial e no setor de prestação de serviços e comércio em geral, além do conforto que proporciona aos domicílios da Nação.

A energia elétrica de origem hidráulica está entre as mais utilizadas em todo o mundo. Ela é produzida com o aproveitamento do potencial hidráulico de um rio, utilizando seus desníveis naturais, como quedas d'água, complementados com a construção de barragens, que proporcionam, em alguns casos, usos múltiplos como irrigação, navegação, piscicultura, etc.

A geração hidráulica está ligada à vazão do rio, ou seja, à quantidade de água disponível em um determinado período de tempo e à altura de sua queda. A composição desses dois parâmetros resulta no potencial de energia elétrica a ser aproveitado.

Uma usina hidrelétrica é composta, basicamente, de barragem, sistemas de captação e adução de água, casa de força e comportas. Cada uma dessas partes implica em obras e instalações que devem ser projetadas para um funcionamento conjunto.

Para que o potencial hidrelétrico de um rio seja mais bem aproveitado, na maioria das vezes, seu curso normal é interrompido mediante uma barragem, provocando a formação de um lago artificial conhecido como reservatório. A água retirada do reservatório é levada até a casa de força através de túneis, canais ou condutos metálicos. Depois de passar pela turbina, na casa de força, a água volta ao leito do rio através do chamado canal de fuga.

A água faz com que a turbina gire, juntamente com o gerador acoplado mecanicamente a ela. Assim, a energia hidráulica se transforma em energia mecânica e esta é transformada em energia elétrica.

1.1 O Setor Energético Brasileiro - Setor Elétrico

O Brasil dispõe de uma das maiores redes hidrográficas do mundo, o que lhe confere um expressivo potencial de geração de energia elétrica. As usinas hidrelétricas proliferaram a partir da década de 50, dando sustentação ao forte impulso do país rumo à industrialização e ao desenvolvimento e respondendo por quase 90% do total da energia gerada no país.

Por muito tempo o país conviveu com a impressão de que suas fontes energéticas hidrológicas eram inesgotáveis. No entanto, a população brasileira mais do que triplicou nos últimos 40 anos invertendo, paralelamente, a sua condição predominantemente agrária e

rural para urbana e industrial, hoje na proporção de 80%. A demanda por energia elétrica, naturalmente, cresceu de forma exponencial, sendo atendida por meio de pesados investimentos no setor hidrelétrico. Em meados dos anos 90, contudo, o sistema hidrelétrico instalado começou a dar sinais de esgotamento. Os excedentes de água que davam garantia de abastecimento para os cinco anos seguintes passaram a ser consumidos sem a compensação proporcional que deveria ser assegurada pelos períodos chuvosos, e os investimentos no setor começaram a ficar escassos.

Em 1995, o Brasil alcançou a estabilização da sua moeda e o fim da galopante inflação que castigou a economia e a população por mais de duas décadas. O saldo deixado pelo regime inflacionário, no entanto, resultou na incapacidade física do Estado de realizar os elevadíssimos investimentos necessários a uma atualização do parque energético nacional.

Ainda assim, das 23 hidrelétricas cujas obras encontravam-se paralisadas em 95, 15 foram concluídas até 2000, com acréscimo de cerca de 16 mil megawatts (MW) ao total da capacidade geradora instalada e a construção de mais de 7.000 km em linhas de transmissão. Paralelamente, abriu-se o mercado energético à iniciativa privada, para que investimentos complementares assegurassem o atendimento de uma demanda em constante crescimento. Finalmente, em 2001, o Brasil foi submetido a um dos piores regimes pluviométricos das últimas décadas, resultando, somado todo o conjunto de fatores mencionados, no problema ora enfrentado por toda a população brasileira.

Nos meses de março e abril de 2001 houve um agravamento acentuado da situação. O armazenamento verificado no final do período úmido, em relação ao nível mínimo de segurança (que era de 49% nas regiões Sudeste e Centro-Oeste e de 50% na região Nordeste), configurou um quadro crítico para o atendimento à carga no restante do ano.

O mercado de energia elétrica experimenta um crescimento da ordem de 4,5% ao ano, devendo ultrapassar a casa dos 100.000 MW em 2008. O Governo Federal prevê, no médio prazo, a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 6 a 7 bilhões ao ano para expansão da matriz energética brasileira, em atendimento à demanda do mercado consumidor.

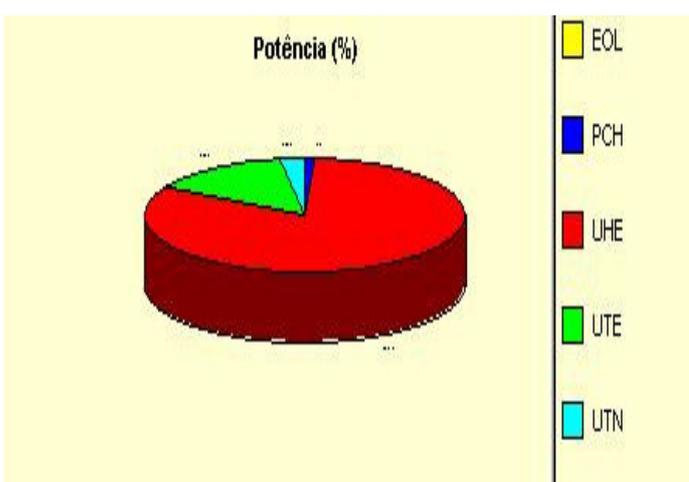
O Brasil possui no total 1.343 usinas, onde 1.045 estão em operação, gerando 74.876.726 kW de potência, 58 usinas em construção e outras 240 com sua construção prevista.

A tabela e figura 1.1.1 demonstram a quantidade e potência das usinas existentes no Brasil, que podem ser do tipo eólicas (EOL), hidrelétricas (UHE), termelétricas (UTE), termonucleares, que são também termelétricas (UTN), solar (SOL) e pequenas centrais hidrelétricas (PCH).

Tabela e Figura 1.1.1 – Características das usinas em operação no Brasil

Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
EOL	7	21.200	0,03
PCH	303	854.923	1,14
UHE	133	61.553.752	82,21
UTE	600	10.480.851	14
UTN	2	1.966.000	2,63
Total	1.045	74.876.726	100

Fonte: ELETROBRÁS



1.2 O Mercado Consumidor

O mercado consumidor (47,2 milhões de unidades) concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, mais industrializadas. O consumidor é qualquer pessoa física ou jurídica que solicite à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assuma a responsabilidade pelo pagamento das faturas e demais obrigações fixadas em regulamentos pela Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL. Hoje o mercado se divide entre consumidores livres, com direito a escolher seu fornecedor, e consumidores cativos, vinculados à concessionária que atende seu endereço. Consumidor livre é aquele com demanda igual ou superior a 3 megawatts e tensão de 69 mil volts ou mais. Fábricas, shoppings, indústrias que estão enquadrados nesta categoria podem hoje escolher de quem comprar energia.

Ao longo das últimas duas décadas, o consumo de energia elétrica apresentou índices de expansão bem superiores aos índices de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), conseqüência do crescimento populacional, em especial o concentrado nas zonas urbanas, da modernização da economia e do próprio esforço de aumento na oferta de energia.

A figura 1.2.1. mostra crescimento do PIB, do ano de 1994 à 2000, em valores de bilhões de reais.

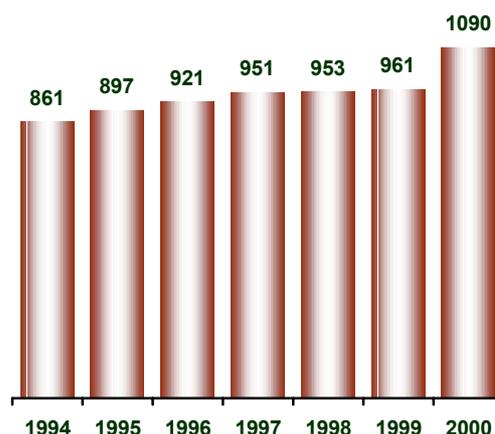


Figura 1.2.1 – Crescimento do PIB – 1994 a 2000

Fonte: ELETROBRÁS

As classes de consumo residencial, comercial e rural obtiveram expressivos ganhos de participação. O segmento industrial apresentou participação menor neste crescimento, principalmente pela utilização de tecnologias mais eficientes no uso final da eletricidade, aliada às medidas de racionalização de consumo colocadas em prática especialmente na década de 90, mesmo considerando o crescimento que esse importante setor da economia experimentou nesse intervalo de tempo. No ano de 1999, atípico em termos de desempenho da economia, houve uma pequena retração na produção, mas que retomou seu ritmo normal no ano 2000, conforme demonstra o quadro comparativo da seqüência.

A tabela 1.2.1. mostra a taxa de variação acumulada da produção industrial nos anos de 1999/2000.

Tabela 1.2.1 – Produção Industrial – Taxa de variação acumulada (%)

Classes de indústria	1999	2000
Indústria Geral	-0,7	6,5
Extrativa Mineral	9,1	11,9
Transformação	-1,6	5,9

Fonte: Ministério das Minas e Energia

Na figura da 1.2.2 podemos visualizar o crescimento no consumo de energia num comparativo entre os anos de 1999 e 2000.

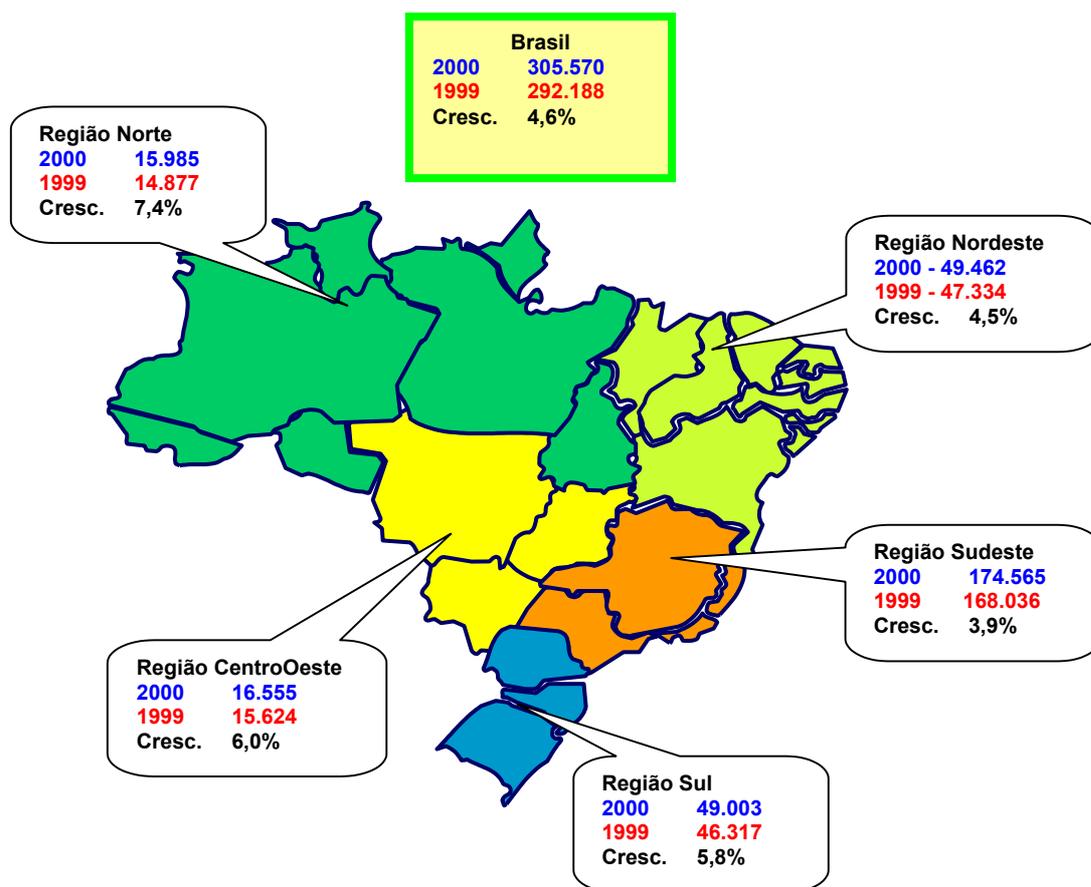


Figura 1.2.2 – Crescimento do consumo de energia (Gwh) – anos 1999/2000

Fonte: Ministério das Minas e Energia

No ano 2000 o mercado de energia elétrica apresentou desempenho satisfatório, tendo crescido mais que a economia e incorporando um expressivo contingente de novos consumidores, ultrapassando os 40 milhões de ligações residenciais, além do aumento do consumo *per capita*.

1.3 Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico – Plano 2000/2010

O crescimento futuro do mercado de energia elétrica depende de como cresce a economia. Torna-se, portanto, indispensável o estudo de cenários econômicos prospectivos para a estimativa da evolução futura do mercado de energia elétrica. O Governo Federal estabelece, então, metas de construção e operação de empreendimentos de produção de energia elétrica, baseado em indicadores de mercado.

A tabela 1.3.1 mostra os indicadores de mercado usados pelo Governo Federal para estimar a evolução futura do mercado de energia.

Tabela 1.3.1 - Indicadores de mercado

Indicador	2000	2000/2010
Crescimento da Economia	4,5%	4,7%
Crescimento do Mercado	4,6%	5,9%
Ligações Residenciais	40,5 milhões	56,5 milhões
Taxa de Atendimento	95,5%	100%
Consumo percapita	1.988 kWh/hab	3.120 kWh/hab

Fonte: Ministério das Minas e Energia

Como consequência dos estudos elaborados pelo Governo Federal, o Cenário Econômico de referência 2000/2010 aponta para os dados da tabela 1.3.2.

Tabela 1.3.2 – Cenário Econômico de referência 2000/2010.

Indicador	1999/2000	2010	Variação %
PIB (R\$ bilhões)	999	1.582	4,7
Renda per capita	5.980	8.370	3,4

Fonte: Ministério das Minas e Energia

Mesmo com o crescimento do consumo total de 5,9 % a.a. ao longo da década, para um crescimento do PIB de 4,7% a.a., o mercado de energia elétrica ainda apresentará, em 2010, um alto potencial de crescimento, haja vista os níveis de consumo *per capita* e consumo médio residencial.

Todas as classes de consumo crescerão, sendo as classes comercial e residencial as que apresentam maior dinamismo e, portanto, maior crescimento relativo (figura 1.3.1).

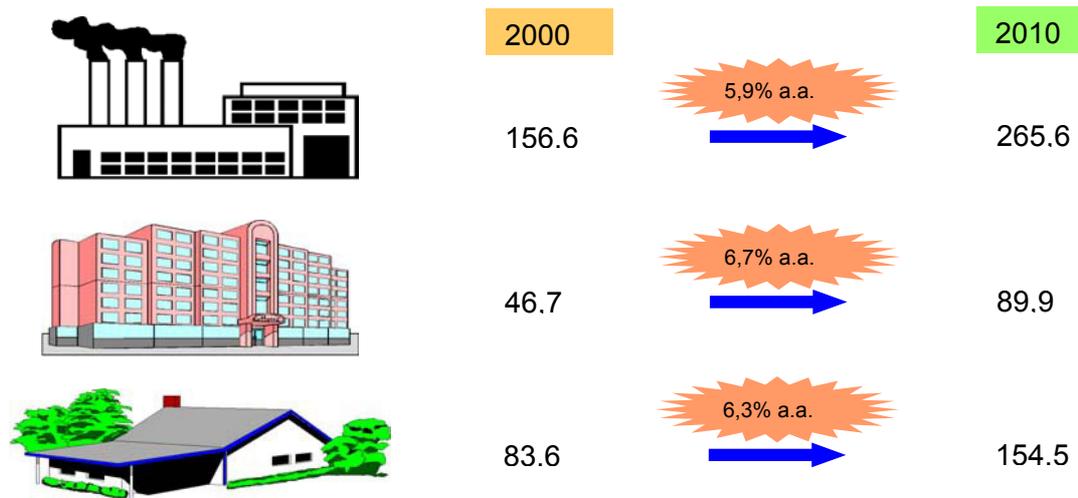


Figura 1.3.1 - Consumo por classe (TWh) no Brasil

Fonte: Ministério das Minas e Energia

Trabalham no âmbito do Governo Federal nas questões energéticas, em nível de definição de metas, planos e regulamentação os seguintes órgãos: Ministério de Minas e Energia - MME, Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e Centrais Elétricas Brasileiras S/A - ELETROBRÁS.

1.3.1 Ministério de Minas e Energia – MME

O Ministério de Minas e Energia tem como área de competência os seguintes assuntos:

- I - geologia, recursos minerais e energéticos;
- II - aproveitamento da energia hidráulica;
- III - mineração e metalurgia; e
- IV - petróleo, combustível e energia elétrica, inclusive nuclear.

Ainda no âmbito do Ministério de Minas e Energia, à Secretaria de Energia compete, principalmente, elaborar estudos e consolidar proposições com vistas à formulação de políticas e diretrizes do setor energético nacional, bem como coordenar, supervisionar e acompanhar a sua execução, visando estabelecer racionalidade na matriz de consumo dos diversos energéticos e garantir o suprimento das necessidades do País, a partir das disponibilidades de recursos internos e externos. A Secretaria de Energia também é responsável por promover a execução de estudos, pesquisas e desenvolvimento tecnológico

relativos aos recursos energéticos, bem como o uso racional de energia, em todo território nacional e assistir, técnica e administrativamente, o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, em assuntos de sua área de atuação, tais como;

- estabelecer e manter o sistema nacional de informações energéticas;
- elaborar e divulgar o Balanço Energético Nacional; e
- coordenar os processos de integração energética e de cooperação técnica com outros países, visando o desenvolvimento energético nacional.

A figura 1.3.1.1 ilustra a estrutura organizacional do Ministério das Minas e Energia

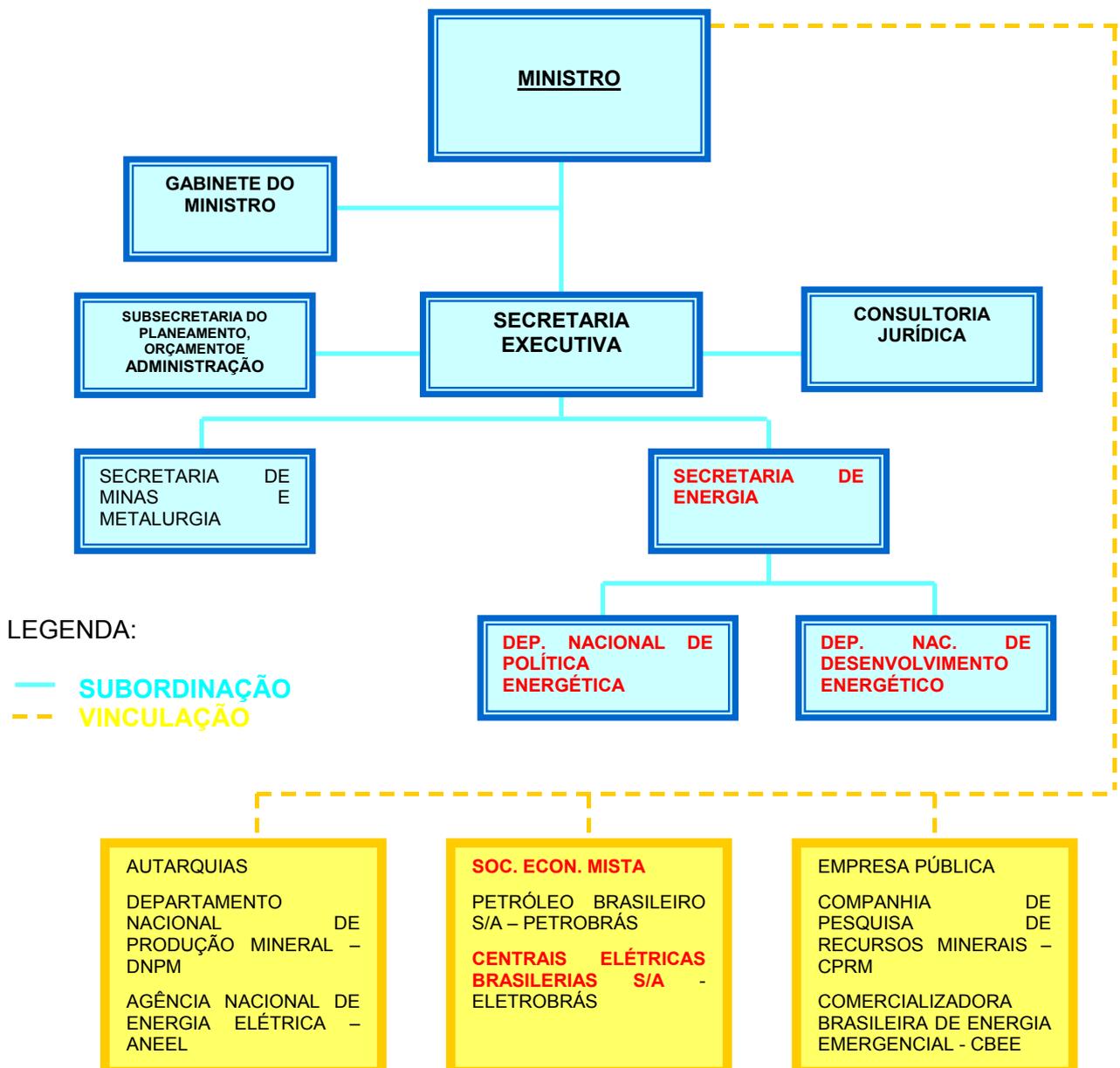


Figura 1.3.1.1 – Estrutura organizacional do MME

1.3.2 Conselho Nacional de Política Energética - CNPE

O Conselho Nacional de Política Energética é um órgão de assessoramento do Presidente da República, e sua finalidade é a formulação de políticas e diretrizes de energia, nas suas mais diversas fontes, visando, em especial, promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, em conformidade com o disposto na legislação aplicável e com os seguintes principais princípios: preservação do interesse nacional; promoção do desenvolvimento sustentado; ampliação do mercado de trabalho e valorização dos recursos energéticos; proteção dos interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos; proteção do meio ambiente e promoção da conservação de energia; identificação das soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País; utilização de fontes renováveis de energia, mediante o aproveitamento dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis; promoção da livre concorrência; atração de investimento na produção de energia e ampliação da competitividade do País no mercado internacional; dentre outros.

A figura 1.3.2.1 ilustra a estrutura organizacional do Conselho Nacional de Política Energética



Figura 1.3.2.1 – Estrutura organizacional do CNPE.

1.3.3 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL é uma autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, e foi criada pela Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Suas atribuições são: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, defendendo o interesse do consumidor; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores; e assegurar a universalização dos serviços.

A sua missão é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade, e seu surgimento reporta-se à reestruturação no setor elétrico brasileiro. Para que o Governo Federal abrisse mão, gradualmente, dos meios de produção do setor elétrico, passando a ser regulador e fiscal da qualidade dos serviços prestados à população, foi à ANEEL reservada tal responsabilidade.

Uma das diretrizes básicas que todo e qualquer empreendimento para produção de energia elétrica deve seguir são as orientações da política energética do Governo, com respeito ao meio ambiente.

A ANEEL realiza visitas de fiscalização econômico-financeira, que se referem ao exercício da fiscalização in loco para verificar se os procedimentos adotados são condizentes com o que expressa os contratos de concessões, regulamentos e legislação, bem como para validar dados e informações a fim de subsidiar os processos decisórios da ANEEL, em especial os referentes às revisões tarifárias. Também há a fiscalização de geração da ANEEL nas pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), grandes usinas hidrelétricas e termelétricas, totalizando aproximadamente 1.200 centrais geradoras em todo o país.

São fiscalizados também o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e os novos agentes de transmissão detentores de concessão ou de autorização da ANEEL para a construção e operação de ativos da rede básica.

1.3.3.1 Autorizações

A ANEEL examina processos de empreendimentos que dependem de sua autorização para exploração. Neste bloco também estão as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), que produzem até 30 MW cujos procedimentos de Autorização e Registro, são estabelecidos na

Resolução ANEEL n° 395/98, assim como as centrais geradoras termelétricas, de cogeração e fontes alternativas (eólica, solar e biomassa) que podem obter registro ou autorização conforme requisitos definidos na Resolução ANEEL n° 112/99.

1.3.4 Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS

A ELETROBRÁS foi criada em 1961 com a Lei n° 3.890-A, com o objetivo de promover estudos e projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações, destinadas ao suprimento do país.

No contexto do Brasil possuir um grande potencial hidrelétrico ainda não explorado e uma demanda crescente, a ELETROBRÁS identificou o destaque das pequenas centrais hidrelétricas – PCH's, empreendimentos atrativos em função de possuírem características de menor impacto ambiental, menor volume de investimentos, prazo de maturação mais curto, além de incentivos legais, tais como:

- Outorga para o empreendimento sem necessidade de licitação;
- Isenção de pagamento da taxa de compensação financeira aos Estados e Municípios;
- Possibilidade de comercializar de imediato a energia elétrica produzida com consumidores cuja carga seja maior ou igual a 500 kW;
- Isenção de pagamento por uso das redes de transmissão e distribuição para PCH's que entrarem em operação até o ano de 2003 e redução de no mínimo 50% deste custo para as que entrarem após esta data.

A ELETROBRÁS e o BNDES, em parceria, estão implantando o “Programa de Desenvolvimento e Comercialização de Energia de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH.COM”, destinado a incentivar a produção de energia, através de projetos de PCH's que possam se conectar ao Sistema Interligado Brasileiro. O BNDES oferece o financiamento para a construção das PCH's e a ELETROBRÁS garante a compra da energia das usinas através de contratos de longo prazo, de modo a garantir o acesso dos empreendedores ao financiamento do BNDES.

As energias contratadas das PCH's serão comercializadas pela ELETROBRÁS.

O fluxo simplificado desse programa está indicado na figura 1.3.4.1.

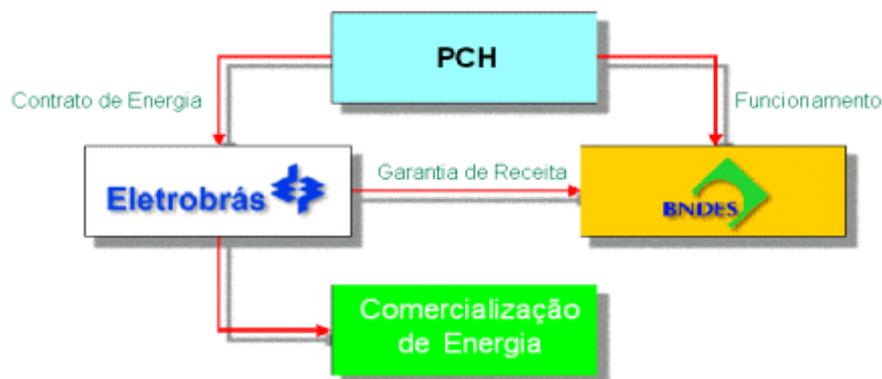


Figura 1.3.4.1 – Fluxo financeiro simplificado do Programa PCH.COM

Informações mais detalhadas de características de PCH's podem ser obtidas no capítulo X – Anexos, item 10.1 – Definição de PCH.

1.4 Fontes Alternativas de Energia e Planejamento

Cabe ao Ministério de Minas e Energia planejar o desenvolvimento das diversas fontes de energia potencialmente e comercialmente viáveis.

Em nível nacional, uma série de obras já está em andamento - além de outras que ainda serão licitadas – e irão reforçar consideravelmente o suprimento de energia do sistema elétrico brasileiro nos próximos anos. O Programa Estratégico de Aumento da Oferta de Energia Elétrica, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, compreendendo o período 2001-2004, prevê investimentos da ordem de R\$ 43 bilhões, dos quais R\$ 34 bilhões será bancada pela iniciativa privada.

O conjunto de obras inclui a construção de usinas hidrelétricas e termelétricas, linhas de transmissão e subestações. Concluídos esses projetos, a matriz energética brasileira estará mais diversificada, com maior aproveitamento de energia eólica, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e co-geração. O cronograma das obras está sendo acompanhado de perto pelo Ministério e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para garantir o cumprimento dos prazos.

Até 2004, está prevista a entrada em operação de 24 hidrelétricas, com um total de aproximadamente 10 mil MW (megawatts) instalados, que se somarão aos 75 mil MW existentes no sistema. No caso das 38 termelétricas que constam do Programa Prioritário de Termelétricas (PPT), o acréscimo de potência será um pouco maior, 11.424 MW.

Dentro da estratégia de aumento de oferta de energia elétrica, encontram-se também as 58 termelétricas emergenciais, que entrarão em operação apenas em situação de eventual baixa hidrologia, para manter adequado o nível dos reservatórios e garantir o fornecimento de energia elétrica. Por isso mesmo, elas estão previstas para serem desativadas em 2005.

Até 2004, outros 28.000 MW, além das hidrelétricas e termelétricas, entrarão no sistema por meio de importação e geração eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

Como o sistema elétrico não inclui apenas geração, mas também transmissão, o Ministério das Minas e Energia vai acompanhar a construção de 9.250 quilômetros de linhas, ampliando para quase 80 mil quilômetros o sistema de transmissão atual.

Todas essas mudanças vão provocar uma melhoria na matriz energética brasileira, tornando-a mais confiável sob o aspecto da segurança. O percentual de geração de energia hidrelétrica no sistema brasileiro cairá de 89% (incluindo Itaipu) para 73%; o de termelétrica praticamente dobrará, pulando de 9% para 17%. As demais energias alternativas, como biomassa, PCH's e eólica, passarão de 3% para 5%.

1.5 O Estado do Paraná no Contexto Energético Nacional

O Paraná possui no total 74 usinas, das quais 67 já estão em fase de operação, gerando 15.758.233,50 kW de potência, e 7 estão em construção. A potência instalada no Estado representa 21% da capacidade de geração do País.

A tabela 1.5.1 demonstra o tipo, quantidade e potência das usinas em operação no Estado do Paraná. A tabela 1.5.2 mostra as características das usinas em construção e a tabela 1.5.3. mostra as características das usinas com concessão outorgada no Estado.

Tabela 1.5.1 – Características das usinas em operação no Estado do Paraná

Tipo	Quantidade	Potência em Operação (kW)
Usinas Hidrelétricas	16	15.484.960
Usinas Termelétricas	18	151.130
Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH	32	119.643,50
Usinas Eólicas	01	2.500
Total	67	15.758.233,50

Fonte: ELETROBRÁS

Tabela 1.5.2 – Características das usinas em construção no Estado do Paraná

Tipo	Quantidade	Potência (kW)
Usinas Hidrelétricas	1	44.000
Usinas Termelétricas	2	495.300
Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH	4	32.440
Total	7	571.740

Fonte: ELETROBRÁS

Tabela 1.5.3 – Características das usinas com concessão outorgada no Estado do Paraná.

Tipo	Quantidade	Potência (kW)
Usinas Hidrelétricas	2	238.000
Usinas Termelétricas	2	660.250
Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH	3	60.500
Total	7	958.750

Fonte: ELETROBRÁS

1.6 Estudos Anteriores

O primeiro estudo do potencial energético do rio Cantu, data de 1968, em relatório específico editado pela Canambra Engineering Consultants Limited, denominado “Power Study of South Brazil”. Neste estudo não foi estabelecido uma divisão de quedas para o rio Cantu, apenas o nível do reservatório do aproveitamento Salto dos Apertados na cota 328, no rio Piquiri, do qual o Cantu é afluente.

Em dezembro de 1986, a COPEL – Companhia Paranaense de Energia, elaborou um relatório técnico, intitulado “Reavaliação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – Estado do Paraná”, projeto coordenado pela Eletrobrás. Neste estudo foi estimado uma divisão de quedas para o rio Cantu, que se encontra cadastrada no SIPOT – Sistema de Informações do potencial Hidrelétrico Brasileiro, da ELETROBRAS, de 1999.

Em 1984 a COPEL desenvolveu o “Estudo Preliminar de Inventário Energético do rio Piquiri”, rio do qual o Cantu é afluente pela margem direita. Neste trabalho foi identificado que o rio Cantu seria atingido até a cota 340, em um trecho de 60 km, contados a partir de sua foz no rio Piquiri, por um dos aproveitamentos hidrelétricos previstos naquele estudo.

A partir destas informações foram desenvolvidos novos estudos, que resultaram no relatório de Inventário Hidrelétrico do Rio Cantu, desenvolvido entre dezembro de 2000 e abril de 2001, com o objetivo de definir o aproveitamento ótimo do rio, através da análise das características da bacia hidrográfica, dos estudos hidrológicos, geológicos, cartográficos, aerofotogramétricos, ambientais e divisores de queda.

A área nele abrangida está localizada entre os paralelos 24°30' e 25°00' de latitude sul e meridianos 51°30' e 53°00' de longitude oeste. Essa área situa-se no Terceiro Planalto Paranaense, abrangendo os municípios de Nova Cantu e Roncador, na margem direita e Laranjal e Palmital, na margem esquerda. O rio Cantu é um dos afluentes da margem direita do rio Piquiri e sua foz está localizada a aproximadamente 285 km a montante da confluência do rio Piquiri com o rio Paraná. O rio percorre 226 km no sentido principal para oeste, com desnível total de aproximadamente 160 m. O mapa 1.4.1 – Bacia Hidrográfica do Rio Cantu ilustra a localização do rio Cantu.

Basicamente um estudo de inventário consiste em avaliar o potencial hidrelétrico de determinado rio através da análise da quantidade de água e da queda natural desde a nascente até a foz, locando-se os aproveitamentos nos pontos com maior potencial energético total, mas avaliando condicionantes ambientais e sociais.

O aproveitamento do rio Cantu para fins energéticos atende a Lei 9.074/95 que dispõe sobre aproveitamento ótimo do potencial das bacias hidrográficas, resultando na obtenção da melhor divisão de queda, melhor arranjo físico das obras, aproveitamento energético máximo, mínimo custo e mínima interferência sobre o meio ambiente. A alternativa selecionada foi a com 4 aproveitamentos. Ao final chegou-se a um resultado de 47,0 MW de potência instalada no total dos 4 aproveitamentos da alternativa selecionada (vide desenho 1.4.1 – Divisão de Queda – Alternativa Selecionada).

As diretrizes e condicionantes básicas que orientaram o estudo foram:

- Aproveitamento integral dos recursos energéticos do rio, tanto quanto possível;
- Limitação de altura de barragens de modo a evitar inconveniências técnico-econômicas ou ambientais;
- Manutenção de vazão mínima remanescente, para evitar ensecamento de trechos do rio;
- Vertedouros de concreto compactado com rolo, com soleira livre, posicionados de modo adequado ao leito do rio; e
- Desvio do rio através de adufas sob a barragem de concreto compactado a rolo.

A partir dos dados obtidos da alternativa selecionada no inventário, foi elaborado o Projeto Básico de Engenharia, do qual foram extraídas as informações mais relevantes e dispostas no Capítulo II – Descrição do Empreendimento constante neste estudo.

1.7 Estudos Ambientais

O Brasil, nas últimas décadas, obteve um grande avanço no tratamento das questões sociais e ambientais, assim como na democratização da gestão ambiental. No início da década 1980-1990 foi promulgada a legislação sobre o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), incluindo a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e suas réplicas em nível estadual e municipal.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, foi instituído pela Lei 6.938/81, a qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, alterado pelo Decreto nº 2.120/97, e é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, sendo de sua competência, dentre outras atividades:

- estabelecer diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e recursos naturais;
- baixar normas necessárias à execução e implementação da Política Nacional do Meio Ambiente;
- estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos sobre as alternativas e possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais ou municipais, bem como para as entidades privadas, informações indispensáveis à apreciação dos ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental;
- homologar acordos visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental;
- estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

No Capítulo II – Diretrizes de Estudo, encontram-se dispostas as leis afetas à questão ambiental e as Resoluções CONAMA que determinam o cumprimento de estudos e ações ambientais, bem como o processo de licenciamento dos empreendimentos junto aos órgãos ambientais competentes. A metodologia do estudo está disposta nos Capítulos IV – Diagnóstico Ambiental e V – Prognóstico Ambiental.

II. DIRETRIZES DO ESTUDO

No presente capítulo estarão dispostos os seguintes assuntos:

- requisitos legais ambientais;
- processo de licenciamento ambiental e justificativa legal quanto à obrigatoriedade da elaboração de estudos ambientais para tais empreendimentos;
- conteúdo dos estudos ambientais e legislação atrelada;

2.1 Requisitos Legais Ambientais

As principais Leis, Decretos, Resoluções e Portarias associadas a empreendimentos hidrelétricos estão relacionadas no tabela 2.1.1.– Legislação ambiental aplicável. Nele são apresentadas as mais importantes determinações legais ou com força de lei na área de meio ambiente e que se aplicam também ao caso de usinas hidrelétricas, abrangendo os seguintes grupos:

- Direitos e Deveres Individuais e Coletivos;
- Proteção do Meio Ambiente, em geral;
- Flora e Fauna;
- Unidades de Conservação;
- Recursos Hídricos;
- Populações Indígenas;
- Compensação Financeira;
- Licenciamento Ambiental.

Para tanto, serão consideradas desde a tradicional lei brasileira, como o Código de Águas e o Código Florestal, instituída há cerca de meio século atrás, até a Resolução CONAMA 237/97, de 19 de dezembro de 1997, que estabelece novas diretrizes para os processos de licenciamento ambiental.

Tabela 2.1.1– Legislação ambiental aplicável

Tema	Referências Legais	Descrição
Direitos e Deveres Individuais e Coletivos	Constituição Federal de 1988	O Capítulo I, artigo 5 determina que qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise anular ato lesivo ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural.
Proteção do Meio Ambiente	Lei nº 3.824 de 1960	Torna obrigatória a destoca e conseqüente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas e lagos artificiais.
Proteção do Meio Ambiente	Lei nº 6.938 de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. A Lei estabelece, ainda, como instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, o licenciamento pelo órgão competente, a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras dos recursos ambientais (atualizado pela Lei nº 7.804/89).
Proteção do Meio Ambiente	Constituição Federal de 1988	O Capítulo VI, artigo 225, determina que: “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”
Proteção do Meio Ambiente	Lei nº 9.605 de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Proteção do Meio Ambiente	Decreto nº 99.274 de 1990	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Flora e Fauna	Lei nº 4.771 de 1965 e Lei nº 6.535 de 1978	Institui o Novo Código Florestal e promove alterações nas leis anteriores.
Flora e Fauna	Decreto nº 750 de 1993	Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências.
Unidades de Conservação	Resolução CONAMA 04/85	Estabelece definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas.
Unidades de Conservação	Resolução CONAMA nº02/96	Reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas por empreendimentos de relevante impacto ambiental. Fixação de 0,5% do custo global como compensação.
Populações Indígenas	Lei 6.001 de 1973	Dispõe sobre o Estatuto do Índio.
Populações Indígenas	Constituição Federal de 1988	Enuncia as bases políticas e jurídicas das relações do Estado Brasileiro e os diferentes Povos Indígenas inseridos em território nacional
Populações Indígenas	Constituição Estadual de 1989	Enuncia as bases políticas e jurídicas das relações do Estado do Paraná e os Povos Indígenas inseridos em seu território
Recursos Hídricos	Decreto-Lei 24.643 de 1934	Institui o Código das Águas.

Tema	Referências Legais	Descrição
Recursos Hídricos	Lei nº 9.433 de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Altera, parcialmente, o Código das Águas.
Compensação Financeira	Constituição Federal de 1988	O Capítulo II, Artigo 20, Inciso III, determina como bens da União: “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio...”. No mesmo artigo, Inciso XI, Parágrafo 1º, “é assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica..., ou compensação financeira por essa exploração.”
Compensação Financeira	Lei nº 7.990 de 1989	Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de energia elétrica, de recursos minerais e dá outras providências. Estabelece, no Art. 4º, os casos de isenção, incluindo PCH (até 10 MW).
Compensação Financeira	Lei nº 8.001 de 1990	Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.
Compensação Financeira	Lei nº 9.427 de 1996, alterada pela Lei 9.648 de 1998.	Institui a ANEEL. Estabelece os casos que dependem de autorização: potência de 1.000 a 30.000 kW, para produção independente ou autoprodução, “mantidas as características de PCH”. Estende, para esses casos, a isenção de compensação financeira de que trata a Lei 7.990.
Compensação Financeira	Resolução 394/98 da ANEEL	Define como PCH as usinas com 1.000 a 30.000 kW de potência instalada e “área total do reservatório igual ou inferior a 3,0 km ² ”. O parágrafo único considera como área do reservatório a “delimitada pela cota d’água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos”
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 1/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação de avaliação de impacto ambiental (EIA/RIMA).
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 6/86	Estabelece os modelos de publicação de pedidos de licenciamento, em qualquer de suas modalidades, sua renovação e respectiva concessão da licença.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 6/87	Regulamenta o licenciamento ambiental para exploração, geração e distribuição de energia elétrica.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 9/87	Regulamenta a Audiência Pública.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 1/88	Estabelece critérios e procedimentos básicos para a implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei nº 6.938/81.

Tema	Referências Legais	Descrição
Licenciamento Ambiental	Decreto nº 99.274 de 1990	Regulamenta as Leis nº 6.902, de 27 de abril de 1981 e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e estabelece que dependerão de licenciamento do órgão ambiental competente as atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou capazes de causar degradação ambiental e que será exigido EIA e respectivo RIMA para fins do licenciamento.
Licenciamento Ambiental	Resolução CONAMA nº 237/97	Revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental.

Os Estados e Municípios possuem legislação própria que, em geral, acompanham os documentos legais federais citados na tabela acima.

2.2 Licenciamento Ambiental

No decorrer da década de 1980 incorporou-se à legislação ambiental do Brasil os principais instrumentos e normas que contribuem para fortalecer a diretriz adotada pelo país, no sentido de garantir o desenvolvimento em consonância com a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais.

A Constituição Federal de 1988 representa um marco desta tendência, constituindo-se no mais importante instrumento jurídico que estabelece as diretrizes para a exploração racional e menos nociva dos recursos naturais encontrados no território nacional, sendo a primeira na história do Brasil, e uma das únicas no mundo, a tratar deliberadamente da questão ambiental em capítulo específico. O Capítulo VI, do Título VIII, discorre sobre o tema, e determina em seu artigo 225 que:

“Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

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

IV - exigir, no 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;”

Portanto, fica especificado que cabe ao Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental.

Nessa Carta Magna de 1988 fica evidente a preocupação com a preservação e melhoria da qualidade ambiental no território nacional, porém esta diretriz já havia ganhado corpo antes mesmo da sua promulgação, principalmente através da Lei n.º 6.938, de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Pode-se afirmar que todas as leis, resoluções, decretos, enfim, todos os demais instrumentos legais posteriores a esta lei são fundamentados em suas disposições.

A Política Nacional do Meio Ambiente tem como objetivos a compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Para tanto, fica estabelecido nesta Lei o objetivo de definir as áreas prioritárias de ação governamental, o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais, a divulgação de dados e informações ambientais e da formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico. Estabelece, ainda, que cabe ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente e, ao usuário, a contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

2.2.1 Justificativa legal

Embora tenha sido promulgada em 1981, muitas das determinações contidas na Política Nacional do Meio Ambiente só foram regulamentadas em 1986, por meio da Resolução CONAMA nº 001/86, na qual atribuíram-se responsabilidades e disciplinaram-se os meios institucionais para a realização dos princípios apresentados anteriormente. Nesta Resolução definiu-se o conceito de impacto ambiental.

Sobre a definição de impacto ambiental, o artigo 1 desta Resolução, diz que:

“Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Desde já fica evidente o caráter geral desta definição, estendendo este conceito para as transformações manifestadas sobre a população, a fauna, a flora, as características geológicas e hídricas da região de influência do empreendimento. Neste sentido, é possível interpretar esta definição e apresentar o conceito de impacto ambiental como a diferença entre a realidade anterior à implementação de determinado empreendimento com a realidade posterior a ele, considerando-se as condições ambientais existentes nos dois momentos, na esfera física, biológica, social, econômica e cultural da região onde ele é inserido.

Os impactos podem ser positivos e negativos, de diferentes magnitudes e formas de manifestação devido à complexidade que os caracteriza.

Para possibilitar a verificação dos impactos ambientais resultantes da instalação de um determinado empreendimento regulamentou-se, então, através da Resolução CONAMA nº 001/86, o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental, comumente chamados de EIA e RIMA respectivamente. Estes documentos são destinados a analisar e prever as conseqüências sobre o meio ambiente decorrente da implementação de um projeto, propondo medidas capazes de anular, mitigar ou compensar os efeitos dos impactos negativos, assim como potencializar os dos positivos. Também naquela resolução são definidas as situações em que o EIA/ RIMA são requisitos para a obtenção da Licença Prévia (LP). No Artigo 2º, desta Resolução nº 001/86, fica determinado que

“Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente e da SEMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:”(…)

“XI- Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW.”

No âmbito estadual, a Resolução nº 031, de 24 de agosto de 1998, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, em seu artigo 56, Inciso XII, reforça a legislação federal ao estabelecer que dependerão de elaboração de estudo de impacto ambiental as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como as barragens para fins hidrelétricos acima de 10 MW.

No EIA devem constar as informações técnicas do projeto selecionado e as alternativas consideradas para sua definição, o diagnóstico ambiental da região onde se pretende implementar o projeto, os impactos ambientais dele decorrentes e as medidas e programas para cada impacto verificado. Esse documento é um instrumento que orienta e oferece os elementos necessários para que o órgão ambiental competente verifique a viabilidade do projeto em relação ao meio ambiente.

Uma vez finalizado o EIA, deve ser elaborado o RIMA, que deve refletir as conclusões do primeiro, focalizando principalmente o tratamento dos impactos identificados e as ações ambientais propostas para contê-los, compensá-los ou potencializá-los. O conteúdo do RIMA deve ser o mesmo do EIA, apenas apresentado sinteticamente e em linguagem acessível a todos os interessados em tomar conhecimento de seu conteúdo. Sobre esta última determinação, é importante apresentar o parágrafo único do artigo 9, da Resolução CONAMA nº 001/86, no qual fica estabelecido que:

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

É importante destacar este atributo, pois ele garante que os estudos realizados sobre o empreendimento em relação ao meio ambiente sejam compreendidos pela população leiga interessada em tomar conhecimento do projeto e de suas implicações ambientais. Desta forma, o RIMA não deve ser concebido apenas como um documento necessário para a construção do empreendimento, mas, sobretudo como um instrumento de democratização da informação.

Uma vez finalizados, tanto o EIA quanto o RIMA, são protocolados no órgão ambiental competente para análise.

A Resolução CONAMA nº 009/87 regulamentou a realização de audiências públicas. Nesta definiu-se que sua realização presta a expor aos interessados, informações sobre o empreendimento em estudo, assim como a exposição do conteúdo do EIA e do RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos participantes as críticas e sugestões sobre o tema. Cabe ao órgão ambiental competente a convocação de audiência pública, nos casos em que julgar necessário, quando for solicitada pelo Ministério Público, entidade civil ou por 50 ou mais cidadãos, no prazo mínimo de 45 dias a partir da data de recebimento do RIMA. O órgão ambiental deverá fixar em edital e anunciar pela imprensa local a abertura deste prazo para a solicitação de audiência pública. Por último, o artigo 5 dessa Resolução diz que a(s) ata(s) da(s) audiência(s) pública(s) e seus anexos, servirão de base, juntamente com o RIMA, para a análise e emissão do parecer final do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto.

Embora o arcabouço jurídico já estivesse razoavelmente delineado com relação ao licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente agressivos ao meio ambiente, com a definição de conceitos como impacto ambiental, EIA, RIMA e tantas outras regulamentações que constituem matéria específica, a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de Dezembro de 1997 procurou suprir algumas lacunas de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 011/94, trazendo em seu bojo instrumento capaz de sanar eventuais dificuldades até então encontradas.

Em linhas gerais, esta Resolução nº237/97 procurou revisar alguns aspectos dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental; sobretudo estabelecendo critérios para exercício da competência para o licenciamento a que se refere o artigo 10 da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, através da integração na atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA - na execução da PNMA, em conformidade com as respectivas competências, nas três esferas de governo, Federal, Estadual e Municipal.

O Art. 5º daquela Resolução estabelece-se que:

“Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento, localizados ou desenvolvidos em dois ou mais municípios ou em unidades de conservação de domínio estadual;”

Além disso, esta mesma Resolução, em seu Artigo 7º, determina que os empreendimentos serão licenciados em um único nível de competência.

Desse modo, um empreendimento com as características da PCH Plena Energia I, que se localiza em mais de um município do mesmo Estado, de acordo com esta Resolução deve ser licenciado no âmbito do órgão ambiental estadual, ou seja, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP no Estado do Paraná.

Outro aspecto interessante desta Resolução é que o artigo 12º estabelece que o órgão ambiental competente pode definir procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades do empreendimento. O parágrafo 1º deste artigo abre a possibilidade de se estabelecer procedimentos simplificados para empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental.

Com relação a este procedimento simplificado, a Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001, que foi promulgada considerando o cenário de crise de energia elétrica e a

necessidade de estabelecer “*procedimento simplificado para o licenciamento ambiental com prazo máximo de sessenta dias de tramitação, dos empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte, necessários ao incremento da oferta de energia elétrica no País*”; buscou definir, em seu Artigo 1º, que

“Os procedimentos e prazos estabelecidos nesta Resolução, aplicam-se, em qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, aí incluídos:

I – Usinas hidrelétricas e sistemas associados; (...)

Esta Resolução estabeleceu, em seu artigo 2º, a seguinte definição de RAS:

“I - Relatório Ambiental Simplificado RAS: os estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentados como subsídio para a concessão da licença prévia requerida, que conterà, dentre outras, as informações relativas ao diagnóstico ambiental da região de inserção do empreendimento, sua caracterização, a identificação dos impactos ambientais e das medidas de controle, de mitigação e de compensação”

Ainda nesta Resolução, no Artigo 4º está definido que caberá ao órgão ambiental competente o enquadramento ou não do empreendimento elétrico em questão neste procedimento simplificado, mediante decisão fundamentada em parecer técnico.

Entretanto, a PCH Plena Energia I se enquadra na abrangência da Resolução CONAMA 001/86, pois faz parte do rol de “obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como as barragens para fins hidrelétricos acima de 10 MW”.

Para o caso específico da PCH Plena Energia I, o órgão ambiental responsável pelo recebimento do EIA e do RIMA é o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, que irá analisar seus conteúdos, convocar a sociedade a participar de audiências públicas se julgar necessário, e emitir parecer favorável ou contrário à implementação do empreendimento, em decorrência da análise de sua viabilidade ambiental.

Caso o parecer final do órgão ambiental seja favorável, ou seja, fique atestada a viabilidade ambiental do empreendimento em estudo, é emitida a Licença Prévia - LP. Esta licença autoriza o prosseguimento da implementação do projeto, apresentando condições para sua instalação e ressaltando a obrigatoriedade de realização de todas as ações propostas no EIA e no RIMA com relação aos impactos ambientais identificados nos estudos.

Uma vez obtida a Licença Prévia - LP, o próximo documento a ser elaborado no encaminhamento normal do licenciamento ambiental é o Projeto Básico Ambiental - PBA, no qual serão detalhadas as ações ambientais propostas no EIA.

O PBA deve apresentar de forma sistemática todas as resoluções contidas no EIA com relação às medidas mitigadoras, compensadoras e de potencialização e os programas ambientais do respectivo empreendimento, além das considerações e condicionantes apresentadas pelo órgão ambiental licenciador quando da emissão da Licença Prévia - LP. Neste documento os programas ambientais devem ser apresentados de forma mais minuciosa, constando cronograma de realização, custos, profissionais e instituições envolvidas na execução dos programas bem como suas responsabilidades. O PBA deve especificar a forma e os custos da implementação dos programas ambientais apresentados no EIA.

Uma vez finalizado o PBA, ele será protocolado no órgão ambiental, que analisará seu conteúdo, verificará a conformidade com o EIA e, caso o considere adequado para ser implementado, emitirá a Licença de Instalação - LI, quando finalmente o empreendedor estará autorizado a iniciar a construção efetiva da obra e começar a implementação dos programas ambientais do Projeto Básico Ambiental, conforme definidos naquele documento.

Quando a obra estiver finalizada, e a usina apta a gerar energia, deverá ser solicitada ao órgão ambiental competente a Licença de Operação - LO. Para emitir esta licença, caberá ao órgão ambiental verificar se o que fora especificado anteriormente no PBA está sendo devidamente cumprido, principalmente no tocante ao cumprimento do cronograma de cada programa ambiental e se o objetivo, para o qual ele foi criado, está sendo alcançado.

Se estiver tudo de acordo com o que fora especificado anteriormente, o órgão ambiental emite a Licença de Operação - LO, que possibilita a formação do reservatório da PCH Plena Energia I e, finalmente, o início da operação do empreendimento para a geração de energia elétrica.

É importante destacar que a legislação citada nesse item, assim como a complementar atrelada a questões ambientais e disposta no item a seguir, não tem a pretensão de

encerrar a discussão, nem tão pouco abarcar todos os dispositivos legais possíveis de influenciar o andamento do projeto, mas sim de informar a existência de requisitos legais a serem cumpridos nas mais diversas etapas de implementação da PCH Plena Energia I, e garantir que todos os requerimentos legais vigentes no país serão necessariamente cumpridos.

2.3 Conteúdo dos Estudos e Legislação Atrelada

Como foi disposto no item 2.2 - Licenciamento Ambiental, existem requisitos legais para o licenciamento ambiental dos empreendimentos potencialmente causadores de impactos ambientais, e o presente item estará tratando acerca do conteúdo a ser abrangido, assim como as normas legais que disciplinam temas específicos, como a flora, a fauna, os recursos hídricos e a preservação do patrimônio arqueológico, histórico e paisagístico.

Desta maneira pretende-se oferecer os elementos suficientes para a compreensão do contexto legal no qual insere-se o empreendimento em estudo, além de facilitar a compreensão do processo de planejamento e implementação de um projeto do porte e natureza da Pequena Central Hidrelétrica – Plena Energia I.

Contudo é importante enfatizar, desde já, que o esforço aqui realizado não esgota as possibilidades de abrangência, análise e interpretação dos aspectos legais que mantêm relação com o empreendimento em estudo, mas apenas tem por objetivo apresentar os dispositivos julgados mais relevantes para fundamentar o contexto legal na qual insere-se esse empreendimento.

A organização deste Estudo de Impacto Ambiental – EIA, respeita as regulamentações expressas em lei, tendo como norte principal a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 001 de 1986. De acordo com este dispositivo legal, em seu artigo 6, o EIA deve contemplar o que se segue:

- diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento;
- análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas;
- definição das medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias dos impactos negativos;
- elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos.

Os estudos foram divididos em três campos de atuação, a saber: o meio físico, o meio biológico e o meio humano. Para cada meio considerado definiu-se uma delimitação da área de influência do empreendimento, de acordo com a especificidade dos elementos tratados.

O EIA foi elaborado através de pesquisa com base em levantamentos de dados secundários, coletados principalmente em levantamentos bibliográficos, arquivos e outras fontes de informação, consubstanciado por levantamentos e avaliações de campo e troca de informações entre os componentes da equipe multidisciplinar entre os meses de dezembro de 2001 e abril de 2002.

As informações apresentadas para o meio físico, consideraram os aspectos relativos a geologia, solos, hidrologia, clima e qualidade das águas, utilizando-se dados obtidos através de referências bibliográficas e campanhas de campo ao local do empreendimento. Quanto aos mapas temáticos e de engenharia, foi utilizada base cartográfica obtida pela digitalização da carta na escala 1: 250.000 da Diretoria de Serviço Geográfico – DSG, folha MIR-504/Cascavel e MIR-505/Campo Mourão, de 1982, para o caso da bacia hidrográfica. Na área do reservatório e entorno foi utilizada restituição aerofotogramétrica, na escala 1: 5.000, com curvas de nível eqüidistantes de 5 metros, elaborada a partir de fotografias aéreas, na escala 1: 25.000, de julho/2001, executada pela empresa GeoFoto – Aerolevante Ltda, para a Plena Energia S. A. (vide mapa 2.3.1 – Base Cartográfica da AID). Os mapas temáticos, representando os diversos temas abordados neste estudo, foram elaborados a partir de dados cartográficos regionais de diferentes repartições públicas a níveis federal e estadual, tais como: EMBRAPA, SUDERHSA, MINEROPAR e IAPAR.

Para o meio biológico, as informações foram baseadas em pesquisa da literatura disponível e levantamentos expeditos de campo. Além dos recursos acima citados, utilizou-se material disponível no Inventário Hidrelétrico do Rio Cantu e do Projeto Básico de Engenharia. Cada área dos estudos biológicos (vegetação, mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes) utilizou técnicas de observação em campo e por amostragem já consagradas, cujas metodologias serão apresentadas nos seus respectivos textos.

Para a caracterização do meio humano, os estudos foram elaborados com base em dados secundários, coletados em literatura disponível, extraídos da Base Pública do Estado (BPUB) – Cadernos de Estatísticas Municipais (IPARDES), periódicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE, material do Museu Paranaense e demais fontes e bibliografias disponíveis. Efetuou-se também visita expedita à área de influência do empreendimento, para a realização de pesquisas, entrevistas e levantamentos preliminares das divisas das propriedades atingidas pelo reservatório.

O prognóstico contempla a identificação dos impactos e riscos gerados pelo empreendimento ao meio ambiente, as medidas, programas e planos elaborados para sua contenção, compensação ou potencialização. A metodologia utilizada é apresentada no Capítulo V – Prognóstico Ambiental. Sua compreensão é fundamental para a mensuração dos impactos e riscos identificados e a percepção da pertinência ou não das medidas, programas e planos propostos visando oferecer subsídios à tomada de decisão a ser feita pelo órgão ambiental quanto à viabilidade ambiental da PCH Plena Energia I, apresentando uma listagem a mais completa possível sobre os efetivos impactos e riscos decorrentes desde o planejamento do empreendimento, sua construção, formação de seu reservatório, até sua operação.

2.3.1 Legislação Atrelada

Quanto à atuação pertinente aos Estados, após a promulgação da Constituição Federal em 1988, estes, além de utilizarem os instrumentos legais constituídos pela legislação federal, têm a prerrogativa de estabelecerem outras normas regionais, desde que não conflituosas com as primeiras, a fim de adequar a legislação protetora do meio ambiente à sua realidade peculiar.

A Constituição do Estado do Paraná reforça as normas federais, porém alguns artigos merecem destaque, conforme segue:

“Artigo 207 - todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Estado, aos Municípios e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presente e futura, garantindo-se a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais.”

“Parágrafo 1º - cabe ao Poder Público, na forma da lei, assegurar a efetividade deste direito.”

V - Exigir a realização de estudo prévio de impacto ambiental para a construção, instalação, reforma, recuperação, ampliação e operação de atividade ou obras potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, do qual se dará publicidade.”

Com relação especificamente à implantação de centrais hidrelétricas no Estado do Paraná, cabe ainda considerar o artigo 209 da Constituição estadual, onde se determina que:

“Observada a legislação federal pertinente, a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas dependerá de projeto técnico de impacto ambiental e aprovação da Assembléia Legislativa; a de centrais termonucleares, desse projeto, dessa aprovação e de consulta plebiscitária”.

Outro importante instrumento estadual é o Sistema de Proteção ao Meio Ambiente instituído pela Lei Estadual n.º 7.109, de 17 de Janeiro de 1979, que estabelece alguns conceitos, atribuições, punições, formas de fiscalização, emissões de licença e procedimentos administrativos.

2.3.1.1 Proteção dos Recursos Hídricos

O artigo 21 da Constituição do Brasil de 1988, em seu inciso XIX, define que compete à União instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. O artigo 22, inciso IV, determina que compete privativamente à União legislar sobre águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão, colocando mais adiante, em seu parágrafo único, que as normas para a cooperação entre a União, Estados e Distrito Federal serão fixadas em lei complementar, buscando o equilíbrio do desenvolvimento e bem-estar em âmbito nacional.

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

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

A utilização dos recursos hídricos está sujeita a outorga pelo Poder Público, com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos múltiplos da água e a garantia de acesso a este recurso natural. É necessária a outorga para efeito de geração de energia

hidrelétrica, conforme especificado no artigo 12, inciso IV da Lei nº 9.433. O Parágrafo 2º deste artigo diz que:

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

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

O artigo 14 da mesma Lei determina que a outorga para utilização de recursos hídricos será efetivada por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, sendo que o primeiro poderá delegar aos outros dois a competência para conceder outorga.

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

Devido à complexidade, abrangência e potencial de transformação do manejo e utilização dos recursos hídricos intrínsecos a esta Lei, várias de suas definições estão atualmente em processo de discussão quanto à forma de implementação dessa política, envolvendo órgãos federais, estaduais e municipais com atuação na área de recursos hídricos e atividades afins. Dentre essas discussões pode-se citar a estruturação das agências de bacia, e a cobrança pelos usos dos recursos hídricos entre outros aspectos constantes da Lei nº 9.433.

Em função disto, os desdobramentos e conseqüências desta Lei mostram-se ainda nebulosos devido grande parte à sua brevidade, mas percebe-se desde já que os recursos hídricos terão sua utilização regulamentada, atribuindo responsabilidades, competências, punições, compensações enfim a organização adequada para lidar com este recurso natural e potencializar seu uso para efeito de saneamento básico, abastecimento, geração de energia elétrica, irrigação etc.

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

2.3.1.2 Proteção da Fauna e Flora

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

Em fevereiro de 1998 foi promulgada a Lei nº 9.605, denominada Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Esta define a aplicação de multas e demais instrumentos punitivos às pessoas e/ou instituições que pratiquem atos de degradação do meio ambiente, especificando em seu capítulo V, Seções I e II, os crimes e punições referentes a agressões sobre a fauna e flora respectivamente. Sua aplicação está sendo gradativamente regulamentada. Cabe ressaltar que a responsabilização, tanto do empreendedor quanto dos funcionários do órgão ambiental licenciador, em caso de liberação inadequada de atividades danosas ao meio ambiente, com as devidas penalidades, podem concorrer para períodos mais longos de análises e decisões por essas instituições, retardando a emissão das necessárias Licenças.

No artigo 2 da Lei nº 9.605 fica estabelecido que as sanções desta recaem sobre:

“Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida de sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro do conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.”

Nos artigos seguintes, é apresentada uma extensa relação de atividades consideradas crimes contra o meio ambiente, especificando as penas para cada crime praticado.

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

- **Fauna**

Na Lei nº 9.605, de 1998, determina-se que:

“são espécies da fauna silvestre todos aqueles pertencentes às espécies nativas, migratórias e quaisquer outras, aquáticas ou terrestres, que tenham todo ou em parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro dos limites do território brasileiro, ou águas jurisdicionais brasileiras.”

O principal instrumento jurídico que regulamenta a proteção à fauna é datado de 03 de janeiro de 1967, e consiste na Lei nº 5.197. Nela estão especificadas e estabelecidas as normas de proteção e as premissas básicas de defesa da vida animal. Devido à ausência de normas referentes ao ambiente aquático nesta Lei, em 12 de Fevereiro de 1988 foi promulgada a Lei nº 7.653, que altera e complementa a primeira, inserindo nela instrumentos legais referentes à fauna ictíca e definindo punições para ações agressivas à fauna como um todo.

Na Lei nº 5.197/67 fica estabelecido que todos os animais que vivem naturalmente fora do cativeiro são propriedade do Estado, ocorrendo o mesmo com seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, sendo proibida sua utilização, caça, perseguição, destruição ou apanha.

É importante destacar que a União, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, organizou uma lista de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, sendo atualizada periodicamente. As Portarias do IBAMA nº 1522/89, 45/92 e 62/97 tratam do tema.

Atualmente está em discussão na Câmara Federal o anteprojeto de proteção à fauna, que irá estabelecer novos dispositivos legais específicos sobre o tema.

No âmbito estadual a Lei nº 8.946, de 1989, proíbe a caça e pesca predatórias em território paranaense, e a Lei nº 11.067, de 1995, dispõe sobre a proibição de coleta, utilização, perseguição, apanha de exemplares da fauna ameaçados de extinção, como também a comercialização e atividades que impliquem nos termos de proibição.

- **Flora**

Os principais instrumentos de proteção e normatização do uso dos recursos florísticos do país estão concentrados na Lei nº 4.771, de 1965, quando se instituiu o Código Florestal que em seu artigo 1 estabelece-se que:

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

No artigo 2 do Código Florestal são definidas as florestas e demais formas de vegetação natural consideradas de preservação permanente, dentre as quais aquelas localizadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, nas nascentes, no topo de morros, montes, montanhas e serras entre outras especificações apresentadas neste artigo.

O Código Florestal imputa ao Poder Público a prerrogativa de declarar áreas de preservação permanentes segundo critérios definidos no artigo 3 desta Lei, e define que a supressão destas áreas para a execução de obras, planos, atividades, projetos de utilidade pública ou interesse social só é possível através da autorização prévia do Poder Executivo Federal.

Na Resolução CONAMA nº 004/85, é definido o conceito de reservas ecológicas, entre elas a estabelecida no artigo 3, alínea b, inciso II, que considera reserva ecológica as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

"ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para os que estejam situados em áreas urbanas;

- de 100 (cem) metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros.

- de 100 (cem) metros para as represas hidrelétricas."

Modificações no Código Florestal estão sendo discutidos pelo Ministério do Meio Ambiente, pelo CONAMA, por Comissões da Câmara Federal além de diversas organizações e instituições interessadas no assunto. Várias Medidas Provisórias (cerca de 60) já foram editadas pelo Poder Executivo Federal com o objetivo de alterar alguns artigos do Código de 1965 e dispor sobre outros aspectos que não estão incorporados na lei original. A última

Medida Provisória sobre esse tema foi editada em 27 de dezembro de 2.000, sob o número 2080-58, no entanto este dispositivo ainda encontra-se em tramitação.

Por fim, é importante destacar que a União, através do IBAMA, organiza listas de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, sendo atualizada periodicamente.

2.3.1.3 Unidades de Conservação

Um aspecto fundamental com relação à flora diz respeito às unidades de conservação. O Parágrafo 1º, do artigo 38 da Lei nº 9.605 de 13 de Fevereiro de 1998, diz que:

“entende-se por Unidades de Conservação as Reservas Biológicas, Reservas Ecológicas, Estações Ecológicas, Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico e Reservas Extrativistas ou outras a serem criadas pelo Poder Público.”

Esta categoria é de fundamental relevância ao observarmos a Resolução CONAMA nº 002/96, que disciplina a criação de unidades de conservação em vista da instalação de empreendimentos causadores de degradação ambiental. As áreas beneficiadas devem localizar-se próximas à região do empreendimento e privilegiar basicamente a preservação de amostras representativas dos ecossistemas afetados.

Nessa Resolução definiu-se que o montante dos recursos a serem empregados para a constituição da unidade de conservação, compreendendo a área a ser utilizada, bem como o valor dos serviços e das obras de infra-estrutura necessárias para sua viabilização, não poderá ser inferior a 0,50% (meio por cento) dos custos totais previstos para implementação do empreendimento.

Após a implementação da unidade de conservação o empreendedor transferirá o domínio da área para o poder público responsável pela administração de unidades de conservação, realizando a manutenção mediante convênio com o órgão competente.

2.3.1.4 Lei do ICMS Ecológico

A Lei Complementar nº 59 conhecida como Lei do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) Ecológico, ou ainda, Lei Beraldin, estabelece que dentre o valor de ICMS arrecadado pelo Estado do Paraná, um percentual de 5% será dividido proporcionalmente entre os municípios que abriguem em seu território mananciais de

abastecimento público de interesse de municípios vizinhos, unidades de conservação ambiental e demais áreas florestadas.

Esta Lei configura-se em importante instrumento de estímulo às autoridades municipais no sentido de preservação das áreas citadas acima, uma vez que, pela Lei, pode haver redução do percentual repassado, ou até mesmo a supressão da compensação financeira, caso verifique-se alteração no perímetro das áreas preservadas ou piora nos índices de qualidade da água ofertada.

2.3.1.5 Proteção ao Patrimônio Histórico, Artístico e Natural

O artigo 20 da Constituição Nacional estabelece que são bens da União as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos pré-históricos.

Cabe à União, Estados e Municípios proteger os documentos, as obras e outros bens de natureza de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos (artigo 23 da Constituição Nacional).

O artigo 216 da Constituição Federal estabelece que:

“Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material ou imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identificação, a ação, a memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

(...) V – os conjuntos urbanos e os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.”

No Parágrafo 1º deste artigo define-se que:

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

A Lei n.º 3.924, de 26 de julho de 1961, submete à proteção do Poder Público, os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Para resguardar os objetos de valor científico e

cultural localizados em pesquisas de campo a Portaria n° 7 de 01 de dezembro de 1988 estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos previstas na Lei n.º 3.924, de 26 de julho de 1961.

No Estado do Paraná a proteção ao Patrimônio Histórico, Artístico e Natural é fundamentada na Lei n° 1.211, de 16 de Setembro de 1953, que já no seu artigo 1 define que:

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

No que se refere ao patrimônio natural do Estado, não haverá alagamento de terras e supressão de vegetação em áreas de Unidades de Conservação constituídas na região.

2.3.1.6 Populações Indígenas

É importante destacar que o empreendimento ora em estudo não irá causar qualquer dano em Terras Indígenas ou a povos indígenas. Mas, como adendo, optou-se por relacionar neste item os aspectos legais relacionados a esta temática.

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, os Povos Indígenas tiveram garantido o reconhecimento dos “direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam”.(Art. 231 C.F.)

O Capítulo VIII da Constituição - “DOS ÍNDIOS” - em seu art. 321 e seguintes enunciam as bases políticas e jurídicas das relações do Estado Brasileiro e os diferentes Povos Indígenas inseridos em território nacional.

O art. 231 e seus parágrafos da Constituição Federal enunciam:

Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários

sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las e fazer respeitar todos os seus bens.

§ 1º: *“São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios, as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.”*

§ 2º: *“As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.”*

§ 3º: *“O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.”*

§ 4º: *“As terras de que trata este artigo são inalienáveis e indisponíveis e, os direitos sobre elas, imprescritíveis.”*

§ 5º: *“É vedada a remoção dos grupos indígenas de suas terras, salvo, “ad referendum” do Congresso Nacional, em caso de catástrofe ou epidemia que ponha em risco sua população, ou no interesse da soberania do País, após deliberação do Congresso Nacional, garantindo, em qualquer hipótese, o retorno imediato logo que cesse o risco.”*

§ 6º: *“São nulos e extintos, não produzindo efeitos jurídicos, os atos que tenham pôr objeto a ocupação, o domínio e a posse das terras a que se refere este artigo, ou a exploração das riquezas naturais do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, ressalvado relevante interesse público da União, segundo o que dispuser lei complementar, não gerando a nulidade e a extinção direito a indenização ou ações contra a*

União, salvo, na forma da lei, quanto às benfeitorias derivadas da ocupação de boa-fé.”

Finalizando, o art. 232 da Constituição Federal diz:

Art. 232: “Os índios, suas comunidades e organizações são partes legítimas para ingressar em juízo em defesa de seus direitos e interesses, intervindo o Ministério Público em todos os atos do processo.”

Tendo em vista as peculiaridades que envolvem a matéria, outro dispositivo constitucional deve ser enunciado, o artigo 49 da Constituição Federal:

Art. 49: “É da competência exclusiva do Congresso Nacional”:

Inc. XVI: “autorizar, em terras indígenas, a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais.”

Em 1973, a Lei Federal nº 6001 aprovou o Estatuto do Índio que determinou as bases legais e jurídicas para preservar a cultura dos índios e suas comunidades, seus costumes e tradições, assim como seus meios de vida, sua relação com o meio ambiente e a natureza. Além destes aspectos, esta Lei refere-se ainda às bases legais de utilização de riquezas naturais das terras indígenas, assim como os órgãos envolvidos e o seu registro.

Atualmente está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 2.057/91, que trata do Estatuto das Sociedades Indígenas. Em junho de 1994 uma Comissão Especial da Câmara dos Deputados aprovou um projeto substitutivo. Está inserido neste ordenamento jurídico um capítulo específico que trata Dos Recursos Hídricos. Em 2000, foram realizados diversos debates, seminários, encontros entre os membros da Comissão Especial da Câmara dos Deputados e os representantes de diversas Comunidades Indígenas do Brasil, para discussão da nova redação do Estatuto das Sociedades Indígenas, visando à elaboração de um documento final.

Embora sem muitos detalhes, a Constituição do Estado do Paraná reservou um artigo para proteger as áreas indígenas, qual seja art. 226 e parágrafo único.

Art. 226: “As terras, as tradições, usos e costumes dos grupos indígenas do Estado integram o seu patrimônio cultural e ambiental, e como tais serão protegidos.”

Parágrafo único: “Esta proteção estende-se ao controle das atividades econômicas que danifiquem o ecossistema ou ameacem a sobrevivência física e cultural dos indígenas.

III. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Este capítulo contém informações acerca do projeto de engenharia da PCH Plena Energia I, de maneira a tornar clara a sua compreensão. As descrições que seguem correspondem à definição, em nível de Projeto Básico, dos arranjos definidos para a PCH Plena Energia I, a fim de subsidiar a identificação e avaliação dos impactos ambientais a serem causados pelo empreendimento.

3.1 Localização e acessos

O aproveitamento PCH Plena Energia I está localizado no rio Cantu, o qual pertence à bacia hidrográfica do rio Paraná/sub-bacia rio Piquiri, entre os municípios de Nova Cantu e Roncador pela margem direita e Laranjal e Palmital pela margem esquerda. Encontra-se situado na região centro-oeste do Estado do Paraná, com latitude aproximada 24°44' S e longitude aproximada 52°28'.

O empreendimento está localizado a aproximadamente 497 km da capital do Estado do Paraná. O acesso pode ser feito, a partir de Curitiba, conforme indicado na tabela 3.1.1.

Tabela 3.1.1 – Estradas de acesso à PCH Plena Energia I

Rodovia	Sentido	Kilometragem percorrida	Ponto de referência final do trecho
BR 277	Curitiba - Foz do Iguaçu	258	Trevo de Guarapuava (à direita).
BR 466/PR 460/ BR487	Guarapuava - Campo Mourão	143	Trevo para Iretama (à esquerda).
PR 462	Entroncamento BR 487 - Roncador	33	Cidade de Roncador.
PR 239	Roncador - Nova Cantu	20	Estrada Principal para a Localidade de Santo Rei (à esquerda).
Estrada Secundária (parcialmente pavimentada)	Enc. PR 239 - Santo Rei	5	Localidade de Santo Rei (à esquerda).
Estrada Secundária (não pavimentada)	Fazendas locais	35	Fazenda Cantilado
Estrada Vicinal	PCH Plena Energia I	3	Margem direita do rio Cantu (estruturas civis da PCH Plena Energia I).

Ver desenho 3.1.1 – Localização e Acessos.

3.2 Concepção geral do projeto

O arranjo proposto fixa o nível de água máximo normal do reservatório, a fio d'água, na cota 415,0 m. O nível normal de jusante foi fixado na cota 373,50 m, correspondente ao nível normal do rio naquele local. A queda bruta máxima aproveitada é de 41,50 m.

A barragem/vertedouro será em concreto compactado a rolo, posicionados sobre fundação de rocha, resultando em extensão total entre as margens de cerca de 380,00 m.

O vertedouro, situado no leito do rio, com soleira livre, possui 130,00 m de extensão. Foi dimensionado para escoar uma vazão de 3051 m³/s, correspondente à cheia com período de recorrência de 1.000 anos, com soleira na cota 415,00 m e nível d'água máximo maximorum do reservatório na cota 420,00 m.

As águas do reservatório serão conduzidas por um canal de adução na margem direita do rio até a tomada d'água, com aproximadamente 310 m de extensão total e largura de 8,0 m.

A tomada d'água, com soleira na cota 351,12 m, será uma estrutura de concreto armado, na margem direita, ao final do canal de adução. A jusante da tomada d'água desenvolve-se, a céu aberto, o conduto forçado, com 3,60 m de diâmetro, tripartindo-se em condutos de 2,30m de diâmetro cada até a casa de força.

A casa de força será abrigada contendo três unidades geradoras do tipo "FRANCIS " de eixo horizontal, rotor duplo, com 6,0 MW de potência cada.

Os desenhos 3.2.1 – Arranjo Geral – Planta e 3.2.2 – Arranjo Geral – Cortes auxiliam na compreensão geral do empreendimento como um todo:

3.2.1 Dados do Reservatório

Nível de água máximo normal do reservatório	415,00 m
Área no nível de água máximo normal do reservatório	3,55 km ²
Profundidade média do reservatório	13 m
Volume no nível de água máximo normal do reservatório	31 milhões de m ³

O mapa 3.2.1.1 - Reservatório mostra a representação gráfica desta estrutura.

3.3 Descrição sumária das estruturas e obras

3.3.1 Desvio do Rio

O desvio do rio foi concebido levando-se em conta, principalmente, as características topográficas do local e regime das vazões.

O controle do rio, para a execução das obras de barramento, deverá ser realizado em duas etapas distintas.

Na primeira etapa de construção, o rio permanecerá correndo em seu leito natural enquanto se executam as obras na ombreira direita composta de escavação do canal de desvio, deixando-se um septo de rocha no trecho de montante, próximo a margem do rio e início da construção das estruturas das adufas de fundo até a elevação de 400 m.

Na segunda etapa de construção, inicia-se com remoção do septo de montante do canal de desvio e os trabalhos de lançamento da ensecadeira de montante, a partir da margem direita, a serem programadas para o período de estiagem.

As obras de desvio foram dimensionadas para um tempo de recorrência de apenas 2 anos, considerando-se que o corpo da barragem é de concreto compactado a rolo.

Qualquer cheia acima do tempo de recorrência, referido, não deverá acarretar nenhum estrago para a barragem, a não ser a recomposição da ensecadeira, que por outro lado, não deverá ser de grande vulto, e não atrasará a obra.

3.3.1.1 Canal de desvio

O canal de desvio, encrustado em rocha, terá uma extensão de aproximadamente 300,00 m, seções retangulares, alturas variáveis, largura na base de 20,00 m e declividade relativamente baixa, variando entre as elevações 385,00 m a montante e 384,00 m a jusante.

3.3.1.2 Adufas de fundo

A estrutura da adufa constituída por um único bloco, com 23,50 m de largura, terá a plataforma de operação das comportas na elevação de 400,00 m e quatro aberturas, que após o abaixamento das comportas metálicas, serão tamponadas com concreto massa.

Uma vazão sanitária de 1,84 m³/s será assegurada com a utilização de um alimentador composto por um tubo de aço embutido na estrutura do corpo da barragem com diâmetro de 0,40 m e uma válvula tipo borboleta com comando a distância.

3.3.1.3 Ensecadeira

A execução da ensecadeira de montante será precedida pela construção de parte do enrocamento que deverá ocupar toda a largura do rio e atingirá a elevação de 390,00 m.

Com o rio passando sobre as adufas proceder-se-á ao alteamento da ensecadeira até a elevação final de 396,00 m.

A jusante do corpo da barragem não foi prevista construção de ensecadeira, uma vez que próximo ao pé do vertedouro, há uma corredeira com acentuada declividade. Esta situação facilitará em muito os serviços de desvio, além de possibilitar o início imediato dos trabalhos de limpeza da fundação e o conseqüente lançamento da estrutura de concreto rolado, sem necessidade de grandes esgotamentos.

3.3.2 Barragens (diques)

A barragem de concreto compactado a rolo (CCR) será construída em dois trechos, separados pela estrutura do vertedouro. O trecho situado na ombreira direita tem 100 m de extensão e o trecho situado na ombreira esquerda possui 150 m de extensão.

A crista da barragem, com 4,0 m de largura e 30,00 m de altura, está situada na elevação 420,00, e é provida de um muro à montante de 1,5 m de altura.

3.3.3 Vertedouro

A estrutura do vertedouro com extensão de 130,00 m é uma obra a ser construída em concreto compactado a rolo e concreto convencional; localizada na parte central do rio, é constituída por blocos com largura de 16,25 m separados por juntas de contração.

O escoamento será do tipo lâmina livre com ogiva projetada pelos critérios usuais recomendados pelo “HYDRAULIC DESGN CRITERIA – US CORPS OF ENGINEER”.

O dimensionamento da capacidade do vertedouro baseou-se na descarga de projeto de 3051m³/s com tempo de recorrência de 1.000 anos.

3.3.3.1 Galeria de drenagem

Na parte interna do corpo do vertedouro, da barragem tipo gravidade e sobre as adufas de fundo foi projetada uma galeria de drenagem com dimensões 2,00 x 2,50 m com finalidade precípua para inspecionar o funcionamento da cortina de injeção, de drenagem, e para complementação, se necessário dos serviços correlatos.

Para coletar as águas infiltradas e surgentes, das perfurações, haverá uma canaleta com seção retangular e declividade adequada para conduzir as águas captadas para o exterior da barragem.

3.3.4 Tomada d'Água e Circuito Hidráulico de Adução

3.3.4.1 Tomada d'água

A estrutura da tomada de água, foi projetada em um único bloco de concreto semi-monolítico para garantir a sua estabilidade.

Esta estrutura será munida de uma comporta, tipo vagão, com dimensões livres de 3,60 x 3,60 m com finalidade de permitir o controle do fluxo e proteger o conduto forçado por ocasião do disparo das máquinas hidrogeradoras.

A estrutura da tomada de água deverá ser assentada diretamente sobre rocha sã, terá largura de 6,00 m e altura de 17,50 m sobre a fundação e está intercalda entre os dois muros de encosto.

3.3.4.2 Circuito hidráulico de adução

O canal adutor será retilíneo, com uma seção retangular econômica de 4,50 x 9,00 m, comprimento de 300,00 m, velocidade de 1,30 m/s e declividade uniforme de 0,0005^m/m.

O canal foi dimensionado para o engolimento máximo de 52,30 m³/s das máquinas hidrogeradoras, considerando o reservatório na elevação normal de 415,00 m.

O canal em seu todo será constituído por dois trechos distintos:

- Os primeiros 270,00 m terão a seção retangular e serão inteiramente incrustados em rocha, de boa qualidade, com altura suficiente para permitir o escoamento das águas em seu nível máximo (420,00 m), sem transbordamento.

- O trecho final, próximo a estrutura da tomada de água, o canal será escavado em solo com forma trapezoidal e receberá um revestimento com geomembrana para evitar a possível fuga de água através de infiltrações.

- **Diques de Solo**

Para a retenção das águas, no entorno da estrutura da tomada de água, quando ocorrerem cheias excepcionais, foram previstos diques de solo compactado com altura variável.

Serão construídos com solos argilosos provenientes das escavações programadas, em camadas com espessuras soltas não maiores do que 0,30 m, sobre terreno natural, removido, e perfeitamente escarificado.

O dique localizado ao lado direito da tomada de água, será um pouco menor que o da esquerda e sua crista terá 4,00 de largura, para permitir o tráfego de uma viatura conduzindo as peças metálicas. Esses dois diques serão apoiados sobre dois muros de encosto edificados paralelamente a estrutura da tomada de água.

- **Muro de Encosto**

Os dois muros, que protegem a tomada de água e canal de adução, terão a seção tipo gravidade, com declividade de 0,50 H: 1,00 V.

Os seus coramentos estarão na elevação 422,00 m, seus comprimentos serão respectivamente 41,40 m para o direito e de 34,30 m para o esquerdo e deverão ser apoiados sobre a rocha limpa e de boa qualidade.

3.3.5 Casa de Força e Canal de Fuga

3.3.5.1 Casa de força

Com base nos dados recebidos e estudos desenvolvidos a casa de força foi pré-dimensionada para abrigar três turbinas tipo Francis, eixo horizontal, rotor duplo, 450 rpm com potência no eixo de 6.200 kW, acopladas a geradores síncronos com potência nominal de 6.600 kVA, considerando-se um fator de potência da ordem de 0,91.

A casa de força com área total interna de 800,75 m² foi projetada para abrigar os seguintes componentes:

- Sala de máquinas com piso na elevação 373,10 m, largura interna de 11,00 m e comprimento de 46,35 m;

- Área para descarga e montagem com piso na elevação 385,50m e dimensões internas de 12,10 x 5,00 m;
- Galeria eletro-mecânica localizada a montante da sala de máquinas, com o piso na elevação 485,50, e conterà as seguintes peças:
 - Oficina e depósito;
 - Sala de comando;
 - Sala dos equipamentos elétricos;
 - Sala de baterias;
 - Sala de compressores e motor diesel; e
 - Sanitários.

Externamente a galeria haverá uma pequena área para o posicionamento dos transformadores de serviço.

O sistema de ventilação da casa de força foi projetado de forma natural, de maneira que não haja ventilação forçada. O ar deverá circular livremente por meio de janelas previstas acima da elevação 392,70 m e por aberturas localizadas nas salas da galeria.

Sob o piso das salas de galeria elétrica, haverá um piso rebaixado, em 0,40 m, para o posicionamento dos cabos elétricos.

A parte da casa de força situada abaixo da elevação 385,50 m, será totalmente construída em concreto armado, conterà os blocos para apoio das turbinas, dos geradores, os rebaixos para as instalações das válvulas tipo borboleta, os tubos de sucção, as galerias para a extração do ar de resfriamento dos geradores e o poço de drenagem para esgotamento das águas servidas e de infiltração.

A estrutura acima da elevação 385,50 m será mista, em alvenaria de tijolos para a vedação externa e entre salas e em concreto estrutural para apoio e transito da ponte rolante.

A cobertura foi projetada com o emprego de telhas metálicas, autoportantes, galvanizadas e apoiadas obre estrutura de concreto.

3.3.5.2 Canal de fuga

Para devolver as águas utilizadas no acionamento dos hidrogeradores, ao rio de origem, foi projetado um canal com seção trapezoidal, com largura de 39,00 m na base, objetivando uma seção hidráulica tal que a velocidade da corrente hídrica não ultrapasse a 1,00 m/s.

3.3.6 Transmissão

As alternativas de interligação da PCH Plena Energia I ao sistema de transmissão estão indicadas na figura 3.4.1.

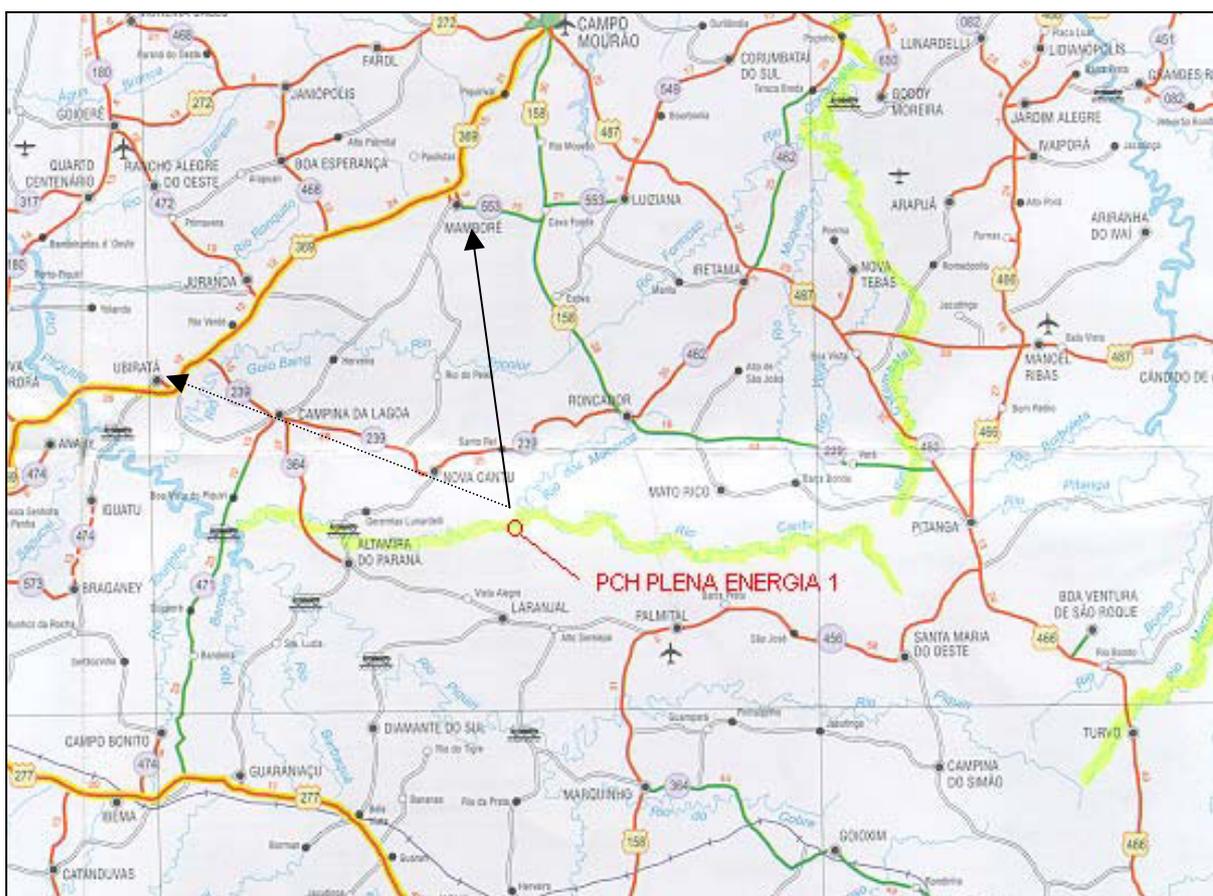


Figura 3.4.1 – Alternativas de Interligação – PCH Plena Energia I

A integração da PCH Plena Energia I ao sistema elétrico, foram analisados nas tensões 34,5 kV, 69 kV e 138 kV:

A conexão selecionada da PCH ao sistema elétrico da COPEL deverá ser na subestação de Ubatã, na tensão de 69 kV, de acordo com os estudos preliminares realizados. O empreendedor deverá construir um circuito novo na SE Ubatã, incluindo os serviços relativos a obras civis, elétricos mecânicos, sendo necessário a prévia aprovação do projeto.

Na chegada da linha de transmissão deverá ser instalado conjunto de medição e faturamento, previamente aprovado pela COPEL Distribuição, sendo que os equipamentos de registro poderão ser instalados na sala de comando da SE. Os equipamentos instalados pelo empreendedor terão a manutenção sob sua responsabilidade.

A SE Ubiratã 69 kV está compreendida no sistema passível de ser reisolado para 138 kV em médio prazo.

3.3.7 Infra-estrutura e Logística

A região onde será implantada o empreendimento não possui infra-estrutura, sendo acessada, atualmente, por estrada de fazenda, em más condições de tráfego a partir da localidade de Santo Rei.

No âmbito da obra deverão ser recuperados os acessos viários existentes, planejados novos, levando-se em consideração as frentes de serviço, o canteiro de obras e demais dependências administrativas e industriais.

As obras de infra-estrutura, cujo objetivo principal é a execução da PCH Plena Energia I dentro dos prazos previstos, serão compostos pelo canteiro, pelas suas instalações industriais e estradas de serviço.

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

Entre as principais instalações do empreendimento destacam-se:

- Central de britagem e de areia artificial;
- Central de formas e pátios;
- Central de armação e pátios;
- Central de concreto e depósito de cimento;
- Oficinas de manutenção dos equipamentos pesados e leves;
- Escritório principal e de frentes de serviço;
- Ambulatório, para atendimento dos primeiros socorros;
- Refeitório para aproximadamente 320 empregados no pico da obra;

- Laboratório de concreto e aço;
- Sistemas de água potável e saneamento básico.

Para a contratação de mão de obra, em torno de 320 no pico da obra, deverá ser dada preferência ao pessoal residente na localidade, com finalidade de minimizar a construção de alojamentos.

A mão de obra especializada deverá vir, preferencialmente, de fora da região, provenientes de centros maiores.

A duração prevista para a construção de todo empreendimento será de 24 meses até a entrada em operação da primeira unidade.

3.4 Investimento e Energia Gerada

O custo total do empreendimento, já incluído os juros durante a construção, incluindo a subestação e linha de transmissão, é de R\$ 44.860.000,00 em bases de janeiro de 2002, chegando-se a um custo índice de geração de R\$ 2.492,00 por kW instalado.

A potência instalada é de 18,00 MW, sendo que a Energia Firme Garantida é da ordem de 10,99 Mwmed.

IV DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A bacia hidrográfica do rio Cantu localiza-se no centro-oeste do Estado do Paraná, atingindo os municípios de Pitanga, Mato Rico, Roncador, Nova Cantu, Campina da Lagoa, Santa Maria do Oeste, Palmital, Laranjal e Altamira do Paraná. Seu comprimento total é de, aproximadamente, 275 km, drenando uma área de 2.868 km², e se desenvolve basicamente na direção leste-oeste. Sua nascente está localizada no município de Pitanga e a sua foz nos municípios de Campina da Lagoa e Altamira do Paraná, entre os paralelos 24°30' e 24°50' de latitude sul e meridianos 51°50' e 53°00' de longitude oeste.

O rio Cantu, afluente da margem do rio Piquiri percorre 226 km com sentido principal para oeste. A sua foz está localizada a aproximadamente 285 km a montante da confluência do rio Piquiri com o rio Paraná., podendo ser considerado um rio de pequeno a médio porte. Ele é formado por pequenas corredeiras, isoladas por longos trechos de baixa declividade. Os principais afluentes são os rios Azul, Caratuva e Cancã da margem direita e os rios Branco e da Prata da margem esquerda. O rio Cantu tem um desnível total de aproximadamente 160 m, variando entre as altitudes 480 m em suas cabeceiras e 320 m na sua foz. A figura 4.1 mostra a localização dos municípios que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Cantu no Estado do Paraná.

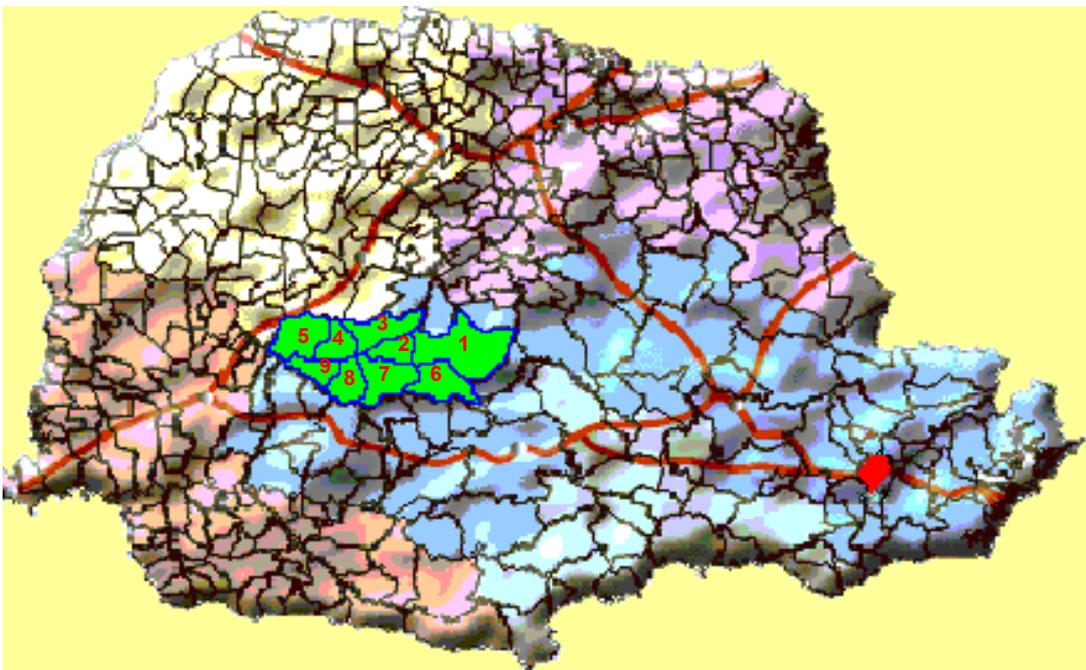


Figura 4.1 - Estado do Paraná – Municípios nos quais está inserida a bacia hidrográfica diagnosticada: (1) Município de Pitanga; (2) Município de Mato Rico; (3) Município de Roncador; (4) Município de Nova Cantu; (5) Município de Campina da Lagoa; (6) Município de Santa Maria do Oeste; (7) Município de Palmital; (8) Município de Laranjal; (9) Município de Altamira do Paraná; em vermelho está destacado o município de Curitiba.

O diagnóstico ambiental descrito a seguir considera os elementos dos meios físico, biótico e humano (também denominado meio socioeconômico ou social ou antropogênico), sempre num nível de detalhamento mais aprofundado que o diagnóstico do inventário previamente aprovado pela ANEEL. Para melhor compreensão do leitor, foi dividido, quando cabível, o diagnóstico de cada especialidade em dados regionais e dados locais. A tabela 4.1 indica as áreas consideradas limite para os meios físico, biológico e humano tanto a nível regional como local.

Tabela 4.1 – Limites das áreas de estudo consideradas, por meio de conhecimento.

Meio de conhecimento	Área considerada como limite	
	Diagnóstico regional	Diagnóstico local
Físico	Bacia hidrográfica	Área do futuro reservatório mais a área de preservação permanente (*) e as áreas necessárias para a instalação da obra
Biótico	Flora e fauna terrestre: remanescentes importantes de vegetação e ecossistemas naturais	Flora: área do futuro reservatório (o inventário florestal). Fauna: não é feito em nível local, pois a dinâmica da fauna é no âmbito dos remanescentes da vegetação original preservada e de ecossistemas específicos a ela atrelados
	Fauna aquática: bacia hidrográfica	
Humano	Municípios nos quais está inserido o empreendimento	Propriedades atingidas pelo reservatório e pelas estruturas associadas às obras civis e eletromecânicas do empreendimento

(*) Nos mapas elaborados para o presente estudo está delimitada uma faixa de proteção do reservatório com largura fixa, mais para dar uma idéia dos seus limites. Em determinados trechos ela poderá tanto ser mais larga quanto mais estreita. Os trechos mais largos podem ser definidos em função das características físicas dos terrenos, tais como alta declividade, estabelecimento de corredores de biodiversidade, remanso do reservatório, entre outros. O estreitamento pode ser proposto para evitar impactos de ordem social, principalmente, sem que se constituam em perdas ambientais ou não cumprimento da legislação. A matéria deverá ser mais bem aprofundada no Projeto Básico Ambiental (PBA) e no Plano Diretor das Áreas do Entorno do Reservatório e de seus Usos Múltiplos.

4.1 Meio Físico

4.1.1 Hidrometeorologia

Este capítulo tem por finalidade apresentar os estudos hidrológicos para a PCH Plena Energia I, localizada no rio Cantu a 94 km de sua foz.

4.1.1.1 Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica

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

A forma da bacia hidrográfica pode ser parametrizada através do coeficiente de compacidade e fator de forma, índices estes que relacionam a forma de uma bacia hidrográfica com a de um círculo e de um retângulo, respectivamente, e o grau de desenvolvimento de drenagem na bacia hidrográfica é avaliado pela densidade de drenagem. Estes três índices, calculados para a bacia hidrográfica do rio Cantu, foram obtidos de CEHPAR (2001).

O coeficiente de compacidade – K_c – é definido pela relação entre o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo de igual área à da bacia. Quanto mais irregular a forma da bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade. Considerando-se os outros fatores iguais, a tendência para maiores enchentes é mais acentuada quanto mais compactada for a bacia, ou seja, quanto mais o coeficiente aproxima-se da unidade (Vilela e Matos, 1995). Os valores obtidos em CEHPAR (2001) para o perímetro e área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Cantu são, respectivamente, iguais a 275,31km e 2868 km². O coeficiente de compacidade, K_c , é igual a 1,45.

O fator forma – K_f – é definido pela relação entre a largura média e o comprimento da bacia hidrográfica (Linsley, Kohler e Paulhus, 1975). A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia hidrográfica pelo seu comprimento. Uma bacia hidrográfica com alto fator de forma é, em princípio, mais suscetível a enchentes que uma com o mesmo tamanho, mas com fator de forma mais baixo (Vilela e Matos, 1975). Com os valores de área (2868 km²) e comprimento de bacia (102, 77 km), pode-se calcular o fator forma, K_f , igual a 0,27.

A densidade de drenagem – D_d – é obtida dividindo-se o comprimento total dos canais de drenagem pela área da bacia hidrográfica. A densidade de drenagem varia de 0,5 km/km², para bacias de drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas (Vilela e Matos, 1975). Para o caso do rio Cantu, cuja soma do comprimento de

todos os cursos d'água é igual a 1357 km, a densidade de drenagem resulta em 0, 47 km/km².

O índice de densidade de drenagem é altamente influenciado pela base de dados utilizada, isto é, o mapa na escala 1:250.000 e devem ser vistos com reserva devido a não consideração da maioria dos cursos d'água de primeira e segunda ordem.

Cabe ressaltar que os levantamentos foram realizados com base na cartografia da bacia em formato digital, na escala 1:250.000 e as grandezas físicas foram mensuradas com auxílio computacional.

Comparando a bacia hidrográfica do rio Cantu com outras apresentadas em CEHPAR (2001), pode-se considerar que os três índices anteriormente descritos possuem valores médios, o que indicaria tendência média à enchentes.

4.1.4.2 Caracterização climatológica da bacia hidrográfica

O clima e as condições meteorológicas de uma região são determinados principalmente pela circulação atmosférica, que atua nas diversas escalas em que se insere a região, e em menor proporção pelas condições geográficas, geológicas e hidrológicas locais. Essa circulação é decorrente da distribuição não uniforme da radiação líquida sobre a terra, do movimento de rotação da terra, das diferenças de calor específico da terra e da água, do relevo, da evaporação de grandes massas de água e da evapotranspiração de grandes florestas (Raudkivi, 1979). Esses fatores determinam um padrão variável no tempo e no espaço da pressão atmosférica, umidade e temperatura que por sua vez caracterizam as condições de tempo em cada lugar. Apesar de toda a complexidade da circulação atmosférica, já se têm estabelecidos os principais fenômenos meteorológicos atuantes nas diversas regiões do planeta Terra.

O Sul do Brasil, como resultado de sua localização em latitudes médias, está sujeito aos seguintes centros básicos de ação atmosférica: o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, o Anticiclone Migratório Polar, o Centro de Baixa Pressão do Chaco, as Altas Tropicais da Amazônia e o Anticiclone do Pacífico. Este último eventualmente influi, com acúmulo de ar frio, para intensificar a Frente Polar Atlântica, que passa a atuar no clima regional.

Estes centros de ação atmosférica variam de intensidade e mudam de posição durante o ano, originando as chamadas massas de ar. Estas são definidas como grandes porções de ar ocupando uma extensa área e apresentando características semelhantes num mesmo plano horizontal. Estas massas de ar apresentam propriedades físicas, como temperatura e

umidade quase uniformes ao mesmo nível. O tempo reinante sobre um local, em uma dada época, geralmente depende do caráter da massa de ar predominante, ou da interação de duas ou mais massas de ar.

As massas de ar possuem características dependentes de suas regiões de origem, podendo ser classificadas em equatorial, tropical e polar, em função da temperatura, e subclassificadas em continental e marítima, conforme a umidade. Quando do deslocamento de uma massa de ar, a mesma leva características da área original às regiões para onde se move. Entretanto, ao longo de sua trajetória, as massas de ar podem modificar em parte as suas propriedades. Estas modificações vão depender das propriedades das superfícies percorridas e do tempo de contato com as mesmas.

As regiões de transição entre massas de ar diferentes, principalmente em termos de temperatura, umidade e pressão; são chamadas de frentes. Elas são constituídas de uma superfície inclinada com espessura de centenas de metros.

No estado do Paraná desenvolvem-se no decorrer do ano, segundo um ritmo variável, três situações resultantes da atuação das massas de ar de importância primária na região (Polar Atlântica, Tropical Atlântica e Equatorial Continental) adquirindo cada uma delas suas fases de liderança nos estados atmosféricos (Monteiro, 1963). Em particular:

Durante os meses de outubro a março: há uma predominância da Massa Tropical Atlântica de baixa pressão, com a ocorrência de frentes quentes que se deslocam em direção ao Sul, trazendo instabilidade e umidade. A formação de frentes quentes é devida ao deslocamento da massa tropical em direção à massa polar, caracterizando-se por apresentar nuvens estratiformes e precipitações de menor intensidade e abrangendo grandes áreas.

Durante os meses de abril a setembro: é mais intensa a infiltração da Massa Polar Atlântica que ocorre em direção ao Norte, provocando tempo bom com pouca nebulosidade, madrugadas frias e secas, ou ocasionando frentes frias que resultam em precipitações intensas. A formação de frentes frias é devida ao avanço da massa de ar de origem polar sobre a massa tropical, provocando instabilidade e chuvas de grande intensidade que podem durar vários dias.

Do aquecimento diurno da terra resultam as chuvas de origem convectiva que se caracterizam por apresentar nuvens de desenvolvimento vertical, chuvas de forte intensidade e pequena duração.

A bacia hidrográfica do rio Cantu, segundo a classificação de Köppen, possui o tipo climático

Cfa e Cfb (IAPAR, 1994). O tipo climático Cfa indica clima subtropical; temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura do mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. O tipo climático Cfb indica clima temperado propriamente dito; temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

O mapa 4.1.1.1 – Tipos Climáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu ilustra os climas que ocorrem na região da bacia hidrográfica do rio Cantu.

De CEHPAR (2001) foram obtidos os traçados das isoietas e isotermas para a bacia hidrográfica do rio Piquiri, onde está localizado o rio Cantu.

O 4.1.1.2 – Isoietas Totais Anuais e Isotermas Médias Anuais, mostra a distribuição de chuva ao longo da bacia hidrográfica do rio da Cantu, através das isoietas de totais anuais. O mapa 4.1.1.3 – Localização das Estações Fluviométricas, Pluviométricas e Meteorológicas da bacia Hidrográfica do Rio Cantu mostra a localização das estações.

A precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio da Cantu é de aproximadamente 1956 mm (média pelo método das isoietas) e a temperatura média anual é de 19,4°C, aumentando no sentido noroeste de 18,5°C na cabeceira do rio Cantu para 20°C na sua foz.

4.1.4.3 Caracterização do regime fluvial

- **Disponibilidade de Dados Fluviométricos**

A bacia hidrográfica do rio Cantu possui 2 estações fluviométricas, localizadas no próprio rio Cantu, ambas operadas pela ANEEL. A tabela 4.1.1.1 apresenta para cada uma das estações, as seguintes informações: código (ANEEL), latitude, longitude, área de drenagem, tipo de estação, data de início de operação. As 2 estações continuam em operação.

No mapa 4.1.1.2 – Localização das Estações Fluviométricas, Pluviométricas e Meteorológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu é mostrada a localização das estações apresentadas nessa tabela.

Tabela 4.1.4.1 - Estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Cantu

Código	Nome	Latitude		Longitude		Área Adotada (km ²)	Tipo de estação					Início	Área ANEEL (km ²)
		°	'	°	'		F	R	D	S	Q		
64773000	Ponte Leôncio Primo	24°	44'	52°	19'	908	F		D	S		Ago/78	736
64775000	Balsa do Cantu	24°	45'	52°	42'	2136	F	R	D	S	Q	Jul/67	2510

Tipo de estação: F: leitura de régua
R: tem registrador
T: é telemétrica

D: tem medições de descarga líquida
S: tem medições de descarga sólida
Q: tem análise de qualidade de água

As áreas de drenagem de Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo apresentadas na tabela 4.1.1.1 foram obtidas pelo CEHPAR, utilizando-se ferramentas do Microstation, através de cartas topográficas na escala 1:250.000. As latitudes e longitudes foram obtidas de COPEL (2001) através de medições em campo com aparelhos GPS.

A análise de consistência dos dados fluviométricos foi realizada para as 2 estações fluviométricas e consistiu em: (i) revisão da curva de descarga; (ii) traçado e análise de hidrogramas simultâneos das vazões médias diárias e mensais; e (iv) análise dos eventos de vazões máximas anuais.

As curvas de descarga foram consideradas bem definidas para a faixa de medições de vazão efetuadas. Porém, na curva de descarga de Ponte Leôncio Primo foi efetuado um “alisamento”, o que quase não alterou a relação cota-vazão desta estação. A plotagem simultânea dos hidrogramas de vazões médias mensais e diárias das 2 estações apresentou-se coerente em quase toda a seqüência cronológica de valores. Os valores mais inconsistentes tiveram seus valores corrigidos.

O preenchimento de falhas de observação das estações Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo foi efetuado com a utilização das equações de regressão entre estes dois postos. As equações de regressão utilizadas e seus respectivos coeficientes de determinação R^2 foram:

$$Q_{BC} = 2,453 Q_{LP} \quad R^2 = 0,913 \quad (1)$$

$$Q_{LP} = 0,393 Q_{BC} \quad R^2 = 0,913 \quad (2)$$

onde :

Q_{BC} = vazão em Balsa do Cantu (m³/s);

Q_{LP} = vazão em Ponte Leôncio Primo (m³/s).

Nos primeiros anos de observação em Balsa do Cantu (quando a estação Ponte Leôncio Primo ainda não operava), algumas falhas foram preenchidas pelo método da curva de permanência com a estação Tereza Cristina. Na falha do dia 14/03/1982 em Balsa do Cantu não foi utilizada a equação de regressão, pois analisando o cotograma concluiu-se que a média definida em função dos dias anterior e posterior preencheria a falha de uma maneira mais adequada.

- **Vazões Médias**

As vazões naturais médias mensais dos locais de usinas são utilizadas na estimativa do potencial energético e dimensionamento das estruturas. Em reservatórios menores, com pequena área de contribuição ou para pequenas centrais hidrelétricas torna-se importante a determinação das variações de aflúncias dentro do mês, principalmente no que tange o cálculo de volume de espera, confiabilidade de alguns reservatórios de abastecimento de água e para análise de segurança de barragens (Kelman *et al.*, 1983).

- Vazões Médias Diárias

As vazões naturais médias diárias para o local do eixo da usina foi obtida a partir da transferência das séries de vazões das estações básicas do rio Cantu, Ponte Leôncio Primo e Balsa do Cantu, proporcionalmente às áreas de drenagem.

Para a escolha das estações que auxiliariam na extensão da série de vazões da estação Balsa do Cantu, seguiu-se alguns critérios de seleção que são: período de dados, compatibilidade entre a magnitude das áreas de drenagem, proximidade e similaridade hidrológica das bacias. Dentro destes critérios têm-se as estações apresentadas na tabela 4.1.1.2. Não utilizou-se a estação Santa Clara por possuir um período de observação muito próximo ao de Usina Cavernoso e entre estas duas foi a que apresentou menor correlação com Balsa do Cantu. O posto Salto Sapucaí também não foi utilizado, pois apresenta um coeficiente de correlação muito baixo, talvez pelo fato de estar numa região de solos mais profundos e agricultáveis do que Balsa do Cantu, apesar de sua proximidade.

As equações de regressão entre as estações do rio Cantu e estações de bacias vizinhas (tabela 4.1.1.2) resultaram em coeficientes de determinação R^2 muito baixos (0,533 com Salto Sapucaí a 0,718 com Tereza Cristina). Decidiu-se por analisar a viabilidade do uso de um método não linear de extensão. O método consiste na utilização da curva de permanência de vazões diárias da estação a estender (Balsa do Cantu) com estações em bacias vizinhas (tabela 4.1.1.2) que possuam vazões observadas no período a estender (1931 a 1967). Este método pressupõe que em determinado dia a permanência das vazões

é a mesma para os dois locais. Tendo-se a vazão, por exemplo, em Tereza Cristina, obtêm-se a permanência desta vazão (em % do tempo) utilizando a curva de permanência desta estação. Utilizando este valor de permanência (em % do tempo) na curva de permanência de Balsa do Cantu obtém-se a vazão neste posto.

Tabela 4.1.1.2 – Estações consideradas para e extensão da série de Balsa do Cantu

Código	Nome	Rio	Bacia	Área de drenagem (km²)	Período disponível
64620000	Rio dos Patos	Rio dos Patos	Ivaí	1090	05/1930 – 12/1999
64625000	Tereza Cristina	Ivaí	Ivaí	3570	09/1956 – 12/1999
64790000	Salto Sapucaí	Sapucaí	Piquiri	535	07/1964 – 12/1999
65825000	Santa Clara	Jordão	Jordão	3910	08/1949 – 12/1999
65855000	Usina Cavernoso	Cavernoso	Iguaçu	1500	01/1952 – 12/1999

Obs: área de drenagem fornecida pela ANEEL e verificada pelo CEHPAR.

A análise comparativa da eficiência do método da curva de permanência (CP) com o método da regressão linear (RL) consistiu no cálculo para o período histórico (1967 a 1999), das vazões estimadas em Balsa do Cantu através dos dois métodos. As vazões estimadas foram correlacionadas às vazões observadas, determinando-se os respectivos coeficientes de determinação R^2 e de regressão (reta passando pela origem e relacionando os valores observados e estimados). As estimativas para as vazões em Balsa do Cantu no período histórico foram obtidas utilizando os postos fluviométricos da tabela 4.1.1.2.

Os resultados desta análise são apresentados na tabela 4.1.1.3. Pode-se verificar que o método da curva de permanência apresenta um coeficiente de regressão próximo de 1 (quanto mais próximo de 1 melhor). Quanto ao coeficiente de determinação, os dois métodos apresentam resultados similares, com leve vantagem para o método da curva de permanência em Usina Cavernoso, justamente, o posto que obteve pior correlação entre os postos analisados.

Optou-se pelo método da curva de permanência, pois ele não subestima as vazões médias (coeficientes de regressão da tabela 4.1.1.3 mais próximo de 1), ao contrário do método de regressão que subestima, neste caso, em torno de 16% (coeficientes de regressão próximos de 0,84).

Tabela 4.1.1.3 – Correlação entre as vazões estimadas e observadas (Balsa do Cantu)

Método	Estação utilizada	Equação de regressão	Coeficientes	
			Determinação R ²	Regressão
CP	Tereza Cristina	$Q_{EST} = 0,974 Q_{OBS}$	0,711	0,974
RL		$Q_{EST} = 0,850 Q_{OBS}$	0,723	0,850
CP	Rio dos Patos	$Q_{EST} = 0,942 Q_{OBS}$	0,595	0,942
RL		$Q_{EST} = 0,829 Q_{OBS}$	0,604	0,829
CP	Usina Cavernoso	$Q_{EST} = 0,999 Q_{OBS}$	0,699	0,999
RL		$Q_{EST} = 0,876 Q_{OBS}$	0,650	0,876

Obs.: CP: método da curva de permanência;
 RL: método da regressão linear;
 Q_{EST} : vazão estimada (m³/s);
 Q_{OBS} : vazão observada (m³/s).

A extensão da série de vazões em Ponte Leôncio Primo no período de 01/1931 a 07/1978, foi efetuada com base na correlação mensal entre esta estação e Balsa do Cantu, cujo coeficiente de determinação R² foi igual a 0,913.

As tabelas 4.1.1.4 e 4.1.1.5 apresentam respectivamente, o resumo dos critérios para a extensão das séries de vazões naturais médias diárias das estações básicas Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo.

A equação de transferência da série de vazões médias diárias para o local da usina, foi determinada por interpolação linear proporcional às áreas de drenagem e está apresentada a seguir:

$$Q = 0,61 Q_{BC} + 0,39 Q_{LP} \quad (3)$$

Onde:

Q_{BC} : vazão em Balsa do Cantu (m³/s);

Q_{LP} : vazão em Ponte Leôncio Primo (m³/s).

Obtida utilizando a área de drenagem de 1657 km² para o local da usina.

Tabela 4.1.1.4 - Critérios para extensão da série de Balsa do Cantu

Período	Critério utilizado
01/01/31 a 31/12/51	Curva de permanência com Rio dos Patos
01/01/52 a 31/08/56	Curva de permanência com Usina Cavernoso
01/09/56 a 31/07/67	Curva de permanência com Tereza Cristina
01/08/67 a 31/12/99	Observado com falhas preenchidas

Tabela 4.1.1.5 – Critérios para extensão da série de Ponte Leônico Primo

Período	Critério utilizado
01/01/31 a 10/08/78	Correlação com Balsa do Cantu ($Q_{LP} = 0,3925 Q_{BC}$)
11/08/78 a 31/12/99	Observado com falhas preenchidas

Obs: Q_{BC} : vazão em Balsa do Cantu (m^3/s);
 Q_{LP} : vazão em Ponte Leônico Primo (m^3/s).

- Vazões Médias Mensais

As vazões naturais médias mensais para a usina foi obtida das séries de vazões diárias, o que equivale a obter a série de vazões mensais a partir da mesma equação de transferência utilizada para vazões diárias, entretanto utilizando as vazões mensais das estações, também obtidas das vazões diárias. Portanto a equação:

$$Q = 0,61 Q_{BC} + 0,39 Q_{LP} \quad (4)$$

Onde:

Q_{BC} : vazão em Balsa do Cantu (m^3/s);

Q_{LP} : vazão em Ponte Leônico Primo (m^3/s);

obtida utilizando a área de drenagem de 1657 km^2 para o local da usina, continua válida.

A tabela 4.1.1.6 apresenta os valores da vazão média de longo período (1931 a 1999), do período crítico do sistema interligado (junho/1949 a novembro/1956) e dos últimos 30 anos (tamanho da série mínima para estudos de PCH's) para a usina.

As tabelas 4.1.1.7 e 4.1.1.8 apresentam as séries de vazões médias mensais das estações básicas Ponte Leônico Primo e Balsa do Cantu. A série de vazões médias mensais no local da usina é apresentada na tabela 4.1.1.9.

Tabela 4.1.1.6 – Vazões médias de longo período e do período crítico para a usina

Vazão Média (m^3/s)		
Longo período	1970 a1999	Período crítico
42,72	50,37	38,96

Tabela 4.1.1.7 - Vazões naturais médias mensais de Ponte Leônico Primo - (m³/s)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1931	17.99	6.47	4.35	5.18	37.13	63.49	15.49	7.49	35.13	9.61	14.32	20.61	19.77
1932	10.76	19.97	20.97	67.43	11.42	27.33	10.91	13.12	14.96	42.47	26.46	15.44	23.44
1933	5.17	9.75	11.26	3.23	2.16	1.68	1.77	1.58	2.19	4.84	5.39	2.98	4.33
1934	19.34	40.59	11.23	7.52	4.18	4.66	4.73	2.62	3.14	9.02	2.90	14.66	10.38
1935	6.23	3.20	21.49	4.06	2.00	15.14	16.79	52.56	60.06	103.85	14.27	17.42	26.42
1936	34.63	6.39	4.41	2.87	2.94	7.58	2.77	15.23	31.57	18.41	12.45	13.06	12.69
1937	22.57	8.50	33.07	21.69	9.21	6.78	4.94	12.55	5.89	37.77	68.39	7.71	19.92
1938	18.29	19.58	10.22	11.76	40.07	60.08	47.78	12.69	12.04	12.37	11.62	9.44	22.16
1939	7.37	20.35	22.82	6.68	27.33	12.04	10.37	4.95	10.49	5.38	80.02	39.90	20.64
1940	10.37	11.68	5.64	5.11	6.70	3.60	3.05	6.03	3.96	5.74	7.15	5.75	6.23
1941	9.67	53.19	25.93	16.91	14.89	17.41	12.06	52.95	21.17	25.99	20.63	30.41	25.10
1942	14.13	32.07	10.78	13.36	10.62	40.34	26.13	11.40	18.04	15.87	5.67	4.65	16.92
1943	6.98	12.49	11.60	5.04	5.21	17.83	7.11	6.48	12.63	38.64	23.30	16.27	13.63
1944	32.77	10.22	49.26	8.92	4.60	3.54	2.67	4.75	5.47	3.44	35.73	15.93	14.78
1945	5.89	30.96	28.09	6.68	4.62	8.52	50.26	7.10	5.89	15.85	7.71	7.47	14.92
1946	22.65	87.21	35.06	12.82	12.78	13.90	46.28	10.32	7.26	34.11	11.16	9.30	25.24
1947	12.83	22.58	10.18	5.21	3.99	8.27	14.84	22.79	63.71	33.82	16.66	24.24	19.93
1948	18.29	27.46	11.14	9.69	18.02	10.53	7.69	38.13	10.72	31.09	32.47	7.85	18.59
1949	5.97	3.73	5.49	8.09	7.79	16.86	5.42	4.80	6.69	7.65	4.94	6.42	6.99
1950	45.19	30.84	31.27	7.55	9.27	9.19	10.60	4.59	11.12	45.17	15.19	14.94	19.58
1951	36.77	36.34	38.19	8.70	4.80	9.71	6.61	3.71	2.88	47.82	54.60	27.33	23.12
1952	4.94	3.99	2.50	3.89	1.97	12.92	5.00	3.42	27.90	57.64	54.81	10.43	15.78
1953	5.28	6.56	4.91	19.71	12.68	10.68	4.99	3.57	21.28	31.29	47.03	13.91	15.16
1954	39.36	11.28	8.35	5.66	90.86	65.78	21.08	7.01	18.58	34.58	16.91	8.78	27.35
1955	5.73	3.41	4.30	7.30	35.00	106.22	82.17	31.11	20.90	4.94	4.09	2.99	25.68
1956	3.76	3.59	5.62	42.22	45.23	31.08	24.34	57.36	8.69	5.25	3.47	2.68	19.44
1957	11.02	25.88	6.10	6.18	6.88	18.63	89.32	94.09	156.85	41.31	33.68	14.85	42.07
1958	10.28	9.18	15.59	5.29	5.84	11.83	12.10	12.48	63.08	16.64	24.26	23.33	17.49
1959	24.27	30.26	8.20	5.63	9.90	8.98	5.36	7.48	11.53	12.45	4.21	2.83	10.93
1960	5.38	12.00	6.99	9.53	14.66	18.56	9.18	51.09	22.14	34.36	32.12	13.15	19.10
1961	9.25	15.44	37.66	29.95	21.35	24.22	6.72	3.81	25.39	30.07	80.09	23.44	25.62
1962	6.23	9.51	30.44	6.85	4.32	5.43	3.95	3.67	21.01	50.32	11.07	12.76	13.80
1963	19.11	19.96	45.39	18.08	4.88	3.90	2.43	2.41	3.15	41.08	55.79	31.15	20.61
1964	6.85	15.14	21.07	23.09	18.44	38.96	20.71	26.27	19.27	16.80	7.77	34.20	20.71
1965	17.04	31.68	23.39	18.02	92.89	22.63	57.43	23.65	9.84	50.13	48.27	42.61	36.47
1966	19.65	47.98	20.20	10.00	6.53	9.43	16.12	4.51	15.36	56.08	24.88	17.83	20.71
1967	11.50	25.60	33.29	6.87	3.23	24.21	19.30	7.45	10.90	10.62	5.42	13.32	14.31
1968	29.80	7.80	3.98	6.73	8.81	5.32	2.95	6.77	2.87	35.65	13.26	9.69	11.14
1969	25.68	7.94	5.78	6.85	12.56	45.63	13.28	5.06	15.54	46.62	19.04	7.88	17.66
1970	9.81	7.10	6.85	5.13	6.92	18.80	32.32	5.41	10.88	23.72	6.77	59.47	16.10
1971	91.00	21.67	24.92	17.72	44.74	57.59	42.21	12.53	22.56	26.92	7.01	15.51	32.03
1972	13.99	38.31	14.27	14.79	5.46	6.32	35.50	37.84	58.89	57.84	14.35	12.63	25.85
1973	67.79	25.62	19.37	7.64	8.95	21.32	21.47	24.28	16.29	30.05	9.02	5.98	21.48
1974	23.91	28.61	12.86	5.74	4.69	10.50	4.74	20.15	14.01	18.55	16.14	18.15	14.84
1975	25.50	33.36	12.48	6.30	5.44	12.22	5.77	13.45	9.84	43.47	24.46	43.78	19.67
1976	39.87	30.51	11.46	13.84	24.50	37.71	8.49	17.26	25.12	14.31	39.10	41.14	25.28
1977	49.63	23.05	11.12	9.35	4.57	16.19	6.13	3.62	5.03	9.14	13.39	27.38	14.88
1978	4.55	2.45	2.53	1.68	2.30	2.48	38.69	12.39	25.91	6.36	9.93	10.85	10.01
1979	6.53	24.58	6.33	1.76	41.70	3.99	2.75	26.91	40.58	41.17	29.39	52.00	23.14
1980	15.33	10.55	22.00	3.86	29.36	14.05	27.02	34.96	77.38	20.48	5.31	55.62	26.33
1981	43.62	32.29	4.09	22.62	11.02	14.76	5.41	3.89	5.20	36.04	39.12	197.75	34.65
1982	21.31	7.48	6.33	1.45	1.18	66.73	65.18	18.86	2.98	56.53	111.17	41.19	33.37
1983	18.16	17.28	85.73	59.49	155.22	195.93	65.78	13.76	73.68	45.30	19.35	5.91	62.97
1984	31.16	18.45	9.72	29.98	31.93	8.64	5.62	12.28	27.11	18.32	30.91	66.04	24.18
1985	27.13	15.79	25.77	79.54	25.69	12.57	8.59	2.53	2.00	1.24	1.16	0.67	16.89
1986	2.96	30.58	20.69	37.82	59.38	14.80	2.88	25.06	6.58	7.24	4.11	17.50	19.13
1987	16.23	57.45	3.67	13.03	115.79	41.40	9.09	4.31	2.23	11.70	33.72	15.33	27.00
1988	10.72	13.61	13.74	25.19	84.17	30.94	6.53	2.24	0.98	2.84	1.62	1.85	16.20
1989	75.60	51.34	19.04	28.51	45.74	7.65	52.68	47.20	76.21	28.77	6.03	2.86	36.80
1990	61.12	7.24	2.70	18.26	21.87	53.53	82.60	49.95	92.61	58.94	20.65	6.67	39.68
1991	1.92	10.36	2.15	2.91	2.88	27.46	8.29	13.31	3.57	26.05	15.52	63.49	14.83
1992	6.46	3.60	17.08	29.31	139.28	48.88	30.71	22.50	36.75	34.03	26.70	8.44	33.65
1993	26.16	50.54	12.31	12.65	48.39	24.66	38.56	10.66	32.33	75.12	9.20	25.43	30.50
1994	12.18	66.09	12.52	15.31	35.22	63.69	53.69	7.21	1.87	8.77	17.32	16.18	25.84
1995	109.42	10.06	10.44	31.09	4.99	9.02	27.65	3.08	19.66	62.51	8.89	3.69	25.04
1996	66.30	32.88	30.78	10.57	4.14	4.09	4.06	3.52	16.95	44.51	38.09	51.92	25.65
1997	50.47	78.15	6.63	3.87	5.69	52.83	30.52	18.11	31.32	72.80	62.10	22.67	36.26
1998	25.88	46.78	66.08	117.98	26.85	17.01	8.76	48.52	82.55	74.05	7.48	4.01	43.83
1999	15.17	60.54	7.37	13.01	17.47	51.48	22.06	2.64	15.81	3.16	1.30	4.49	17.88
Min	1.92	2.45	2.15	1.45	1.18	1.68	1.77	1.58	0.98	1.24	1.16	0.67	
Med	23.03	23.73	17.21	16.10	23.93	25.65	21.14	16.89	24.00	30.21	22.99	21.68	
Max	109.42	87.21	85.73	117.98	155.22	195.93	89.32	94.09	156.85	103.85	111.17	197.75	

$Q_{MLT} = 22,21 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabela 4.1.1.8- Vazões naturais médias mensais de Balsa do Cantu (m³/s)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1931	45.83	16.48	11.07	13.19	94.59	161.76	39.45	19.08	89.51	24.49	36.47	52.51	50.37
1932	27.40	50.88	53.43	171.80	29.10	69.62	27.79	33.43	38.10	108.20	67.42	39.33	59.71
1933	13.18	24.84	28.70	8.24	5.52	4.27	4.49	4.01	5.56	12.33	13.74	7.59	11.04
1934	49.27	103.42	28.61	19.15	10.65	11.86	12.04	6.67	7.99	22.97	7.38	37.34	26.45
1935	15.87	8.17	54.76	10.34	5.10	38.56	42.77	133.90	153.02	264.57	36.34	44.39	67.32
1936	88.23	16.28	11.24	7.33	7.49	19.32	7.05	38.80	80.42	46.89	31.73	33.28	32.34
1937	57.51	21.66	84.26	55.25	23.48	17.26	12.58	31.96	15.01	96.24	174.25	19.64	50.76
1938	46.61	49.88	26.04	29.96	102.08	153.08	121.74	32.33	30.67	31.51	29.62	24.05	56.46
1939	18.76	51.85	58.15	17.03	69.61	30.69	26.42	12.60	26.72	13.70	203.88	101.65	52.59
1940	26.43	29.77	14.36	13.01	17.06	9.17	7.77	15.37	10.09	14.62	18.21	14.64	15.88
1941	24.65	135.52	66.06	43.07	37.93	44.35	30.72	134.91	53.92	66.22	52.56	77.47	63.95
1942	36.00	81.69	27.47	34.04	27.05	102.77	66.58	29.05	45.95	40.43	14.45	11.85	43.11
1943	17.79	31.82	29.56	12.84	13.28	45.43	18.11	16.49	32.16	98.43	59.35	41.45	34.73
1944	83.48	26.03	125.50	22.72	11.71	9.02	6.79	12.12	13.95	8.76	91.04	40.58	37.64
1945	15.00	78.89	71.56	17.01	11.75	21.71	128.05	18.10	15.00	40.38	19.64	19.03	38.01
1946	57.70	222.18	89.31	32.66	32.55	35.42	117.90	26.28	18.50	86.91	28.42	23.69	64.29
1947	32.68	57.53	25.93	13.26	10.18	21.08	37.81	58.06	162.32	86.15	42.44	61.76	50.77
1948	46.60	69.95	28.39	24.70	45.91	26.82	19.59	97.15	27.32	79.20	82.73	20.00	47.36
1949	15.20	9.49	13.98	20.62	19.85	42.96	13.81	12.23	17.03	19.49	12.58	16.35	17.80
1950	115.14	78.58	79.66	19.23	23.62	23.42	27.01	11.69	28.34	115.08	38.70	38.07	49.88
1951	93.68	92.58	97.30	22.18	12.23	24.73	16.84	9.44	7.33	121.82	139.11	69.64	58.91
1952	12.59	10.16	6.37	9.90	5.03	32.92	12.75	8.72	71.07	146.85	139.64	26.57	40.21
1953	13.45	16.72	12.52	50.20	32.31	27.22	12.71	9.08	54.21	79.71	119.82	35.44	38.62
1954	100.27	28.73	21.27	14.41	231.50	167.59	53.70	17.86	47.33	88.10	43.07	22.38	69.68
1955	14.61	8.69	10.95	18.60	89.18	270.63	209.34	79.25	53.25	12.59	10.41	7.62	65.43
1956	9.58	9.15	14.30	107.57	115.23	79.19	62.00	146.14	22.15	13.38	8.84	6.82	49.53
1957	28.08	65.93	15.55	15.75	17.52	47.46	227.57	239.72	399.61	105.25	85.82	37.84	107.18
1958	26.19	23.40	39.73	13.47	14.88	30.15	30.83	31.79	160.71	42.39	61.80	59.45	44.57
1959	61.84	77.09	20.90	14.34	25.22	22.87	13.66	19.05	29.38	31.73	10.72	7.20	27.83
1960	13.72	30.58	17.81	24.29	37.36	47.28	23.38	130.17	56.41	87.53	81.82	33.50	48.65
1961	23.57	39.34	95.94	76.29	54.39	61.70	17.11	9.71	64.69	76.61	204.05	59.72	65.26
1962	15.86	24.24	77.55	17.46	11.01	13.83	10.07	9.34	53.54	128.20	28.19	32.50	35.15
1963	48.70	50.84	115.64	46.07	12.44	9.92	6.20	6.13	8.03	104.65	142.15	79.37	52.51
1964	17.46	38.58	53.67	58.82	46.98	99.27	52.77	66.92	49.10	42.81	19.80	87.14	52.78
1965	43.40	80.71	59.58	45.90	236.66	57.67	146.31	60.25	25.06	127.72	122.97	108.55	92.90
1966	50.07	122.24	51.45	25.47	16.64	24.03	41.06	11.50	39.14	142.88	63.40	45.42	52.78
1967	29.29	65.22	84.82	17.49	8.23	61.68	49.17	18.98	27.78	27.07	13.81	33.93	36.46
1968	75.92	19.87	10.14	17.15	22.45	13.55	7.52	17.24	7.32	90.84	33.77	24.70	28.37
1969	65.43	20.24	14.73	17.44	32.01	116.26	33.83	12.90	39.58	118.78	48.52	20.08	44.98
1970	25.00	18.10	17.45	13.07	17.64	47.91	82.34	13.77	27.73	60.42	17.24	151.51	41.02
1971	231.85	55.20	63.50	45.14	113.98	146.73	107.54	31.92	57.48	68.58	17.86	39.53	81.61
1972	35.64	97.61	36.34	37.69	13.92	16.11	90.46	96.41	150.04	147.36	36.55	32.18	65.86
1973	172.70	65.27	49.35	19.47	22.81	54.30	54.71	61.87	41.51	76.55	22.98	15.23	54.73
1974	60.93	72.89	32.77	14.63	11.94	26.76	12.08	51.33	35.69	47.25	41.12	46.25	37.80
1975	64.98	85.00	31.79	16.04	13.87	31.12	14.69	34.28	25.06	110.75	62.31	111.53	50.12
1976	101.57	77.72	29.19	35.26	62.42	96.07	21.64	43.97	64.01	36.47	99.63	104.80	64.40
1977	126.43	58.73	28.32	23.82	11.65	41.24	15.61	9.23	12.81	23.30	34.13	69.75	37.92
1978	11.59	6.23	6.44	4.29	5.86	6.31	98.58	32.19	68.87	12.64	27.32	29.17	25.79
1979	17.61	67.48	17.73	9.41	113.30	17.40	16.80	74.39	111.44	104.88	76.45	112.04	61.58
1980	61.57	34.01	74.63	16.26	60.03	35.06	53.11	69.73	157.91	61.82	29.15	72.79	60.51
1981	75.88	54.05	17.79	49.17	28.87	34.93	14.74	9.80	6.30	100.62	56.37	263.40	59.33
1982	54.29	19.06	15.60	7.73	6.86	132.33	207.38	65.03	21.05	134.57	237.64	113.29	84.57
1983	45.28	33.37	133.68	103.81	282.14	270.51	157.09	35.07	151.59	111.44	65.96	29.53	118.29
1984	67.32	56.89	21.63	46.74	64.27	20.68	17.16	28.94	50.44	41.78	80.13	139.45	52.95
1985	56.42	40.38	58.87	154.09	82.35	44.38	29.94	14.39	10.94	8.04	11.80	5.76	43.11
1986	8.51	70.63	67.20	88.24	137.62	49.77	16.70	55.37	24.32	22.41	13.70	53.88	50.70
1987	34.03	137.23	18.57	42.35	260.15	108.82	33.76	20.53	11.51	22.85	88.08	49.32	68.93
1988	32.46	32.44	31.78	71.82	173.19	87.66	26.72	13.11	8.20	8.57	6.85	6.33	41.59
1989	116.81	90.63	42.96	59.52	97.75	22.72	87.57	112.75	180.96	93.55	28.04	15.20	79.04
1990	117.38	26.16	12.92	32.97	57.01	131.04	270.21	114.48	192.77	182.05	91.39	28.58	104.75
1991	20.12	30.26	10.72	10.43	10.98	58.61	24.13	21.49	10.21	77.14	41.92	136.81	37.74
1992	25.51	12.44	47.35	97.47	261.61	170.61	96.66	80.50	85.98	94.70	83.81	25.91	90.21
1993	53.52	120.09	53.69	37.73	121.36	89.11	91.67	34.02	64.85	213.08	35.58	81.60	83.03
1994	38.23	141.89	45.00	48.48	88.94	160.27	127.49	30.73	14.93	20.61	44.41	39.70	66.72
1995	283.64	43.19	45.84	88.27	20.66	20.47	61.76	13.58	42.97	134.85	44.29	22.40	68.49
1996	145.98	154.65	97.43	54.82	20.90	15.07	12.46	12.52	31.94	102.27	98.61	149.55	74.68
1997	108.74	195.56	44.46	17.85	27.11	147.40	102.59	52.27	77.76	158.15	179.30	85.82	99.75
1998	46.34	110.01	198.58	288.61	103.89	47.01	26.39	93.02	245.00	204.86	40.86	21.47	118.84
1999	28.42	101.18	21.69	43.93	60.61	116.54	77.63	17.15	52.63	11.03	7.51	10.10	45.70
Min	8.51	6.23	6.37	4.29	5.03	4.27	4.49	4.01	5.56	8.04	6.85	5.76	
Med	55.74	59.39	45.24	40.25	57.59	62.95	55.72	43.37	59.77	77.65	60.28	51.96	
Max	283.64	222.18	198.58	288.61	282.14	270.63	270.21	239.72	399.61	264.57	237.64	263.40	

Q_{MLT} = 55,83 m³/s

Tabela 4.1.1.9 - Vazões naturais médias mensais da usina Plena Energia I (m³/s)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1931	34.97	12.58	8.45	10.07	72.18	123.43	30.11	14.56	68.30	18.69	27.83	40.07	38.44
1932	20.91	38.83	40.77	131.10	22.20	53.13	21.21	25.51	29.08	82.57	51.45	30.01	45.56
1933	10.06	18.95	21.90	6.29	4.21	3.26	3.43	3.06	4.25	9.41	10.48	5.79	8.42
1934	37.60	78.92	21.83	14.61	8.13	9.05	9.19	5.09	6.10	17.53	5.63	28.49	20.18
1935	12.11	6.23	41.78	7.89	3.89	29.43	32.64	102.18	116.77	201.89	27.73	33.87	51.37
1936	67.33	12.42	8.58	5.59	5.72	14.74	5.38	29.61	61.37	35.78	24.21	25.39	24.68
1937	43.88	16.53	64.30	42.16	17.91	13.17	9.60	24.39	11.45	73.44	132.96	14.99	38.73
1938	35.57	38.06	19.87	22.86	77.90	116.81	92.90	24.67	23.40	24.05	22.60	18.35	43.09
1939	14.32	39.57	44.37	12.99	53.12	23.42	20.16	9.62	20.39	10.46	155.57	77.57	40.13
1940	20.17	22.71	10.96	9.93	13.02	7.00	5.93	11.73	7.70	11.16	13.90	11.17	12.12
1941	18.81	103.41	50.41	32.87	28.94	33.84	23.44	102.95	41.15	50.53	40.11	59.12	48.80
1942	27.47	62.34	20.96	25.97	20.64	78.42	50.80	22.17	35.07	30.85	11.03	9.04	32.90
1943	13.57	24.28	22.56	9.80	10.13	34.67	13.82	12.59	24.54	75.11	45.29	31.63	26.50
1944	63.70	19.86	95.77	17.34	8.94	6.88	5.18	9.25	10.64	6.69	69.47	30.97	28.72
1945	11.45	60.20	54.61	12.98	8.97	16.57	97.71	13.81	11.45	30.81	14.99	14.52	29.01
1946	44.03	169.54	68.15	24.92	24.84	27.03	89.97	20.06	14.12	66.32	21.69	18.08	49.06
1947	24.94	43.90	19.79	10.12	7.77	16.08	28.85	44.30	123.86	65.74	32.39	47.13	38.74
1948	35.56	53.38	21.66	18.85	35.03	20.47	14.95	74.13	20.85	60.44	63.13	15.26	36.14
1949	11.60	7.24	10.67	15.73	15.15	32.78	10.54	9.33	13.00	14.87	9.60	12.48	13.58
1950	87.86	59.96	60.79	14.67	18.02	17.87	20.61	8.92	21.62	87.82	29.53	29.05	38.06
1951	71.49	70.65	74.25	16.92	9.33	18.87	12.85	7.21	5.59	92.96	106.15	53.14	44.95
1952	9.61	7.75	4.86	7.56	3.84	25.12	9.73	6.65	54.23	112.06	106.56	20.28	30.69
1953	10.26	12.76	9.55	38.31	24.65	20.77	9.70	6.93	41.37	60.83	91.43	27.04	29.47
1954	76.52	21.92	16.23	11.00	176.65	127.88	40.98	13.63	36.12	67.23	32.87	17.08	53.18
1955	11.15	6.63	8.36	14.19	68.05	206.51	159.74	60.48	40.63	9.61	7.95	5.81	49.93
1956	7.31	6.98	10.91	82.08	87.93	60.43	47.31	111.52	16.90	10.21	6.75	5.21	37.80
1957	21.43	50.31	11.86	12.02	13.37	36.22	173.65	182.92	304.93	80.31	65.49	28.87	81.78
1958	19.99	17.85	30.32	10.28	11.35	23.01	23.53	24.26	122.63	32.35	47.16	45.36	34.01
1959	47.19	58.83	15.95	10.94	19.25	17.45	10.42	14.54	22.42	24.21	8.18	5.50	21.24
1960	10.47	23.33	13.59	18.53	28.51	36.08	17.84	99.33	43.04	66.79	62.44	25.56	37.13
1961	17.99	30.02	73.21	58.22	41.50	47.08	13.06	7.41	49.36	58.46	155.71	45.57	49.80
1962	12.10	18.50	59.18	13.32	8.40	10.55	7.68	7.13	40.85	97.83	21.51	24.80	26.82
1963	37.16	38.80	88.24	35.15	9.49	7.57	4.73	4.68	6.13	79.86	108.47	60.56	40.07
1964	13.32	29.44	40.96	44.89	35.85	75.75	40.27	51.07	37.47	32.67	15.11	66.49	40.27
1965	33.12	61.59	45.47	35.03	180.59	44.00	111.65	45.98	19.12	97.46	93.84	82.83	70.89
1966	38.21	93.28	39.26	19.44	12.70	18.34	31.33	8.77	29.87	109.03	48.38	34.66	40.27
1967	22.35	49.77	64.72	13.35	6.28	47.07	37.52	14.48	21.20	20.65	10.54	25.89	27.82
1968	57.93	15.16	7.74	13.09	17.13	10.34	5.74	13.16	5.58	69.32	25.77	18.85	21.65
1969	49.93	15.44	11.24	13.31	24.42	88.71	25.82	9.84	30.20	90.64	37.02	15.32	34.32
1970	19.08	13.81	13.32	9.97	13.46	36.56	62.83	10.51	21.16	46.11	13.16	115.61	31.30
1971	176.92	42.12	48.45	34.45	86.98	111.97	82.06	24.36	43.86	52.33	13.63	30.16	62.27
1972	27.20	74.48	27.73	28.76	10.62	12.29	69.03	73.57	114.49	112.45	27.89	24.56	50.26
1973	131.79	49.81	37.66	14.86	17.40	41.44	41.75	47.21	31.67	58.42	17.54	11.62	41.76
1974	46.49	55.62	25.01	11.16	9.11	20.42	9.22	39.17	27.23	36.06	31.38	35.29	28.85
1975	49.58	64.86	24.26	12.24	10.58	23.75	11.21	26.16	19.12	84.51	47.55	85.11	38.24
1976	77.51	59.31	22.28	26.91	47.63	73.31	16.51	33.55	48.84	27.83	76.02	79.97	49.14
1977	96.48	44.81	21.61	18.18	8.89	31.47	11.91	7.04	9.78	17.78	26.04	53.23	28.94
1978	8.84	4.76	4.92	3.27	4.47	4.82	75.22	24.47	52.12	10.19	20.54	22.03	19.64
1979	13.29	50.75	13.28	6.43	85.38	12.17	11.32	55.87	83.80	80.03	58.10	88.62	46.59
1980	43.54	24.86	54.10	11.42	48.07	26.87	42.93	56.17	126.50	45.70	19.85	66.09	47.18
1981	63.30	45.56	12.45	38.82	21.91	27.06	11.10	7.50	5.87	75.43	49.64	237.80	49.70
1982	41.43	14.54	11.98	5.28	4.64	106.75	151.92	47.02	14.00	104.13	188.32	85.17	64.60
1983	34.70	27.09	114.98	86.53	232.64	241.42	121.48	26.76	121.21	85.65	47.78	20.32	96.71
1984	53.22	41.90	16.99	40.20	51.66	15.98	12.66	22.44	41.34	32.63	60.93	110.82	41.73
1985	45.00	30.79	45.96	125.02	60.25	31.97	21.61	9.76	7.45	5.39	7.65	3.77	32.89
1986	6.35	55.01	49.06	68.58	107.11	36.13	11.31	43.55	17.40	16.49	9.96	39.69	38.39
1987	27.09	106.12	12.76	30.92	203.85	82.53	24.14	14.20	7.89	18.50	66.88	36.06	52.58
1988	23.98	25.10	24.74	53.63	138.47	65.54	18.85	8.87	5.38	6.34	4.81	4.58	31.69
1989	100.74	75.31	33.63	47.43	77.47	16.84	73.96	87.19	140.11	68.29	19.46	10.39	62.57
1990	95.44	18.78	8.93	27.23	43.31	100.81	197.04	89.31	153.71	134.04	63.80	20.04	79.37
1991	13.02	22.50	7.38	7.50	7.82	46.46	17.95	18.30	7.62	57.21	31.62	108.22	28.80
1992	18.08	8.99	35.54	70.89	213.90	123.14	70.94	57.88	66.78	71.04	61.54	19.10	68.15
1993	42.85	92.97	37.55	27.95	92.90	63.97	70.96	24.91	52.17	159.28	25.29	59.69	62.54
1994	28.07	112.33	32.33	35.54	67.99	122.60	98.71	21.56	9.84	15.99	33.84	30.53	50.78
1995	215.69	30.27	32.03	65.97	14.55	16.00	48.46	9.49	33.88	106.64	30.48	15.10	51.55
1996	114.90	107.16	71.44	37.56	14.36	10.79	9.18	9.01	26.09	79.74	75.01	111.47	55.56
1997	86.01	149.77	29.71	12.40	18.76	110.52	74.48	38.95	59.65	124.86	133.59	61.19	74.99
1998	38.36	85.35	146.91	222.06	73.84	35.31	19.51	75.67	181.64	153.84	27.84	14.66	89.58
1999	23.25	85.33	16.11	31.87	43.79	91.17	55.96	11.49	38.27	7.96	5.09	7.91	34.85
Min	6.35	4.76	4.86	3.27	3.84	3.26	3.43	3.06	4.25	5.39	4.81	3.77	
Med	42.98	45.48	34.31	30.83	44.46	48.40	42.23	33.04	45.82	59.15	45.74	40.15	
Max	215.69	169.54	146.91	222.06	232.64	241.42	197.04	182.92	304.93	201.89	188.32	237.80	

$Q_{MLT} = 42,72 \text{ m}^3/\text{s}$

- **Vazões Máximas**

Como não se dispõe de uma série de vazões observadas no local da usina, optou-se por calcular as vazões máximas utilizando o diagrama de variação das vazões máximas específicas do rio Cantu. Para elaboração do diagrama foram utilizadas as estações de Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo, ambas no rio Cantu.

As vazões máximas específicas foram calculadas através de análise local de frequências, utilizando as vazões máximas anuais instantâneas calculadas com a equação de Sangal (1983):

$$Q_1 = (4Q_2 - Q_1 - Q_3) / 2 \quad (5)$$

onde:

Q_1 = vazão máxima instantânea , em m³/s;

Q_1 = vazão média diária do dia anterior , em m³/s.

Q_2 = vazão média diária , em m³/s;

Q_3 = vazão média diária posterior , em m³/s.

Na tabela 4.1.1.10 são apresentadas as vazões máximas anuais instantâneas nas estações Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo, obtidas de dados históricos. Os anos que não constam valores na tabela são anos com muitas falhas de observação.

Como os coeficientes de assimetria das séries de vazões máximas instantâneas foram inferiores a 1,5 escolheu-se a distribuição Gumbel para ajustar os dados, seguindo a recomendação da ELETROBRÁS (1987).

Na tabela 4.1.1.11 são apresentadas as vazões máximas instantâneas correspondentes aos tempos de recorrência de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 e 10000 anos nas estações selecionadas.

As vazões de cheia no local da usina, foi obtida através do diagrama de vazões específicas, apresentado na figura 4.1.1.1, multiplicando-se os valores pela área de drenagem. A tabela 4.1.1.11 e a figura 4.1.1.2 apresentam as vazões máximas de projeto esperada na usina.

Tabela 4.1.1.10 - Vazões máximas anuais instantâneas (m³/s) nas estações

Ano	Balsa do Cantu	Ponte Leôncio Primo
1967	331,6	
1968	868,5	-
1969	1276,1	-
1970	126,0	-
1971	-	-
1972	-	-
1973	1793,9	-
1974	1110,9	-
1975	792,0	-
1976	1381,2	-
1977	796,7	-
1978	1058,1	-
1979	1574,9	-
1980	907,5	-
1981	1510,4	1038,9
1982	1612,0	-
1983	1622,0	-
1984	1543,2	1011,3
1985	1280,6	528,9
1986	1560,1	543,8
1987	1707,2	1043,9
1988	868,5	670,1
1989	945,3	955,0
1990	1919,4	747,3
1991	668,0	585,1
1992	510,0	1067,9
1993	2057,4	997,7
1994	1588,6	678,1
1995	2104,8	486,3
1996	1256,2	703,2
1997	1425,4	705,8
1998	1712,8	775,0
1999	929,3	420,0
Média	1252,9	762,3

Tabela 4.1.1.11 - Vazões máximas instantâneas esperadas:

TR (anos)	Balsa do Cantu		Plena Energia I		Ponte Leôncio Primo	
	m³/s	l/s/km²	m³/s	l/s/km²	m³/s	l/s/km²
2						
5						
10	1901,1	890,0	1617	975,9	1045,3	1151,3
25	2268,5	1062,0	1912	1153,9	1205,8	1327,9
50	2541,0	1189,6	2128	1284,3	1324,8	1459,0
100	2811,5	1316,2	2350	1418,2	1442,9	1589,1
500	3436,6	1608,9	2835	1710,9	1715,9	1889,7
1000	3705,4	1734,7	3051	1841,3	1833,2	2019,0
10000	4597,6	2152,4	3750	2263,1	2222,9	2448,1

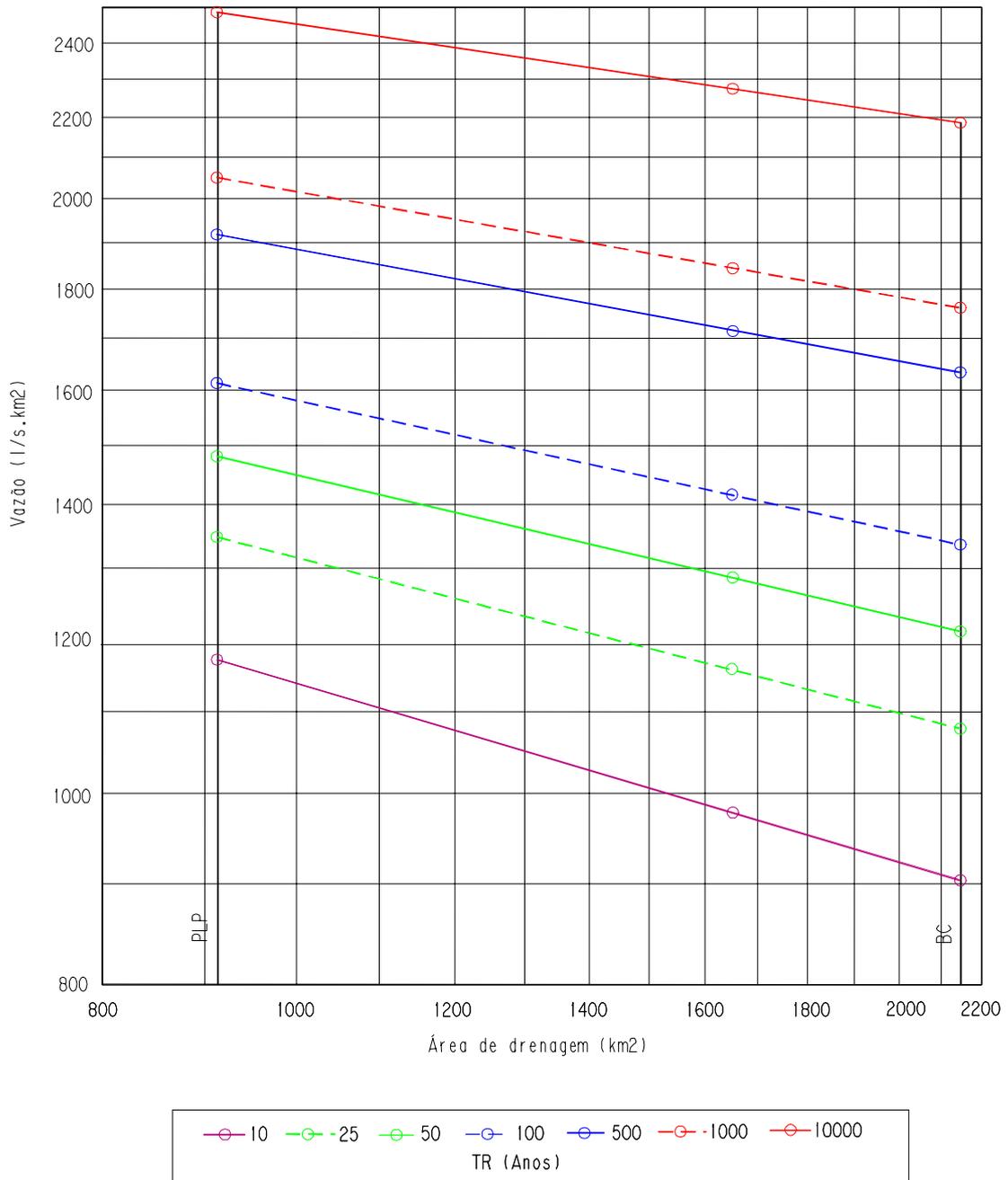


Figura 4.1.1.1 – Diagrama de vazões máximas específicas (rio Cantu)

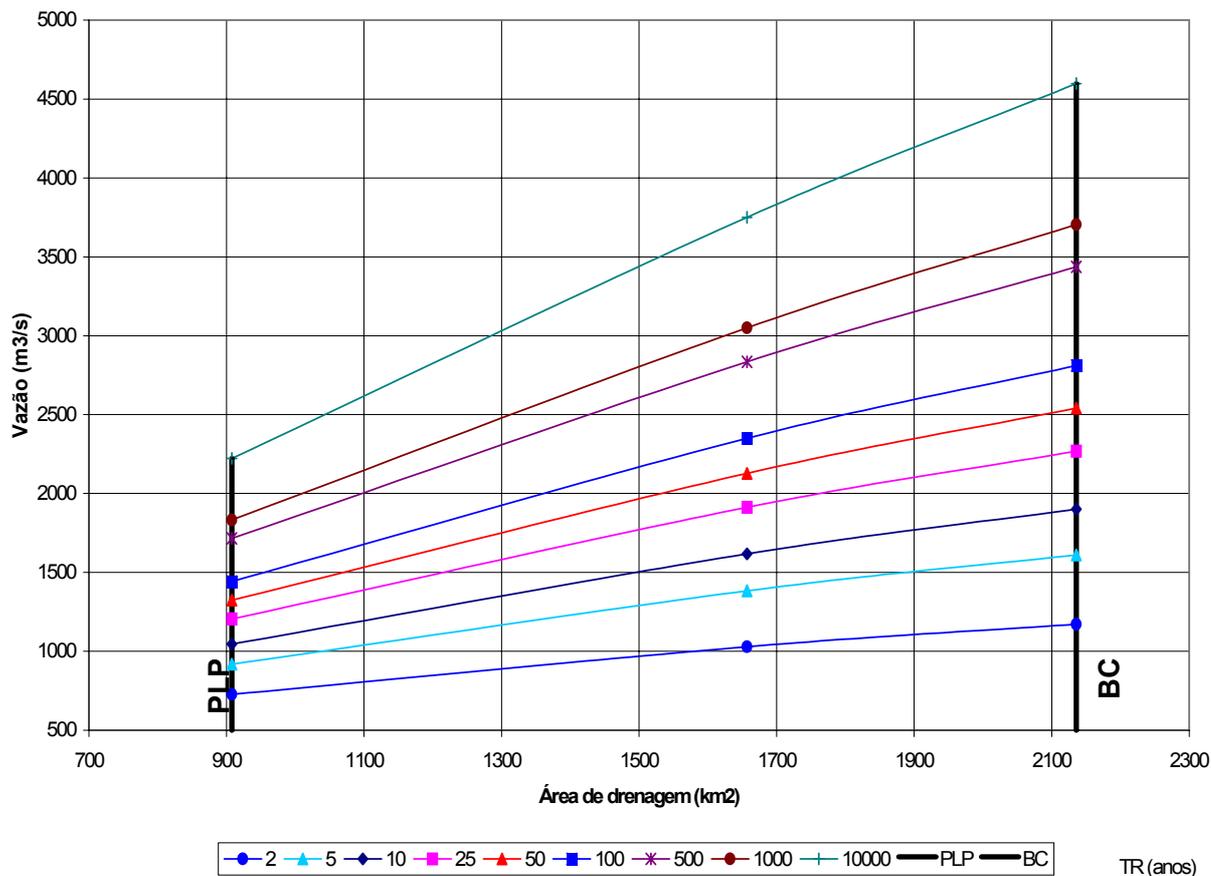


Figura 4.1.1.2 - Vazões máximas instantâneas (m³/s) ao longo do rio Cantu

• Vazões Mínimas

As vazões de estiagem para a estação de Balsa do Cantu foi estimada através de um estudo estatístico das mínimas vazões médias móveis para duração de 7 dias, selecionadas em cada ano, a partir da série histórica de 1973 a 1999 de vazões diárias na referida estação. Não se pegou todo o período histórico (1968 a 1999) devido a falhas de observação que afetariam as vazões mínimas.

Foram utilizadas as vazões mínimas anuais, independentemente do seu mês de ocorrência, porque se observou que elas ocorrem aleatoriamente ao longo do ano. Foram construídas séries de vazões mínimas normalizadas dividindo-se todos os valores das séries pela sua respectiva média.

A essa série foi ajustada a distribuição Weibull (método verossimilhança), que melhor se

ajustou entre as distribuições estudadas (Galton, Log-Gumbel, Weibull, Log Person III), conforme testes da razão de verosimilhança, qui-quadrado.

Através da distribuição de Weibull obteve-se as vazões mínimas de 10 anos de recorrência para secas de 7 dias de duração ($Q_{10,7}$) para o local da estação de Balsa do Cantu, que transportada proporcional as áreas de drenagem obteve-se a vazão mínima $Q_{10,7}$ no local da usina. 50% deste valor é a vazão de manutenção a jusante da barragem. A tabela 4.1.1.12 mostra os resultados.

Tabela 4.1.1.12 - Vazões mínimas.

Local	Área de drenagem (km ²)	Vazão $Q_{10,7}$	
		m ³ /s	l/s/km ²
Balsa do Cantu	2136	4,75	2,23
Plena Energia I	1657	3,69	2,23

- **Curva de Permanência de Vazões Médias Diárias**

Para o traçado das curvas de permanência, inicialmente foram selecionadas as estações do rio Cantu, Ponte Leôncio Primo e Balsa do Cantu, pois ambas possuem um razoável período de dados e curvas de descarga razoavelmente bem definidas, além de representarem bem o rio dentro da extensão do rio.

Com relação ao período de dados, o disponível para a estação Ponte Leôncio Primo é ago/1978 a dez/1999 e para a estação Balsa do Cantu é jul/1967 a dez/1999. Devido a essas diferenças no período histórico de dados, foram obtidas as curvas de permanência considerando todo o período disponível e também para o período em comum de dados.

Após a obtenção das curvas de permanência, as mesmas foram uniformizadas, isto é, os valores foram divididos pela vazão média de longo período (correspondente ao período utilizado na obtenção da curva). Com as curvas uniformizadas, o passo seguinte foi o traçado das mesmas em um único gráfico, mostrado na figura 4.1.1.3. Isto torna-se válido para a usina levando-se em conta que esta se localiza entre as duas estações.

Na figura 4.1.1.3 observa-se que as curvas de permanência de Balsa do Cantu considerando os dois períodos distintos são praticamente indistinguíveis. Ao se considerar as curvas das duas estações, observa-se alguma diferença. Adotou-se para representar o rio Cantu uma curva média entre as duas estações, cuja representação encontra-se também na figura 4.1.1.3.

A curva de permanência uniformizada adotada para representar as usinas do rio Cantu está listada na tabela 4.1.1.13. Nesta tabela consta para cada porcentagem de tempo a correspondente vazão uniforme. Com este dado é possível a determinação da curva de permanência de vazões diárias para a PCH Plena Energia I, bastando para isso a multiplicação da vazão uniforme da tabela 4.1.1.13 pela vazão média de longo período do local da usina. A vazão média de longo período considerada para o local da usina corresponde a da série de vazões médias diárias do período 1931-1999 .

As curvas de permanência de vazões médias diárias da PCH Plena Energia I é apresentada na tabela 4.1.1.14. Da tabela pode-se observar que cerca de 24% das vazões são maiores que a média de longo período (1931-1999).

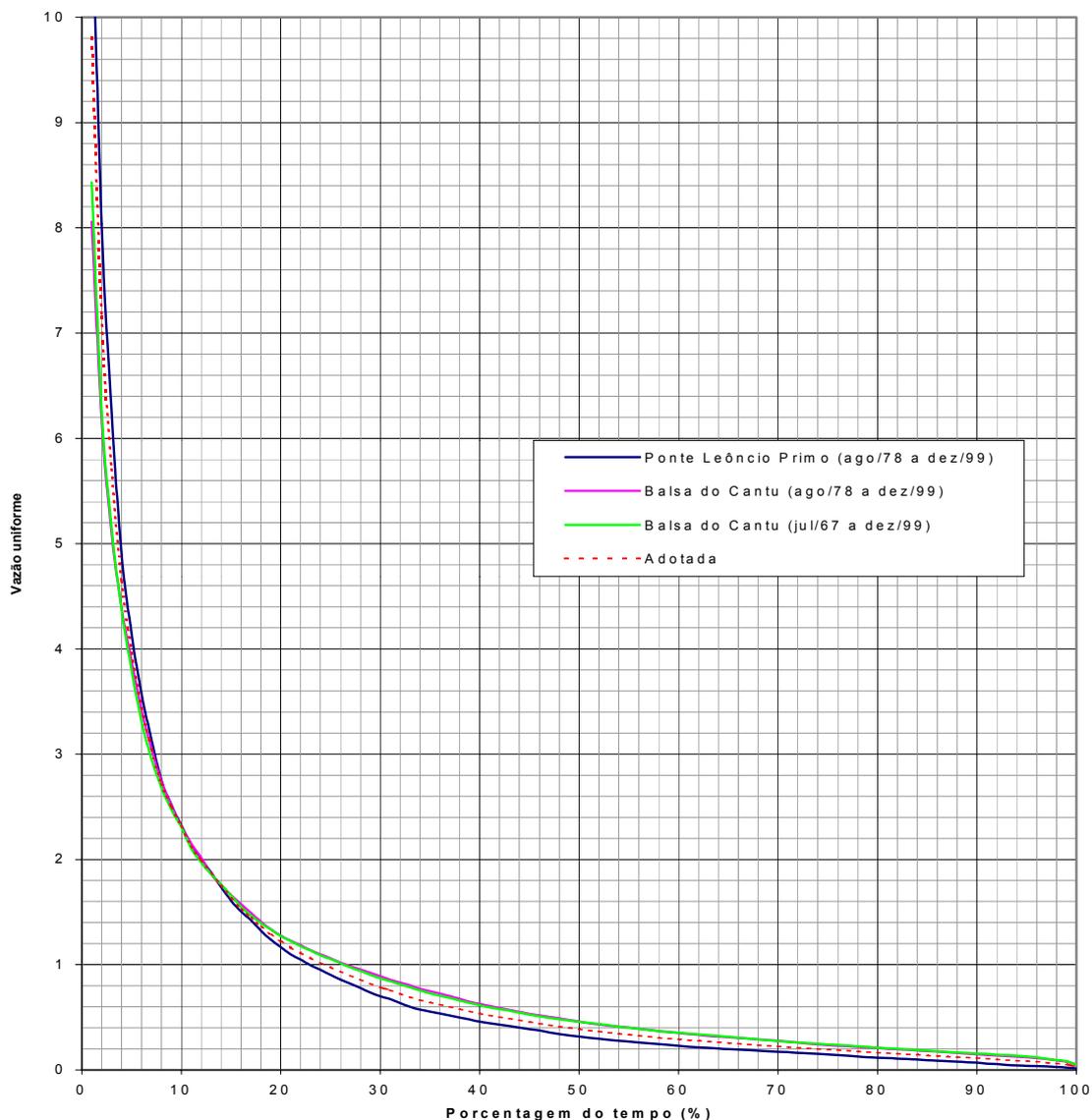


Figura 4.1.1.3 – Curva de permanência de vazões uniformes

Tabela 4.1.1.13 - Curva de permanência uniformizada de vazões médias diárias do rio Cantu

Tempo (%)	Vazão uniforme	Tempo(%)	Vazão uniforme
1	9.810	51	0.376
2	7.154	52	0.366
3	5.708	53	0.355
4	4.643	54	0.344
5	3.965	55	0.335
6	3.439	56	0.326
7	3.047	57	0.317
8	2.718	58	0.306
9	2.497	59	0.298
10	2.316	60	0.292
11	2.125	61	0.283
12	1.990	62	0.277
13	1.869	63	0.271
14	1.753	64	0.264
15	1.631	65	0.257
16	1.528	66	0.251
17	1.446	67	0.244
18	1.359	68	0.237
19	1.286	69	0.230
20	1.221	70	0.224
21	1.162	71	0.218
22	1.114	72	0.211
23	1.065	73	0.206
24	1.020	74	0.201
25	0.978	75	0.195
26	0.936	76	0.189
27	0.897	77	0.184
28	0.860	78	0.176
29	0.821	79	0.170
30	0.786	80	0.165
31	0.759	81	0.160
32	0.725	82	0.155
33	0.692	83	0.150
34	0.665	84	0.144
35	0.641	85	0.139
36	0.620	86	0.133
37	0.601	87	0.127
38	0.578	88	0.123
39	0.558	89	0.118
40	0.537	90	0.113
41	0.520	91	0.107
42	0.504	92	0.101
43	0.489	93	0.094
44	0.473	94	0.089
45	0.457	95	0.084
46	0.443	96	0.079
47	0.426	97	0.070
48	0.412	98	0.062
49	0.399	99	0.053
50	0.387	100	0.032

Tabela 4.1.1.14- Curva de permanência das vazões médias diárias em Plena Energia I

Tempo (%)	Vazão (m³/s)	Vazão específica (l/s.km²)	Tempo (%)	Vazão (m³/s)	Vazão específica (l/s.km²)
1	419.1	252.93	51	16.1	9.72
2	305.6	184.43	52	15.6	9.41
3	243.8	147.13	53	15.2	9.17
4	198.3	119.67	54	14.7	8.87
5	169.4	102.23	55	14.3	8.63
6	146.9	88.65	56	13.9	8.39
7	130.2	78.58	57	13.5	8.15
8	116.1	70.07	58	13.1	7.91
9	106.7	64.39	59	12.7	7.66
10	98.9	59.69	60	12.5	7.54
11	90.8	54.80	61	12.1	7.30
12	85.0	51.30	62	11.8	7.12
13	79.8	48.16	63	11.6	7.00
14	74.9	45.20	64	11.3	6.82
15	69.7	42.06	65	11.0	6.64
16	65.3	39.41	66	10.7	6.46
17	61.8	37.30	67	10.4	6.28
18	58.1	35.06	68	10.1	6.10
19	54.9	33.13	69	9.8	5.91
20	52.2	31.50	70	9.6	5.79
21	49.6	29.93	71	9.3	5.61
22	47.6	28.73	72	9.0	5.43
23	45.5	27.46	73	8.8	5.31
24	43.6	26.31	74	8.6	5.19
25	41.8	25.23	75	8.3	5.01
26	40.0	24.14	76	8.1	4.89
27	38.3	23.11	77	7.9	4.77
28	36.7	22.15	78	7.5	4.53
29	35.1	21.18	79	7.3	4.41
30	33.6	20.28	80	7.0	4.22
31	32.4	19.55	81	6.8	4.10
32	31.0	18.71	82	6.6	3.98
33	29.6	17.86	83	6.4	3.86
34	28.4	17.14	84	6.2	3.74
35	27.4	16.54	85	5.9	3.56
36	26.5	15.99	86	5.7	3.44
37	25.7	15.51	87	5.4	3.26
38	24.7	14.91	88	5.3	3.20
39	23.8	14.36	89	5.0	3.02
40	22.9	13.82	90	4.8	2.90
41	22.2	13.40	91	4.6	2.78
42	21.5	12.98	92	4.3	2.60
43	20.9	12.61	93	4.0	2.41
44	20.2	12.19	94	3.8	2.29
45	19.5	11.77	95	3.6	2.17
46	18.9	11.41	96	3.4	2.05
47	18.2	10.98	97	3.0	1.81
48	17.6	10.62	98	2.6	1.57
49	17.0	10.26	99	2.3	1.39
50	16.5	9.96	100	1.4	0.84

- **Curva de Descarga do Eixo da Barragem e Canal de Fuga**

Este item apresentam as curvas de descarga do canal de fuga e eixo da barragem da PCH Plena Energia I.

Neste trabalho foi utilizado a método de parametrização da curva de descarga descrito em Kaviski e Gonçalves (1996) considerando-se os poucos dados disponíveis, isto é apenas duas medições de vazão e cotas correspondentes e a seção transversal do canal de fuga. Outros métodos, como expostos em Muller, Kaviski e Sugai (1997), necessitariam de leituras sistemáticas de cotas limnimétricas do nível d'água no local desejado para obtenção de leituras simultâneas com às das estações fluviométricas para obtenção de uma curva de permanência do nível d'água.

As curvas de descarga , apresentadas neste relatório, para o canal de fuga e eixo da PCH Plena Energia I foram obtidas com o auxílio da equação parametrizada abaixo:

$$A = A_0 + \alpha Q^\beta \quad (6)$$

Onde:

A = área molhada total da seção transversal (m^2);

A_0 = área da seção transversal sem fluxo de vazão (m^2);

Q = vazão (m^3 / seg)

α, β = parâmetros regionalizados, estimados pelo método dos mínimos quadrados.

Para estimar os parâmetros da equação (6) foram utilizadas as tabelas de cota (h) e descarga (Q), cota (z) e área da seção transversal e pela solução, através do método dos mínimos quadrados, das seguintes equações:

$$A_0 = \frac{\sum A_i}{n} - \alpha \frac{\sum Q_i^\beta}{n}, \quad (7)$$

$$\alpha = \frac{\sum A_i \sum Q_i^\beta - n \sum A_i Q_i^\beta}{\left(\sum Q_i^\beta\right)^2 - n \sum Q_i^{2\beta}}, \quad (8)$$

$$A_0 \sum Q_i^\beta \ln Q_i + \alpha \sum Q_i^{2\beta} \ln Q_i - \sum A_i Q_i^\beta \ln Q_i = 0, \quad (9)$$

sendo n o número de valores com os elementos das seções transversais.

Calculou-se os parâmetros A_0 , α e β pelas equações (7) (8) e (9) para os locais das estações fluviométricas Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo, ambas no rio Cantu, onde se conhecem as curvas de descarga e as seções transversais. Para os locais do canal de fuga e eixo da barragem os parâmetros α e β foram interpolados proporcionalmente às áreas de drenagens dos locais. A tabela 4.1.1.15 apresenta os valores para os três locais.

Tabela 4.1.1.15 – Valores dos parâmetros:

Local	Área de drenagem (km ²)	A_0	α	β
Balsa do Cantu	2136	245,07	1,4404	0,84929
Plena Energia I	1657	-----	1,7374	0,82769
Ponte Leôncio Primo	908	38,73	2,2018	0,79392

Os valores de A_0 no local do eixo da barragem e na casa de força foram obtidos através de medição de vazão realizada no dia 04/12/2001 e medições de nível d'água nos dias 07/12/2001 e 25/10/2001 e 28/10/2001 pela COPEL.

Por dificuldades operacionais, as medições de vazões foram realizadas 300 metros a montante do eixo da barragem e as vazões transferidas para o eixo e casa de força na proporção 1:1, pois não há variação significativa de áreas de drenagens.

Nos dias 07/12/01, 25/10/2001 e 28/10/2001 (dia das batimetrias) foram coletadas apenas os níveis de água no eixo e casa de força. As vazões nestes dias foram obtidas indiretamente por transferência de vazões, proporcionalmente as áreas de drenagens, das estações fluviométricas (Balsa do Cantu e P. L. Primo) para o local da usina.

A área molhada da seção foi obtida pelo perfil da seção transversal e da cota do nível d'água na seção do eixo da barragem e casa de força no dia da medição de vazão.

A vazão e área molhada da seção transversal observadas nos dias das medições são apresentadas na tabela 4.1.1.16. Com os valores apresentados na tabela 4.1.1.16 e os valores de α e β (tabela 4.1.1.15), pode-se obter com o auxílio da equação (6) os valores de A_0 , também apresentados na tabela 4.1.1.16. Adotou-se para A_0 , os valores médios

correspondentes à 204,50 m² para o eixo da barragem e 45,85 m² para a casa de força.

As seções transversais do rio junto a canal de fuga e eixo da barragem foram obtidas por levantamento topobatimétrico e foram fornecidas pela COPEL. Para eventuais necessidades de extensão do perfil topográfico utilizou-se o auxílio de restituição aerofotogramétrica. A figura 4.1.1.4 e 4.1.1.5 mostram as seções transversais utilizadas.

Tabela 4.1.1.16 – Valores das medições de vazão e de A_0

Local	Tipo de medição Data	Batimetria *	Níveis	
			07/12/01	Medições de Vazões 04/12/01
Casa de Força	Vazão (m ³ /s)	18,42	41,64	20,42
	Cota d'água (m)	373,59	373,32	373,11
	Área (m ²)	86,508	70,96	58,59
	A_0 (m ²)	67,134	32,908	37,497
Eixo da barragem	Vazão (m ³ /s)	15,00	41,64	20,42
	Cota d'água (m)	387,28	387,60	387,45
	Área (m ²)	216,850	242,10	230,12
	A_0 (m ²)	200,511	204,051	209,023

* 28/10/01 na barragem e 25/10/01 da casa de força

Utilizando os valores de α , β , A_0 e a equação (6), obteve-se a curva área x vazão para as seções. Transformando área em cota, através das seções transversais, obteve-se as curva de descargas apresentadas na tabela 4.1.1.17 e figuras 4.1.1.6 e 4.1.1.7.

Há várias corredeiras observadas no local, tornando o controle hidráulico complexo na seção, podendo variar com a mudança de vazões, afetando a curva de descarga. A realização de uma posterior avaliação da curva de descarga é aconselhável.

Tabela 4.1.1.17 – Curvas de descarga:

Casa de força		Barragem	
Cota	Vazão (m3/s)	Cota (m)	Vazão (m3/s)
372,93	2	387,36	17
373,00	5	387,39	20
373,25	20	388,11	98
373,89	69	388,14	102
373,97	77	389,25	259
374,03	82	389,65	324
374,56	135	390,84	551
375,34	226	390,85	553
376,18	342	391,13	614
376,73	428	393,68	1254
376,95	464	395,88	1911
387,83	811	396,39	2077
380,00	1059	396,45	2095
380,96	1281	398,60	2852
382,00	1540	398,76	2911
383,20	1863	400,79	3720
384,23	2161		
385,43	2531		
387,06	3077		
387,31	3165		

Figura 4.1.1.4 - Seção transversal do eixo da barragem

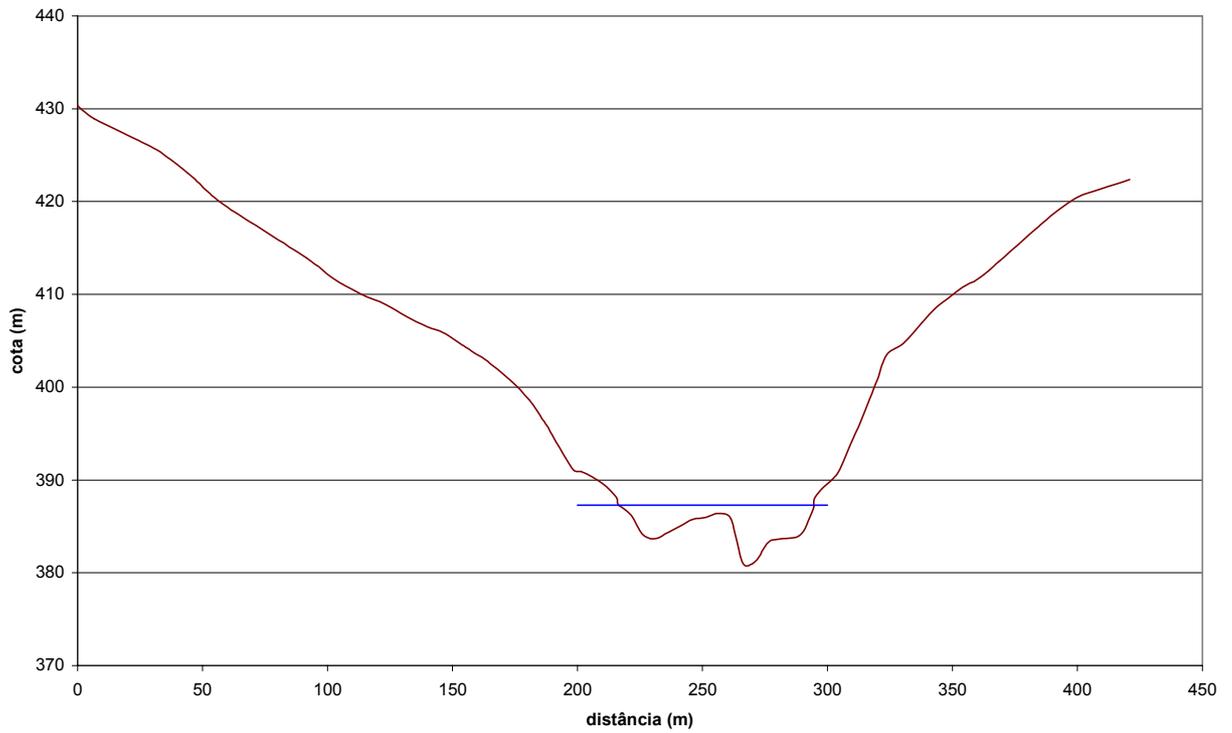


Figura 4.1.1.5 - Seção transversal do rio junto a casa de força.

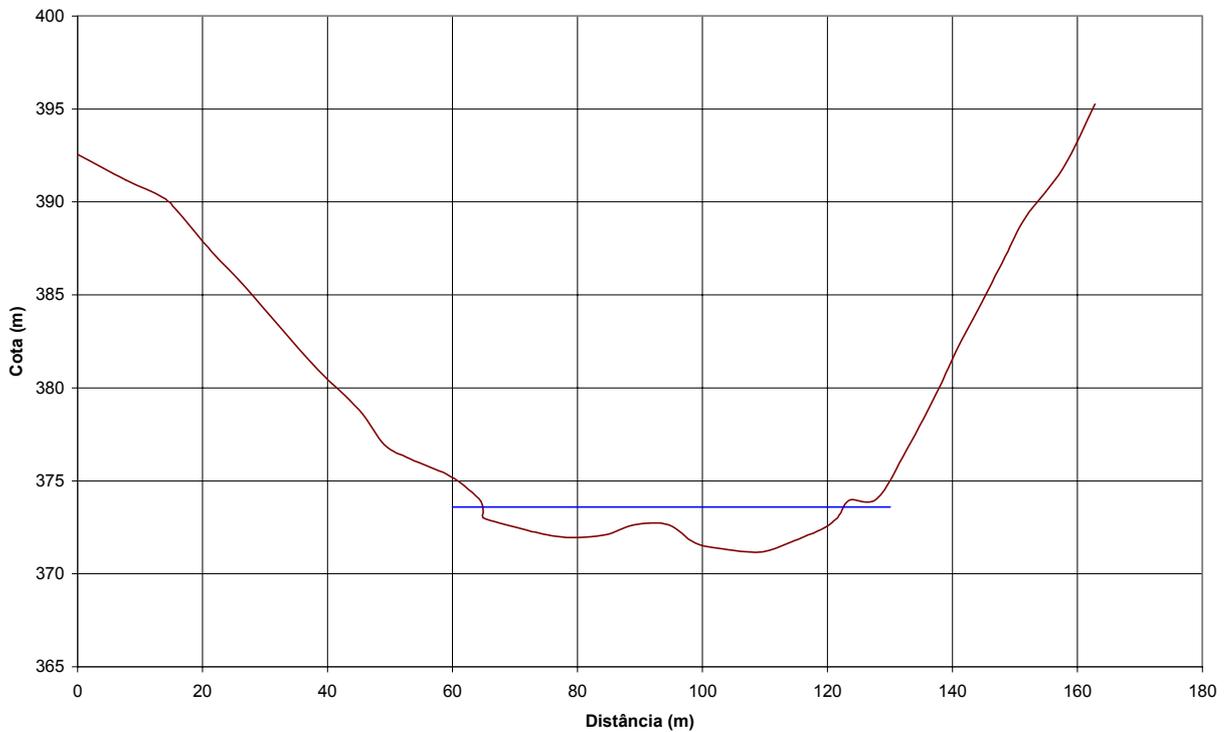


Figura 4.1.1.6 - Curva de descarga do eixo da Barragem

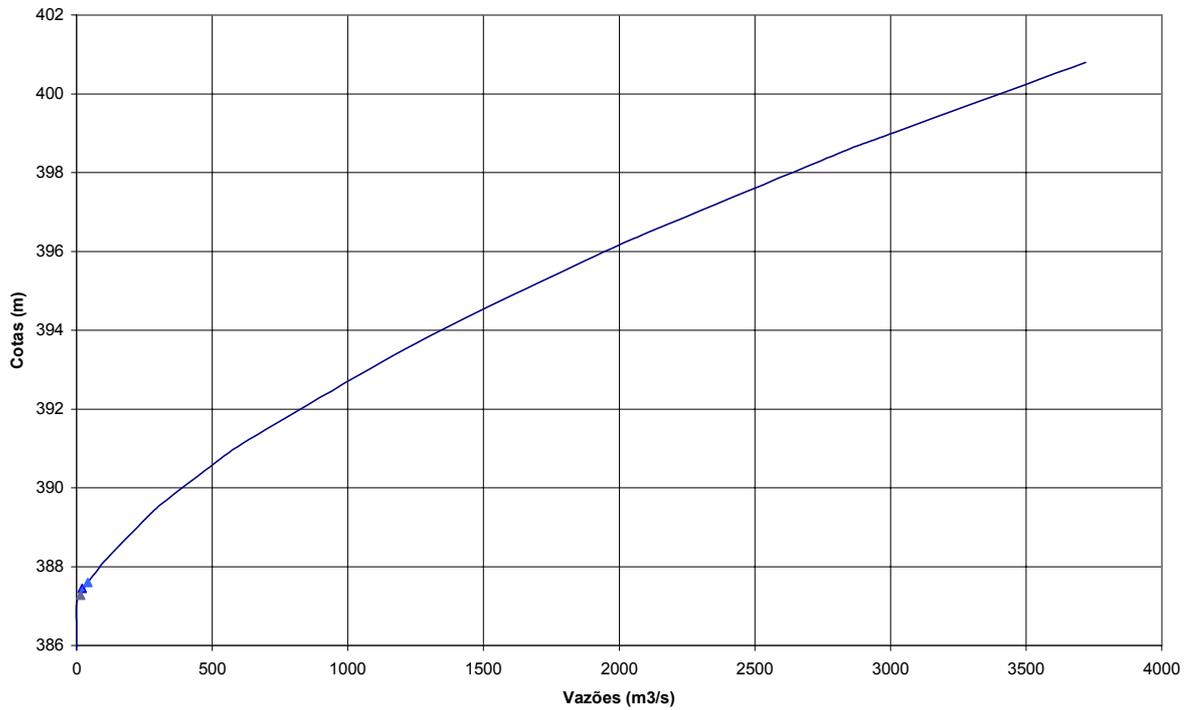
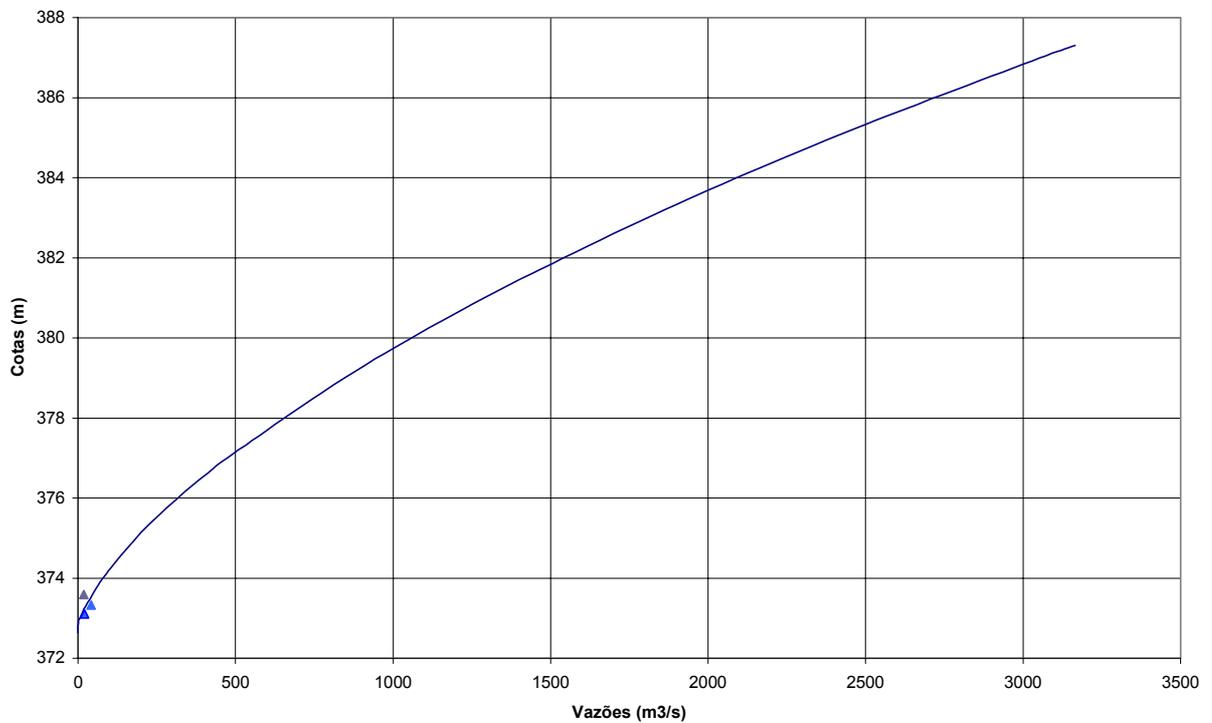


Figura 4.1.1.7 – Curva de descarga do rio Cantu junto ao canal de fuga da casa de força



4.1.4.2 Caracterização do reservatório

- **Avaliação do Assoreamento no Reservatório**

- Avaliação do transporte de sedimentos na bacia hidrográfica

O transporte de sedimentos foi avaliado a partir de dados de transporte de sólidos em suspensão na estação de Balsa do Cantu que consta na tabela 4.1.1.18.

Tabela 4.1.1.18 - Estações de medição de sólidos em suspensão na bacia hidrográfica do rio Cantu

Código	Estação	Rio	Área de drenagem (km ²)	Período de dados de sedimentos em suspensão	Número de medições
64773000	Ponte Leôncio Primo	Cantu	908	03/82 – 10/99	18
67775000	Balsa do Cantu	Cantu	2136	03/82 – 08/00	27

Como não se dispõe de dados da descarga de material sólido por arraste, e nem análise granulométrica do material em suspensão, as descargas sólidas totais foram obtidas a partir das medições de descarga sólida em suspensão, utilizando o método de Colby (CARVALHO, 1994).

A partir dos dados de descarga líquida específica (q_l), em l/s/km², e da descarga sólida total específica (q_{st}), em t/ano/km², foi ajustada uma curva de chave de sedimentos para o rio Cantu, englobando as medições de ambas estações. Neste ajuste foi utilizado o método dos mínimos quadrados, e é mostrado na figura 4.1.1.8. Pela figura, nota-se que a tendência das medições de ambas as estações é a mesma. O resultado do ajuste gerou a equação geral para calcular o transporte de sedimentos ao longo do rio Cantu a seguir:

$$q_{st} = 0.64007.q_l^{1.2893334} \quad (10)$$

Para o local da PCH Plena Energia I, o valor de descarga sólida média anual (t/ano) e específica (t/ano/km²) calculados foram de 82012,02 t/ano e 49,49 t/ano/km² respectivamente. Esses valores foram obtidos a partir da área de drenagem do aproveitamento (1657 km²), da curva de permanência de vazões médias diárias e da equação 10.

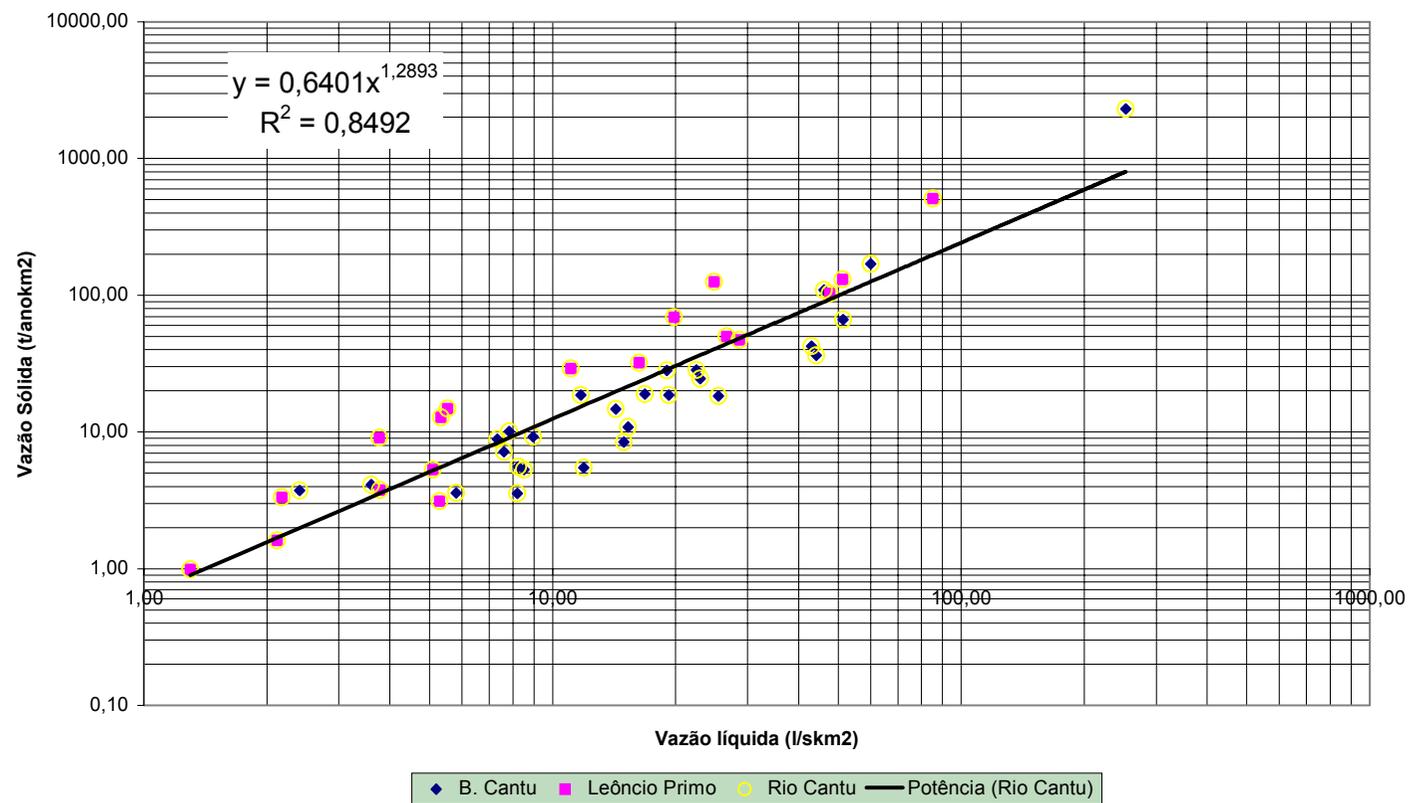


Figura 4.1.1.8 – Curva de descarga sólida para o rio Cantu

- Avaliação do assoreamento no reservatório (vida útil)

Baseado na vazão sólida total estimada, foi efetuada uma avaliação do tempo médio necessário para o assoreamento do reservatório. O volume assoreado foi avaliado com base em:

- descarga sólida média anual;
- eficiência de retenção;
- peso específico aparente médio.

Os valores da eficiência de retenção de sedimentos foram estimados pela curva de Brune (BUREC, 1977) e pela curva de Churchill (MORRIS E FAN, 1997), considerando condições médias de retenção, e é mostrada na tabela 4.1.1.19.

Tabela 4.1.1.19 - Eficiência de retenção de sedimentos na Usina Plena Energia I

Usina	Eficiência de Retenção (%)	
	Brune	Churchill
PCH Plena Energia I	65	68

Existem vários fatores que influenciam o peso específico aparente do sedimento depositado:

- a maneira como o reservatório é operado;
- a textura e o tamanho das partículas dos sedimentos;
- a taxa de compactação e de consolidação;
- a ação de correntes de densidades, inclinação do talvegue, e o efeito da vegetação na área do reservatório.

Dentre estes fatores, a operação do reservatório é provavelmente o mais influente. Lara e Pemberton (CARVALHO, 1994) desenvolveram um método para a estimativa do peso aparente inicial baseado na classificação da tabela 4.1.1.20.

Tabela 4.1.1.20 - Tipos de operação de reservatórios

Tipo	Operação do reservatório
1	Sedimentos sempre ou quase sempre submersos
2	Depleção do reservatório de pequena a média
3	Reservatório normalmente vazio
4	Reservatório vazios

FONTE: CARVALHO, 1994

Uma vez selecionado o tipo de reservatório, o peso específico aparente inicial (γ_i) do sedimento foi estimado utilizando a seguinte expressão:

$$\gamma_i = W_c \cdot \rho_c + W_m \cdot \rho_m + W_s \cdot \rho_s \quad (11)$$

onde:

W_c , W_m , W_s = coeficientes de compactação de argila, silte e areia, respectivamente, obtidos segundo o tipo de operação do reservatório (tabela 4.1.1.21);

ρ_c , ρ_m , ρ_s = frações (%) de quantidade de argila, silte e areia contidas no sedimento afluyente.

Tabela 4.1.1.21 - Constantes w e k para o cálculo do peso específico aparente

Tipo de operação do Reservatório	Argila		Silte		Areia	
	W_c	K_c	W_m	K_m	W_s	K_s
1	0,416	0,2563	1,121	0,0913	1,554	0,00
2	0,561	0,1346	1,137	0,0288	1,554	0,00
3	0,641	0,00	1,153	0,00	1,554	0,00
4	0,961	0,00	1,169	0,00	1,554	0,00

FONTE: CARVALHO, 1994

Como não estão disponíveis os dados de granulometria do material transportado na região, adotou-se que o sedimento é composto por 10% de areia, 45% de silte e 45% de argila.

O peso específico do material, cresce com o tempo que ficar depositado no reservatório. Miller (in Koelzer e Lara, 1958) propôs a seguinte fórmula:

$$\gamma_T = \gamma_i + 0,4343 \cdot K [\ln(T) \cdot T / (T-1) - 1] \quad (12)$$

onde:

T = número de anos de consolidação;

$K = K_m \cdot \rho_m + K_c \cdot \rho_c + K_s \cdot \rho_s$;

K_m , K_c , K_s = constantes para cada tipo de material em função do tipo de operação do reservatório (tabela 4.1.1.21).

A tabela 4.1.1.22 apresenta os valores estimados do peso específico aparente para 100 anos de consolidação, o volume assoreado em 100 anos, o tempo para assoreamento do

volume correspondente à cota da tomada d'água e o tipo de operação do reservatório conforme classificação da tabela 4.1.1.20.

Tabela 4.1.1.22- Estimativas do assoreamento no reservatório da PCH Plena Energia I (parâmetros iniciais mantidos)

Peso específico aparente γ_T (100 anos) (t/m ³)	% Assoreado em 100 anos (do volume na cota 415)		Tempo estimado para o assoreamento do volume para nível da tomada d'água (anos)		Tipo de Operação
	Brune	Churchill	Brune	Churchill	
1,04	29,6%	30,8%	173,80	167,08	2

Pela tabela 4.1.1.22, verifica-se que o valor calculado pelo método de Churchill obteve um volume assoreado ligeiramente maior e conseqüentemente uma vida útil menor. Não haverá problemas de assoreamento neste aproveitamento se as condições atuais permanecerem as mesmas, pois decorrerão mais de 100 anos para assorear até a cota da tomada d'água. A recomendação da continuidade da coleta de dados sedimentométricos continua válida, pois é possível que haja mudança do uso do solo na bacia ao longo de 100 anos e conseqüente aumento do assoreamento.

O estudo para reavaliação das curvas de Cota X Volume e Cota X Área para 100 anos de uso, seguiu a metodologia sugerida por CARVALHO (1994), desta feita utilizando-se da redistribuição dos sedimentos ao longo do reservatório. A distribuição de sedimentos no reservatório leva em consideração que a entrada (montante) do reservatório será assoreada antes que as proximidades da barragem, por isso mesmo a diminuição do volume e área ocorre inclusive nas cotas superiores do reservatório.

Inicialmente é classificado o tipo de terreno onde o reservatório é formado. O reservatório da PCH Plena Energia I pode ser classificado como do tipo Montanhoso (tipo III).

Para a avaliação da afluência dos sedimentos duplica-se o valor do volume de sedimentos, segundo a metodologia da Eletrobrás (ELETROBRÁS, 1997). Esta recomendação visa precaver-se contra possíveis mudanças por ações antrópicas sobre a bacia hidrográfica. Esta consideração não foi feita para o cálculo mostrado na tabela 4.1.1.22.

Efetou-se estudos para três cotas de operação diferentes, tanto para 100 como para 50 anos, as tabelas 4.1.1.23 e 4.1.1.24 apresentam um resumo destes valores.

Constatou-se que para 50 anos não haverá problemas de assoreamento, pois a cota de

sedimentos no pé da barragem após 50 anos encontra-se em uma posição inferior a cota 400 metros, isto é, abaixo da tomada d'água. Conforme a cota de operação torna-se menor, ocorre uma diminuição da eficiência e conseqüentemente diminui a quantidade de sedimentos retido no reservatório. Para 100 anos verificou-se que há grande quantidade de sedimentos depositados podendo ocorrer conflitos com a tomada d'água. Haverá grande passagem de sedimentos pelas turbinas (maior que 35% do volume afluente), qualquer que seja a forma de operação. Inicialmente a quantidade de sedimentos que passará pela turbina será maior que 75 ton/dia.

Após 100 anos a cota 405 metros certamente estará comprometida com sedimentos e durante todo o período de operação haverá grande passagem de sedimentos no reservatório. Algumas medidas paliativas podem ser tomadas, como a previsão de dragagem após 50 anos ou operação com cotas inferiores para evitar a retenção de sedimentos.

Na tabela 4.1.1.25 estão listados os novos valores das curvas Cota X Volume e Cota X Área do reservatório Plena Energia I para 50 e 100 anos na cota de operação 415 metros. No primeiro caso a cota de sedimentos no pé da barragem não atinge a tomada d'água, no segundo caso a cota de sedimentos encontra-se na cota 410 metros, superando a tomada d'água que encontra-se na cota 405 metros. As figuras 4.1.1.9 e 4.1.1.10 ilustram estas curvas.

Tabela 4.1.1.23 – Afluência de sedimentos após 100 anos de operação

Cota de Operação (m)	Eficiência de Retenção (ano 1) (%)	Volume Retido (100 anos) (hm³)	Cota de sedimentos no pé da barragem após 100 anos
405	35	20.9	400
410	49	31.0	405
415	65	41.2	410

Tabela 4.1.1.24 – Afluência de sedimentos após 50 anos de operação

Cota de Operação (m)	Eficiência de Retenção (ano 1) (%)	Volume Retido (50 anos) (hm³)	Cota de sedimentos no pé da barragem após 50 anos
405	35	10.5	390
410	49	15.5	< 400
415	65	20.6	400

Tabela 4.1.1.25 - Área e volume atual e após 50 e 100 anos do reservatório

Cota (m)	Área (10 ⁶ m ²)	Volume (10 ⁶ m ³)	50 anos		100 anos	
			Área Revisada (10 ⁶ m ²)	Volume Revisado (10 ⁶ m ³)	Área Revisada (10 ⁶ m ²)	Volume Revisado (10 ⁶ m ³)
420	6.11	60.37	6.11	50.06	6.11	39.78
415	3.50	34.80	3.43	24.66	3.35	14.58
410	2.12	16.54	1.86	7.17	0.00	0.00
405	1.50	9.32	1.02	1.82	0.00	0.00
400	0.95	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00
395	0.65	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00
390	0.20	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
389	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

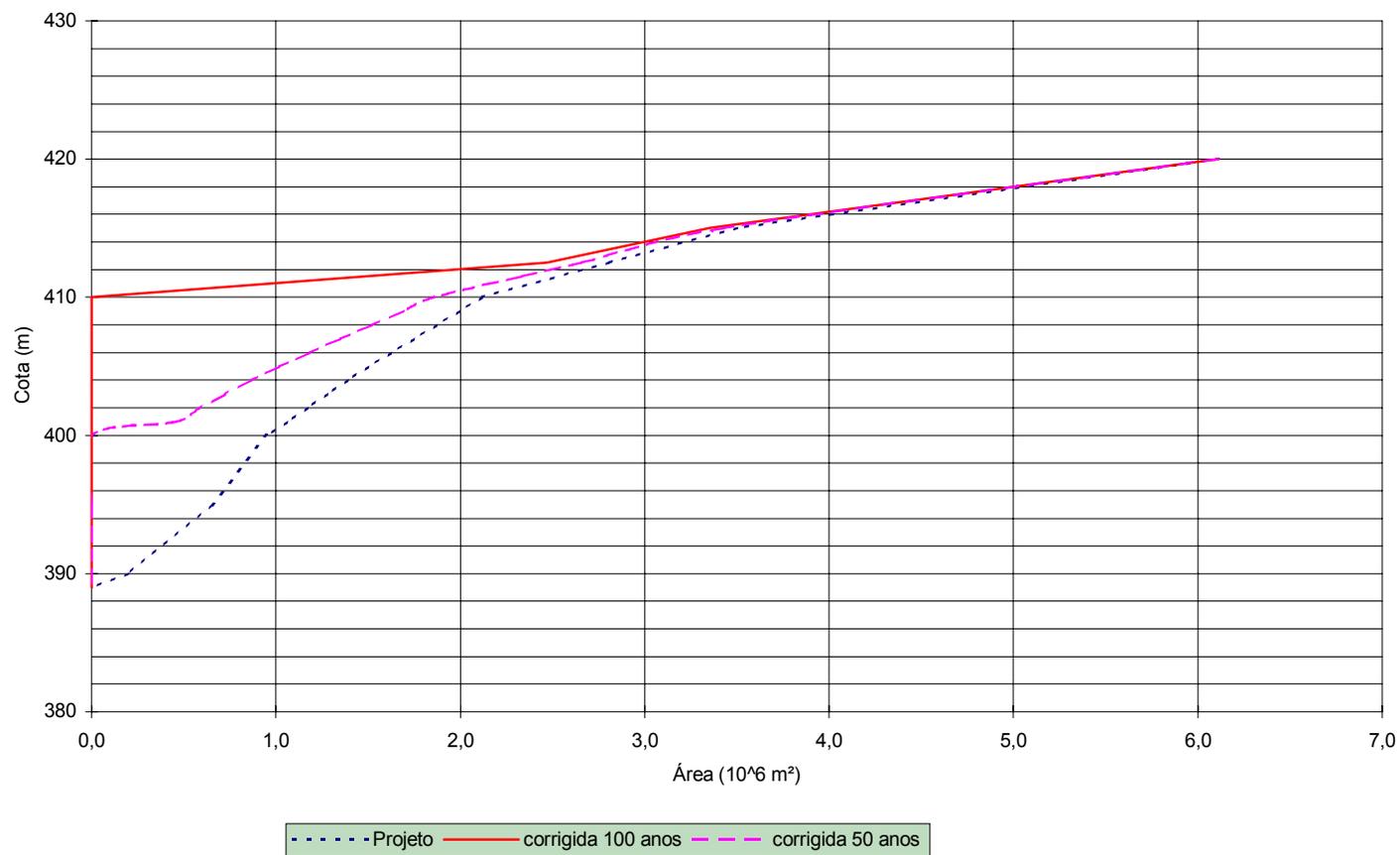


Figura 4.1.1.9 – Curva Cota x Área do reservatório da PCH Plena Energia I

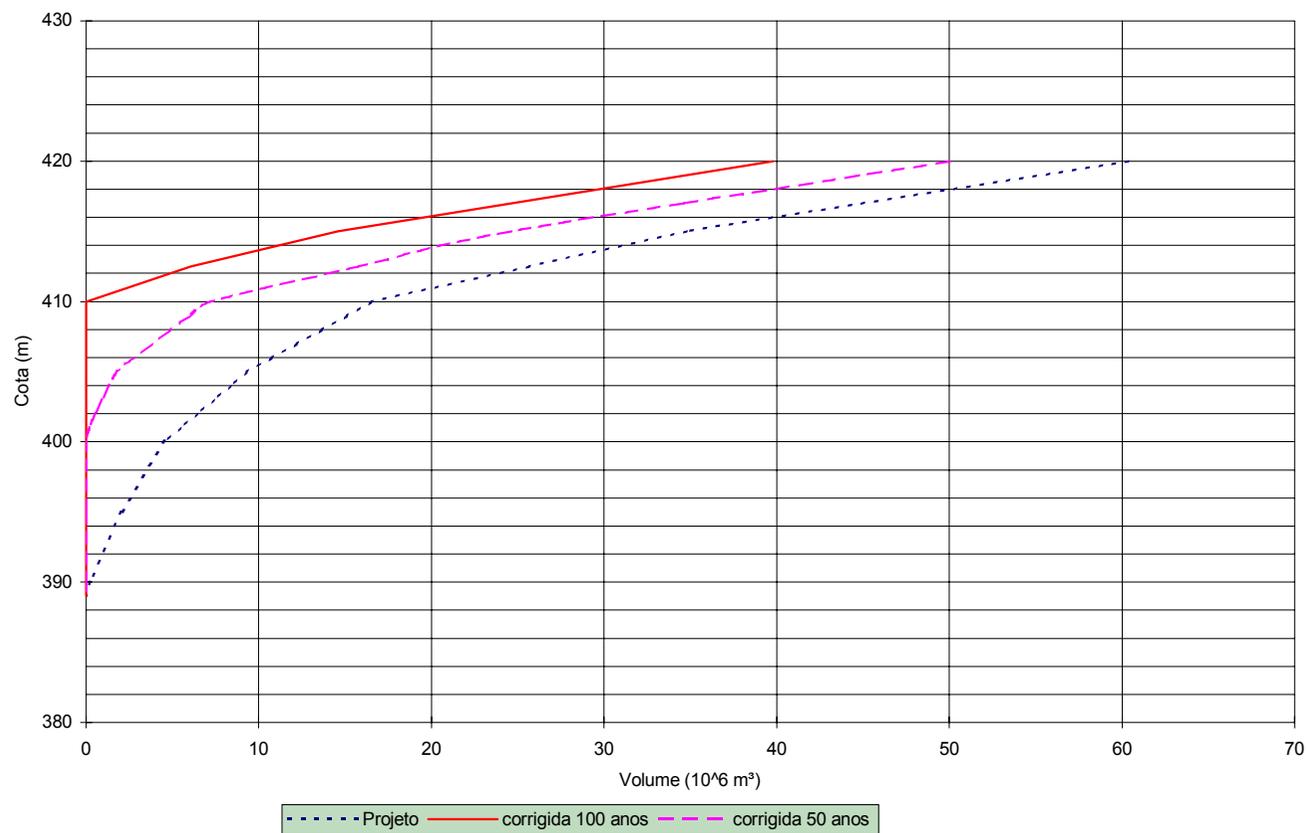


Figura 4.1.1.10 – Curva Cota x Volume do reservatório da PCH Plena Energia I

- **Tempo de Residência**

O tempo de residência, parâmetro importante em estudos de qualidade de água, é definido como o intervalo de tempo que uma determinada massa de água permanece no reservatório desde a sua chegada até a sua saída. Pode, também, ser entendido como o tempo necessário para esvaziar um reservatório, ao qual cessaram de chegar todas as entradas e cuja vazão defluente é igual à vazão afluyente suprimida (Nogueira, 1991), ou simplesmente a razão do volume do reservatório pela vazão média afluyente.

O tempo de residência foi obtido pela relação entre o volume para o N.A. Normal e a vazão média de longo período de 1931 a 1999. Para a PCH Plena Energia I, com o volume do reservatório de $34,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ ao Nível de Água Normal e uma vazão média de longo período de $42,72 \text{ m}^3/\text{s}$, o tempo de residência é de 9,43 dias.

- **Estudos de Remanso**

O cálculo de remanso foi efetuado para avaliar a influência do reservatório a montante do eixo da PCH Plena Energia I e o remanso da futura eventual usina a jusante (km 70) a fim de verificar sua influência no nível d'água na casa de força da PCH Plena Energia I.

Para o cálculo do remanso foi utilizado o programa computacional HEC-2. Este programa permite o cálculo do perfil da superfície livre para escoamentos permanentes gradualmente variado em fluxo subcrítico ou supercrítico. O procedimento computacional é baseado na solução da equação de energia unidimensional com o termo de perda de carga contínua utilizando a equação de Manning. O procedimento descrito é genericamente conhecido como *Standard Step Method* (HENDERSON, 1966). As Equações básicas que definem o método são:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h \quad (13)$$

onde: Z = cota da superfície livre nas seções 1 e 2 (m);

V= velocidade média nas seções 1 e 2 (m/s);

α = coeficiente corretor da velocidade de Coriolis nas seções 1 e 2;

g = aceleração da gravidade (m^3/s);

h = perda de carga entre as seções 1 e 2 (m).

$$V = k_s \cdot Rh^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (14)$$

onde:

V = velocidade média na seção transversal (m/s);

ks = coeficiente de rugosidade de Manning;

Rh = raio hidráulico da seção transversal (m);

S = declividade da linha de energia, perda de carga unitária (m/m);

Os dados básicos para a utilização do programa HEC-2 são: regime de escoamento (supercrítico ou subcrítico), cota na seção inicial, vazão, coeficiente de rugosidade, geometria das seções transversais e distância entre as seções transversais.

As seções transversais utilizadas foram obtidas do levantamento aerofotogramétrico efetuado no segundo semestre de 2001, e por levantamentos topobatimétricos efetuados em novembro de 2001. Considerou-se um total de 13 e 17 seções transversais para os reservatórios de Plena Energia I e Km 70 (jusante) respectivamente. Destas, por motivos econômicos, apenas 5 a montante (na Barragem (05-00) e seções 07-00, 08-00, 09-00 e 10-00) e 2 a jusante (na barragem do km 70 (01-00) e seção na casa de força da PCH Plena Energia I, 02-CF) com levantamentos topobatimétricos *in loco*. Destes levantamentos foram retiradas também as distâncias entre as seções. A profundidade do rio nas seções retiradas do levantamento aerofotogramétrico foram estimadas conforme a vazão do rio Cantu no dia e hora das fotos aéreas e da profundidade das seções medidas em campo. A vazão foi obtida no local das estações fluviométricas de Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo e transportada para as seções.

O coeficiente de rugosidade foi estimado de maneira que o perfil de água calculado pelo modelo, em condições naturais, reproduzisse os níveis obtidos do levantamento aerofotogramétrico. Partiu-se do eixo da PCH Plena Energia I e reproduziu-se as condições a montante. As vazões nas seções se basearam nas vazões das estações fluviométricas de Balsa do Cantu e Ponte Leôncio Primo no dia e hora do levantamento aerofotogramétrico e das áreas de drenagens. Com estes cálculos chegou-se a um coeficiente de rugosidade $K_s = 9$ o que corresponde a rios tortuosos e com densa cobertura vegetal. O coeficiente de Manning K_s para rios naturais varia de 40 a 6,6 e quanto menor o valor maior a resistência ao escoamento.

Para as cotas do nível de água das seções iniciais (nos eixos das usinas Plena energia I e Km 70) foram utilizados o nível máximo maximorum para 1000 anos de recorrência e a cota para 25 anos obtida com base na equação de descarga do vertedor, com valores de coeficiente de descarga, largura e cota da crista do vertedor fornecidas pela COPEL.

As vazões das seções transversais iniciais (nos eixos das usinas) foram retiradas do estudo de vazões máximas e do inventário do rio Cantu (Daru, R. L. & Gibertoni, R. C., 2001). As vazões nas demais seções transversais foram obtidas proporcionais às áreas de drenagem.

Obteve-se as curvas de remanso considerando a existência do reservatório da PCH Plena Energia I para as vazões de 25, 1000 anos de tempo de recorrência e para condições naturais, isto é sem reservatório, para 25 anos de recorrência. A tabela 4.1.1.26 e figura 4.1.1.12 apresentam os níveis d'água calculados nas seções transversais. Nesta figura a fim de comparação é também mostrado os níveis d'água no dia do aerofotogrametria.

A jusante como não se dispõem de curva de descarga no km 70 o remanso não foi calculado para condições naturais senda realizado apenas para 1000 anos com reservatório. A tabela 4.1.1.26 e figura 4.1.1.11 mostram os resultados.

A seção 5-00 representa o eixo da barragem, enquanto que a seção 02-CF correspondem ao rio junto a casa de força. Pela tabela 4.1.1.26 e 4.1.1.27 nota-se que a influencia do remanso a montante, nos níveis d'água, termina aproximadamente na seção 11-00.

Tabela 4.1.1.26 - Níveis de água calculados nas seções transversais ao longo do rio Cantu

Seção Transversal	TR (anos)		
	25	1000	25 natural
5-00	418,66	420,00	395,90
5-01	418,70	420,08	398,30
8-00	418,73	420,15	400,71
8-01	418,81	420,30	404,58
9-00	418,87	420,42	406,29
9-01	419,46	421,49	414,62
9-02	420,76	423,39	418,61
10-00	422,43	425,37	421,38
10-01	424,70	427,81	424,24
11-00	426,19	429,31	425,93
12-00	427,54	430,40	427,40
13-00	430,32	432,72	430,27
14-00	431,46	434,14	431,43

Tabela 4.1.1.27 - Níveis de água calculados nas seções transversais ao longo do rio Cantu

Seção Transversal	TR (anos)		
	25	1000	25 natural
01-00		379,00	
01-01		379,05	
01-02		379,06	
02-00		379,11	
03-00		379,19	
04-00		380,17	
05-00		381,06	
06-00		382,12	
07-00		384,18	
07-01		845,45	
08-00		386,48	
08-01		386,78	
09-00		387,19	
09-01		387,55	
10-00		387,79	
11-00		388,85	
12-00		390,58	
02-CF		391,86	

Figura 4.1.1.11 – Remanso do reservatório da usina a jusante (Km 70)

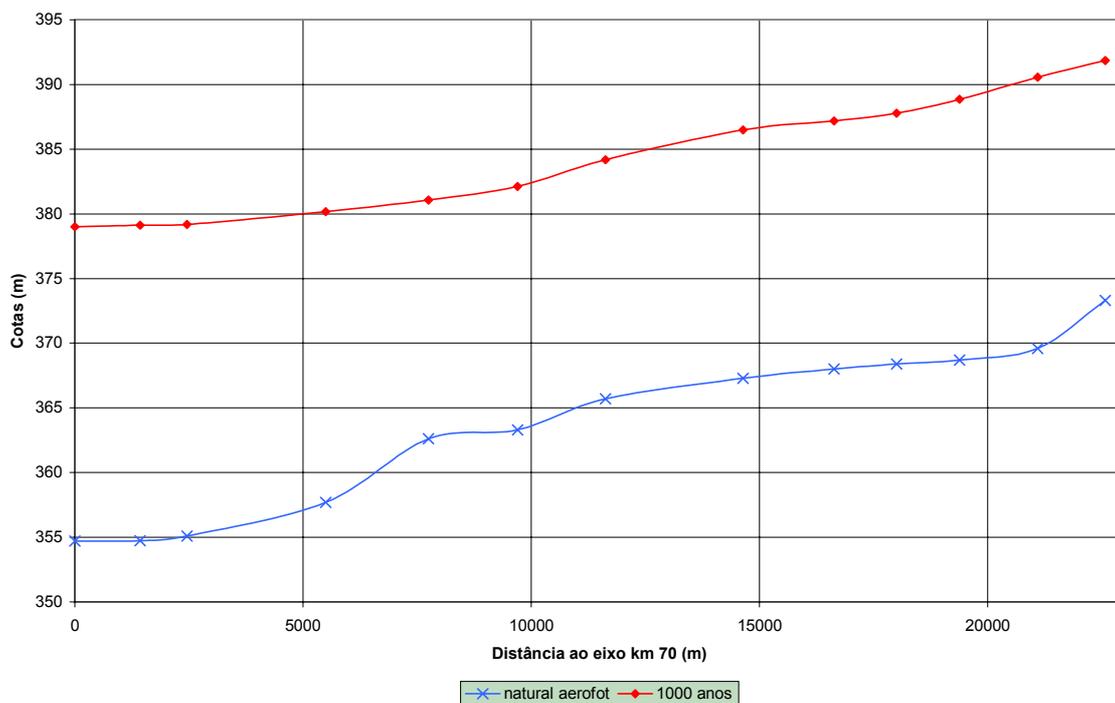
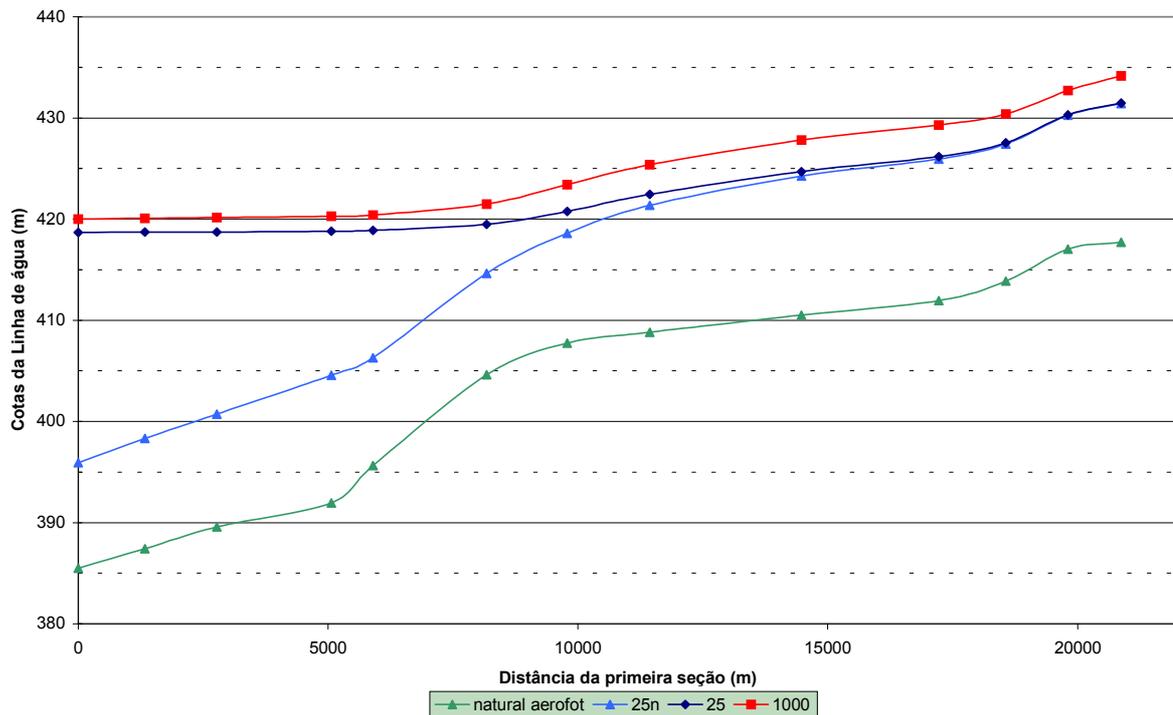


Figura 4.1.1.12 – Remanso do reservatório da PCH Plena Energia I



• Condições de Enchimento do Reservatório

Neste estudo considerou-se uma vazão remanescente no rio, a jusante dos barramentos, igual a 50% da vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência ($Q_{10,7}$), o que equivale a 1,84 m³/s. A partir dos volumes conhecidos em função dos nível da soleira da tomada de água e do nível máximo normal (415 m) e considerando a vazão mínima a jusante da usina, calculou-se as vazões médias afluentes para encher estes volumes, as probabilidades mínimas de se observarem vazões médias superiores a estas vazões e o tempo de recorrência das mesmas.

Para a realização do cálculo das condições de enchimento do reservatório é considerado que a bacia hidrográfica esteja passando por um período de estiagem, ou seja, a pior situação anual possível no ciclo da bacia hidrográfica. Desta forma, os volumes calculados neste item referem-se a probabilidade mínima do evento, sendo que para um valor médio de vazão, os valores apresentados aparentemente serão superestimados.

Para este estudo foi considerado um agrupamento das séries das diversas durações em uma única série, agrupamento este que equivale a considerar as séries identicamente distribuídas. (Gomide, 1970). A utilização de uma equação geral para vários períodos de duração da estiagem, considerando-se vazões normalizadas, permite corrigir eventuais

distorções, como por exemplo, obter para um período de estiagem de um mês uma vazão superior à de dois meses, considerando-se o mesmo tempo de recorrência. A tabela 4.1.1.28 apresenta as vazões de estiagem na usina, que foi obtida através da estação de Balsa do Cantu, e transportadas proporcionalmente as áreas de drenagem.

Utilizando-se do valor da curva de permanência de vazões médias diárias, verifica-se que em 50% do tempo a vazão afluente na PCH Plena Energia I é maior que 16,5 m³/s. Logo, é provável (50%) que o reservatório atinja o nível máximo normal aproximadamente em 28 dias, considerando a manutenção da vazão mínima a jusante.

Considerando uma probabilidade de 95%, ou seja, vazões da ordem de 3,6 m³/s, o reservatório atingirá o seu nível máximo normal em aproximadamente 190 dias.

Os resultados da verificação das condições de enchimento estão apresentados na tabela 4.1.1.29. Para análise de sensibilidade, a tabela 4.1.1.30 apresenta os cálculos relativos ao enchimento do reservatório, sem considerar vazão de manutenção a jusante.

Tabela 4.1.1.28 – Vazões de estiagem para a usina Plena Energia I

Tempo de recorrência (anos)	2	5	10	20	25	50	100
Probabilidade	0.5	0.2	0.1	0.05	0.04	0.02	0.01
Duração (dias)	Vazões de estiagem (m³/s)						
7	6,61	4,18	3,17	2,50	2,33	1,91	1,62
15	7,03	4,45	3,37	2,66	2,48	2,03	1,72
21	7,39	4,67	3,55	2,79	2,60	2,14	1,81
30	7,85	4,96	3,77	2,96	2,76	2,27	1,92
45	9,22	5,83	4,42	3,48	3,25	2,66	2,26
60	10,51	6,65	5,04	3,97	3,70	3,04	2,57
90	14,82	9,37	7,11	5,60	5,22	4,28	3,62
120	19,77	12,50	9,49	7,47	6,96	5,72	4,84
150	23,68	14,97	11,36	8,94	8,34	6,84	5,79
180	26,94	17,04	12,93	12,93	9,49	7,79	6,59

Tabela 4.1.1.29 – Condições de enchimento do reservatório da PCH Plena Energia I

Duração (dias)	Nível da tomada da água 405 m			N.A. máximo normal 415 m		
	vazão média p/ encher o reservatório (m ³ /s)	Probabilidade e de encher (%)	tempo de recorrência da estiagem (anos)	vazão média p/ encher o reservatório (m ³ /s)	Probabilidade e de encher (%)	tempo de recorrência da estiagem (anos)
7	17	0,3	1	59	0	1
15	9	29	1	29	0	1
21	7	54	2	21	0,1	1
30	5	75	4	15	4,3	1
45	4	91	11	11	37	2
60	4	96	25	9	66	3
90	3	99,5	200-	6	92,6	14
120	3	100	-	5	98,5	67
150	3	100	-	5	99,7	333
180	2	100	-	4	100	-

Tabela 4.1.1.30 – Condições de enchimento do reservatório sem vazão mínima

Duração (dias)	Nível da tomada da água 405 m			N.A. máximo normal 415 m		
	vazão média p/ encher o reservatório (m ³ /s)	Probabilidade e de encher (%)	tempo de recorrência da estiagem (anos)	vazão média p/ encher o reservatório (m ³ /s)	Probabilidade e de encher (%)	tempo de recorrência da estiagem (anos)
7	15	1	1	58	0	1
15	7	48	2	27	0	1
21	5	75	4	19	0,4	1
30	4	91	11	13	9,0	1
45	2	98,5	67	9	53,0	2
60	2	99,9	1000	7	79,3	5
90	1	100	-	4	97,5	40
120	1	100	-	3	99,9	1000
150	1	100	-	3	100	-
180	1	100	-	2	100	-

4.1.2 Geomorfologia

4.1.2.1 Geomorfologia regional

O rio Cantu está inserido no Terceiro Planalto Paranaense, o qual possui como representante mais expressivo a Serra da Esperança, no seu limite oriental, com elevações da ordem de 1.300 metros. A partir deste ponto, as elevações sofrem um decréscimo acentuado, tanto para sul como para oeste, em direção ao rio Paraná, onde apresentam altitudes da ordem de 300 metros. Na área em questão, as variações de altitude situam-se entre 460 e 340 metros.

Em função da sua constituição geológica um tanto homogênea, a modelagem do relevo local não impôs grandes alternâncias na paisagem regional, sendo observadas em quase toda a extensão da área, superfícies correlacionadas aos derrames tabulares (figura 4.1.2.1).

Mais próximo ao rio Cantu, o relevo torna-se mais enérgico, com o rio fortemente entalhado em certos trechos, caracterizando um relevo ondulado a fortemente ondulado.

Os fatores estruturais afetam a evolução da topografia regional das seguintes maneiras, em terrenos basálticos: os lineamentos tectônicos de maior porte direcionam o desenvolvimento lateral dos corpos d'água e estão diretamente relacionados à sua forma retilínea (figura 4.1.2.2), enquanto os derrames sub-horizontais são responsáveis pelo desenvolvimento das encostas em degraus propiciando também o aparecimento de desníveis em forma de corredeiras, saltos e cachoeira nos leitos dos rios.

De maneira geral, a drenagem da bacia hidrográfica do rio Cantu apresenta padrão dendrítico a sub-dendrítico, sendo identificadas em fotos aéreas, confluências em ângulo reto, com evidente controle estrutural, especialmente na direção NW.



Figura 4.1.2.1 – Relevo ondulado com topos aplainados devido à sucessão de derrames basálticos.



Figura 4.1.2.2 – Trecho retilíneo do rio Cantu, próximo ao final do futuro reservatório da PCH Plena Energia I.

Saltos e cachoeiras não são tão comuns na região, portanto, o rio Cantu possui pouca queda. Atribui-se o desenvolvimento destas feições ao comportamento sub-horizantalizado

da sucessão de derrames e mais detalhadamente pela existência de porções de rocha mais fraturada, que permitem um desgaste mais acentuado.

4.1.2.2 Geomorfologia local

O trecho do rio Cantu afetado pelo futuro empreendimento e suas margens possuem algumas características relevantes, a serem ditas a seguir.

No que se refere ao leito do rio ressalta-se que este está fortemente encaixado em um vale assimétrico, ora com a margem esquerda mais íngreme, ora com a margem direita mais alta (figura 4.1.2.3 e 4.1.2.4). O seu padrão de drenagem, e de seus afluentes, alterna-se entre dendrítico e retilíneo. Os trechos retilíneos concentram-se mais do meio para o final do reservatório, inserindo-se aí o trecho final do rio Azul. No trecho inicial, o rio Branco possui curso com padrão retangular.

Ao longo do leito do rio são observadas poucas corredeiras, pequenos saltos e lajeados, constituídos de basaltos maciços, indicando pouca cobertura de sedimentos inconsolidados nestes pontos. Na área do eixo da barragem e da casa-de-força há uma concentração de corredeiras, havendo uma queda entre a primeira e a segunda de cerca de 12,9 m (figura 4.1.2.5)

O rio, na altura da barragem, apresenta uma distância entre as margens da ordem de 60 a 80 metros, podendo-se observar, no leito, pequenos estrangulamentos recortados por fraturas de direção NE, que tendem a concentrar o fluxo de água em épocas de estiagem longa.

Localmente, o relevo é bastante ondulado, com fortes declives nas proximidades do rio Cantu, onde é possível cultivar somente pasto para criação de gado. Observa-se também a formação de pequenos terraços que suavizam a topografia local (figura 4.1.2.6). Estes terraços são observados imediatamente nas porções adjacentes ao leito do rio, tanto na margem esquerda como na direita.

Distante do rio, nas cercanias das cidades mais próximas (Roncador, Nova Cantu, Palmital e Laranjal) o relevo torna-se menos acentuado, sendo possível utilizar as terras para cultivos mecanizados.



Figura 4.1.2.3 – Margem direita mais alta que a esquerda, a montante do eixo.



Figura 4.1.2.4 – Margem direita do rio Azul plana e margem esquerda íngreme.



Figura 4.1.2.5 – Corredeiras sobre basalto maciço e vesicular, na área do eixo.



Figura 4.1.2.6 – Relevo tabuliforme, com topos aplainados devido ao contato de derrames basálticos. Morro na margem esquerda do rio Cantu, em frente ao eixo da barragem.

Com relação aos processos geológicos, a ocorrência de deslizamentos de taludes, relativamente comuns em regiões basálticas, está relacionada a depósitos coluvionares espessos, que recobrem terraços suavemente inclinados e à quantidade de água de infiltração que circula entre o horizonte solo-rocha. No entanto, na região de estudo não são vistos depósitos coluvionares de grande monta, nem depósitos de tálus com blocos de rocha. A região parece estar equilibrada, em que se pese as altas declividades existentes, o uso do solo e o material terroso e rochoso. Poucas foram as vezes em que se viu início de processo de ravinamento nas áreas de pasto.

4.1.3 Geologia

4.1.3.1 Geologia Regional

A região onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Cantu é constituída de uma sucessão de derrames basálticos que apresentam espessuras variáveis, em formatos tabuliformes sub-horizontalizados. Como na maior parte das vezes, tais ocorrências se encontram segundo uma sucessão de derrames, podendo chegar a um total de 1.500 metros na sua porção central. Esta configuração abrange todo o oeste e sudoeste do Estado do Paraná.

Na maioria das vezes, os derrames basálticos são constituídos por rochas efusivas básicas de caráter toleítico, classificados como basaltos maciços e basaltos amigdalóides, possuindo coloração acinzentada a preta, com padrão de fraturamento bem característico.

Os termos ácidos são representados por rochas de textura fanerítica (minerais visíveis a olho nu), às vezes porfirítica (minerais maiores em meio a uma massa de minerais mais finos). São de cores mais claras. Enquadram-se aí rochas como andesitos, riolitos, riodacitos, dacitos e latitos. Sua ocorrência é menor que os basaltos toleíticos, estando restritos à porção leste da bacia hidrográfica do rio Cantu.

As datações geocronológicas apontam para as rochas ígneas efusivas, idades absolutas entre 140 e 120 Ma, que as enquadram no período juro-cretáceo.

Associados a estes, podem ser encontrados arenitos originários de ambiente desértico, os quais podem estar em forma de pequenas camadas entre os derrames, ou, mais comumente, sobre os derrames.

Os derrames basálticos estão sobrepostos aos sedimentos paleozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo recobertos por sedimentos mais recentes, representados principalmente por depósitos aluvionares, colúvios e solos maduros (solos residuais).

- **Estratigrafia**

Em termos estratigráficos, a bacia hidrográfica do rio Cantu situa-se inteiramente sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, contendo apenas as unidades estratigráficas contidas na tabela 4.1.3.1.

Tabela 4.1.3.1 – Coluna estratigráfica adotada para a bacia hidrográfica do rio Cantu

Era/ Período	Grupo	Formação	Formação
Cenozóico/ Quaternário			Sedimentos aluviais recentes, colúvios e solos residuais
Mesozóico/ Jurássico- Cretáceo	São Bento	Serra Geral	Efusivas básicas, intrusivas básicas, efusivas ácidas a intermediárias e arenitos intertrapianos)

Na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Cantu pode-se destacar como característica geológica principal a monotonia litológica, com predominância absoluta de rochas efusivas básicas toleíticas.

As diferenciações ácidas a intermediárias (riolitos, riocacitos e dacitos) tendem a ocorrer na medida em que se dirige para a porção montante da bacia hidrográfica, em direção a leste, sendo representadas por corpos ligeiramente elipsoidais e de perímetro restrito em meio às rochas básicas.

O mapa 4.1.3.1 – Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu ilustra a geologia existente na região.

- **Litologias**

- Rochas básicas

As rochas básicas caracterizam-se por apresentar teores de sílica (SiO₂) inferior a 52% possuindo em sua constituição mineralógica essencial feldspatos alcalinos e cálcicos e minerais ferromagnesianos (normalmente piroxênios) e grãos esparsos de minerais opacos (geralmente magnetita).

Normalmente possuem textura afanítica (minerais indistintos a olho nu), apresentando capas de alteração amareladas a avermelhadas bastante característica, proveniente da alteração dos minerais ferrosos.

Estruturalmente, cada derrame básico apresenta quatro zonas interiores ocasionadas por diferentes estágios de resfriamento do magma, e que são identificadas pelas seguintes características:

- Zona vesículo-amigdalóide: normalmente ocorre no topo dos derrames e é caracterizada por apresentar amígdalas (preenchidas total ou parcialmente por minerais quartzosos, zeólitas ou minerais verdes) e vesículas. Possui grande suscetibilidade à alteração, gerando solos espessos, avermelhados e por isso, relevo suavizado.

- Zona tabular: caracterizada por apresentar um padrão de fraturamento horizontalizado, ocasionado por resfriamento lento, gerando placas de dimensões decimétricas, com pequena suscetibilidade a alterações.

- Zona colunar: normalmente constituem a porção mais importante do derrame, sob o ponto de vista geotécnico. Devido à sua posição, sofrem resfriamento mais lento em relação às demais zonas do derrame, razão pela qual possui espessuras maiores que as demais zonas, e em consequência, é constituída de rochas maciças e densas. Face ao resfriamento mais lento apresenta um padrão de fraturamento colunar (sub-vertical), dando aos afloramentos um aspecto prismático. Sua suscetibilidade à alteração é pequena, gerando solos pouco espessos, contendo pequenos blocos e matacões, além de relevo escarpado.

- Zona vítrea: pode ser considerada a base do derrame, sendo a primeira porção do magma a entrar em contato com o solo ou as rochas subjacentes. Com isso, sofre resfriamento rápido, possuindo pequena espessura, gerando rocha com textura vítrea com grande suscetibilidade à alteração. Esta zona nem sempre é visível em afloramentos, já que normalmente apresenta-se alterada para solo.

Ocorrem ainda, mas de maneira eventual, horizontes de brecha vulcânica, constituída de fragmentos de rocha dos derrames subjacentes. O material de alteração deste horizonte possui normalmente textura argilosa, coloração arroxeadada e pode possuir espessuras variando de centímetros a metros.

- Rochas intermediárias a ácidas

As rochas ácidas caracterizam-se por possuírem teores entre 52 e 65% de sílica e acima de 65%. Possuem matriz quartzo-feldspática, ripas de plagiocásio, minerais ferro-magnesianos (normalmente piroxênios) e grãos esparsos de minerais opacos (geralmente a magnetita).

Possuem textura afanítica ou fanerítica, neste caso conhecido como textura “carijó”. Também podem apresentar textura porfirítica.

Estruturalmente apresentam partição plano-paralela, sendo observadas passagens bruscas para as zonas vesículo-amigdalóides. Um padrão colunar incipiente também é característico destas rochas.

Os solos de alteração gerados por estas rochas possuem coloração mais esbranquiçada que as derivadas de basaltos.

- Sedimentos recentes

Ao longo de toda a bacia hidrográfica, em posições diferenciadas do relevo, ocorrem os sedimentos recentes, originários da intemperização das rochas, localizados *in situ* ou transportados para posições mais baixas dos terrenos. Os sedimentos recentes traduzem-se em sedimentos de origem residual, coluvial e os de origem aluvial.

Os sedimentos residuais são os solos maduros do perfil de solo original, ou seja, são os horizontes A e B.

Os sedimentos coluviais são os solos transportados encosta abaixo, de composição silto-argilosa, da cor do solo de alteração de basalto, juntamente com blocos de basalto com variados tamanhos. Estes solos encontram-se, preferencialmente, nas quebras de relevo formadas por contato de derrame e nos sopés e superfícies dos morros. Encontram-se dispersos em quase toda a área de influência do empreendimento.

Os sedimentos aluviais são aqueles erodidos, transportados e depositados pela ação dos rios. Estão limitados às coberturas das ilhas no rio Cantu e a certas planícies aluviais. Frequentemente associam-se aos solos coluviais, na beira e barranco dos rios. São compostos de areias finas, silte, argila, matéria orgânica e seixos arredondados.

- **Aspectos estruturais**

- Estruturas atectônicas

Nas regiões constituídas por derrames de basalto, as feições atectônicas possuem características bem conhecidas, interferindo diretamente na modelagem dos relevos regionais.

Os principais tipos de feições atectônicas relacionadas aos basaltos são os contatos de derrames, fraturamentos colunares e os fraturamentos subhorizontais originados pelo resfriamento das várias camadas de derrames.

- Estruturas tectônicas

O extravasamento das lavas vulcânicas, de caráter fissural, se deu ao longo de antigas zonas de fraqueza, expressas em superfície pelos grandes alinhamentos estruturais de direção NW. Como principal feição estrutural, tem-se o rio Piquiri, com direção N 60-70° W.

As feições estruturais mais importantes na região em questão estão relacionadas às linhas de extensos fraturamentos, dispostos segundo a direção preferencial NW e subordinadamente NE. Tais alinhamentos possuem dimensões variadas, podendo apresentar extensões modestas até centenas de metros, neste caso aparecendo em destaque em fotografias aéreas. Podem apresentar-se preenchidas por intrusões de diabásio, neste caso com direção NW, ou abertas, sem preenchimento, constituindo vales.

Toda a bacia hidrográfica do rio Cantu exhibe drenagem com trechos retilíneos e divisores alinhados, evidenciando nítido controle estrutural, associado aos processos erosivos. A forma do “canyon” ou vale encaixado é o resultado do entalhe da drenagem em zonas menos resistentes, coincidentes ou paralelas ao eixo do rio.

4.1.3.2 Geologia local

Os estudos geológicos compreenderam fotointerpretação em escala 1:25.000 (vôo de 2001), uma etapa de campo (março/2002) e serviços de escritório.

- **Estratigrafia**

Localmente, as unidades estratigráficas limitam-se aos derrames basálticos da Formação Serra Geral e a sedimentos recentes, principalmente depósitos aluviais insulares e depósitos coluviais presentes nos terraços dos derrames.

Ao longo da meia-encosta da margem direita, na picada aberta para execução de furos de sondagem, observou-se a ocorrência de um contato de derrame em torno das altitudes 390/400 metros. Tratam-se de afloramentos de basaltos vesículo-amigdalóides, alterados, de coloração avermelhada, com cristais de quartzo soltos no terreno. Em altitude inferior, no leito do rio, registra-se a ocorrência de basaltos maciços e vesiculares, de coloração acinzentada.

No final do reservatório, próximo ao rio Azul, há afloramentos de basalto vesículo-amigdalóide semi-alterados entre as cotas 400 e 415.

Para complementar as informações de campo, utilizou-se dos dados obtidos em sondagens rotativas, executadas somente na área da barragem e circuito de geração. As sondagens indicaram a existência de três derrames, designados neste estudo de “b”, “c” e “d”, de cima para baixo. O contato inferior do derrame “b” está situado na cota 415, enquanto o contato inferior do derrame “c” situa-se por volta da cota 390. O contato inferior do derrame “d” não foi atingido.

Na área de influência do reservatório, é possível identificar pelo menos mais um contato de derrame (derrame “a” acima do derrame “b”), em torno da cota 480. Este contato é definido, em fotos aéreas, por uma forte quebra no relevo, com formação de escarpa.

A geometria dos derrames e das estruturas geológicas podem ser visualizadas no mapa 4.1.3.2 – Geologia da AID.

As espessuras de material alterado variam de 0,5 a 2 metros. Esta cobertura compõe-se de solos avermelhados, argilosos, passando a rocha alterada em porções mais profundas. Em poços executados para o Projeto Básico deste empreendimento, as espessuras da cobertura de solo variaram de 1,5 a 2,5 m, na região da barragem, enquanto no circuito de geração as espessuras foram da ordem de 5,0 m, devido, provavelmente, à zona de contato entre os derrames “b” e “c”.

- **Estruturas geológicas**

Os trabalhos de fotointerpretação e de campo permitiram reconhecer o traçado de discontinuidades geológicas na área em estudo. Estas estão identificadas, em parte, na forma de alinhamentos estruturais, reconhecidos ora por alinhamentos de drenagens, ora por alinhamentos de relevo.

Ressalta-se na geomorfologia local, a existência de alinhamentos estruturais com direções N30-45W, N70W e N30E, que abrangem maior parte do percurso do rio Cantu no trecho

selecionado, além dos seus afluentes maiores da margem esquerda e direita, rio Azul e rio Branco, respectivamente. Com relação aos demais afluentes, a maioria deles parece estar encaixada em fraturas de direções ortogonais à direção principal do rio.

Dos alinhamentos mapeados, alguns representam falhas geológicas. São proeminentes, especialmente, os de direção NE-SW. Estas falhas podem ser do tipo transcorrente (movimento horizontal) ou do tipo normal (movimento vertical). Os sistemas de falhas transcorrentes mais destacados, reconhecidos sobre sedimentos da Bacia do Paraná, encontram-se mapeados e identificados. As direções das principais falhas identificadas na área em estudo estariam relacionadas ao sistema N40-60E, denominado Médio-Paraná (SOARES, 1992).

- **Recursos minerais**

O conhecimento do potencial mineral da área diretamente afetada pelo empreendimento através dos estudos geológicos permite avaliar as perspectivas futuras quanto ao interesse pela exploração econômica de bens minerais.

A região onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Cantu, pela sua natureza geológica, não possui riqueza em depósitos minerais com valor econômico importante. Basicamente, as atividades minerais se direcionam, potencialmente, para a exploração de materiais com uso imediato na construção civil e água mineral.

O DNPM é o órgão do Ministério Minas e Energia responsável pela gestão dos recursos minerais brasileiros. Responde pela e fiscalização da exploração e aproveitamento dos recursos minerais, acompanhando o fluxo dos processos de autorização e concessão dos direitos minerários. A pesquisa e a lavra de recursos minerais somente serão efetuadas mediante autorização ou concessão do DNPM. A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado.

Como o quadro evolutivo da situação dos processos do DNPM é dinâmico, dever-se-á efetuar uma nova análise dos casos de concessão de áreas junto a este órgão no início da construção do empreendimento, para se certificar da inexistência de processos na área de influência. Isso permitirá elaborar um quadro atualizado das possíveis interferências entre os bens minerais de interesse e o empreendimento hidrelétrico.

Para o caso dos municípios da área de influência do projeto, a grande maioria dos processos existentes no DNPM refere-se a pedidos para autorização de pesquisa para ouro,

requeridos pela Companhia Vale do Rio Doce, em 2001. A tabela 4.1.3.2 apresenta os processos e sua situação legal.

Tabela 4.1.3.2 – Levantamento das áreas requeridas junto ao DNPM para a área de influência e entornos.

Processo	Substância	Situação	Local
1997 826097	Basalto	Autorização de pesquisa	Roncador
2001 826165	Ouro	Autorização de pesquisa	Luiziana/Roncador
2001 826166	Ouro	Autorização de pesquisa	Iretama/Roncador
2001 826169	Ouro	Autorização de pesquisa	Luiziana/Roncador
2001 826171	Ouro	Autorização de pesquisa	Roncador
2001 826176	Ouro	Autorização de pesquisa	Roncador
2001 826180	Ouro	Autorização de pesquisa	Roncador
2001 826184	Ouro	Autorização de pesquisa	Roncador/Pitanga
2001 826186	Ouro	Autorização de pesquisa	Roncador
2001 826190	Ouro	Autorização de pesquisa	Mato Rico/Roncador
2001 826196	Ouro	Autorização de pesquisa	Mato Rico/Roncador
2001 826198	Ouro	Autorização de pesquisa	Mato Rico
2001 826199	Ouro	Autorização de pesquisa	Mato Rico/Pitanga
2000 826579	Areia	Autorização de pesquisa	Cambará/Palmital
2001 826204	Ouro	Autorização de pesquisa	Laranjal/Palmital
2001 826205	Ouro	Autorização de pesquisa	Palmital
2001 826210	Ouro	Autorização de pesquisa	Laranjal/Palmital
2001 826211	Ouro	Autorização de pesquisa	Palmital
2001 826220	Ouro	Autorização de pesquisa	Palmital/Pitanga
2001 826227	Ouro	Autorização de pesquisa	Palmital
2001 826234	Ouro	Autorização de pesquisa	Palmital/Santa Maria do Oeste

Fonte: Base de dados do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral fevereiro/2002)

Como se vê, há somente uma autorização de pesquisa para basalto, que é o material mais abundante na área. Em trabalhos de campo não se viu nem pequenas saibreiras, geralmente abertas para utilização do saibro na pavimentação de estradas de terra.

Quanto às várias autorizações de pesquisa para ouro, analisa-se que, se este elemento existe na área, possivelmente seja de origem aluvial, carregado de outras fontes primárias, uma vez que magmas basálticos não geram nem abrigam o ouro.

4.1.4 Pedologia, Aptidão Agrícola e Uso do Solo

4.1.4.1 Pedologia Regional

A área em consideração situa-se no Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava, o maior existente no Estado, que se estende desde a região Sul, passando pela região Sudoeste, Oeste, Noroeste e parte do Norte do Paraná. Suas formas superficiais principais são

resultantes de sucessivos derrames vulcânicos de lavas básicas, em camadas sobrepostas e denominadas de mesetas. Os degraus existentes entre as mesetas evidenciam de maneira bastante clara os derrames registrados. Dentro do Terceiro Planalto existem significativos blocos de área superficial delimitadas pelos grandes rios que cortam essa representativa superfície do Estado do Paraná: rios Iguaçu, Piquiri, Ivaí e Tibagi.

O bloco Campo Mourão está delimitado pelos rios Piquiri e Ivaí, com altitudes máximas em torno de 1.100 m, declinando para algo em torno de 225 m nas áreas lindeiras ao rio Paraná.

Os solos predominantes no bloco Campo Mourão são: Latossolo Roxo Álico, Latossolo Roxo Distrófico, Latossolo Roxo Eutrófico, Terra Roxa Estruturada Eutrófica, Terra Roxa Estruturada Distrófica, Brunizem Avermelhado e Solos Litólicos Eutróficos ¹.

A bacia hidrográfica do rio Cantu está inserida na porção Sul do bloco Campo Mourão e no terço superior da bacia hidrográfica do rio Piquiri, na margem direita.

Para se estabelecer um trabalho de detalhamento dos solos ocorrentes em determinada região de interesse, e sua representação gráfica em mapas, devem ser levados em consideração fatores relevantes como a escala do material final editado, a área de ocorrência de cada classe de solo e as características mais importantes e, muitas vezes, determinantes para o seu uso racional.

Os mapas tomados como base para o presente estudo, em nível da bacia hidrográfica do rio Cantu, estão editados na escala 1:600.000, e houve a preocupação de se demonstrar preferencialmente unidades de mapeamento simples, ou seja, constituídas por uma só classe de solo, considerando as principais características intrínsecas e importantes ao seu uso racional, aliado às características do relevo, clima e vegetação. Em circunstâncias em que foram analisadas o tamanho da área de ocorrência de determinado tipo de solo, de sua importância agrícola e do mosaico de classes ocorrentes em campo, foram criadas unidades de mapeamento combinadas.

Independentemente das limitações encontradas pela pesquisa oficial para representação gráfica detalhada do solo no Estado do Paraná, é importante ressaltar que, em nível de campo, um dos pontos básicos para determinação das classes de solos existentes é compreender que tanto podem ocorrer áreas constituídas por um único tipo de solo quanto

¹ Está ainda sendo considerado como base o (*) LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ (EMBRAPA/IAPAR – 1984) como material base, pois os conceitos nele inseridos ainda são mais facilmente reconhecidos pela maioria dos profissionais da área agrônoma, apesar da publicação mais recente da EMBRAPA “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos”, de 1999.

áreas com solos associados, sendo que esses últimos são registrados com bastante freqüência.

A análise macro da bacia hidrográfica do rio Cantu aponta para a ocorrência predominante de Solos Litólicos, Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada em relação às demais classes de solo. Também é registrada, em menor proporção, Cambissolos.

Para auxiliar na compreensão da classificação de relevo, a tabela 4.1.4.1 indica as faixas de percentual de declividade considerados.

Tabela 4.1.4.1 – Percentual de declividade considerados para a classificação do relevo

Declividade (%)	Classificação do relevo
0 ≤ 3	Plano
3 ≤ 8	Suave ondulado
8 ≤ 20	Ondulado
20 ≤ 45	Forte ondulado
> 45	Montanhoso e Escarpado

Os solos basicamente podem ter 3 horizontes principais (A, B e C), a partir da camada superficial (horizonte A) para o perfil adentro. O horizonte C, presente nos solos mais desenvolvidos, faz contato com o material em transformação a partir da rocha de origem. O processo físico-químico-biológico de alteração da rocha de origem em solo é denominado intemperismo.

Na seqüência são descritas as características principais de cada classe de solo encontrada.

- **Solos Litólicos**

São solos minerais pouco desenvolvidos cuja variação do perfil em campo, no tocante a horizontes² pode ir desde horizontes A apoiados diretamente sobre a rocha de origem até horizontes B desenvolvidos, porém pouco espesso, e horizontes B espessos, mas com grande quantidade de cascalhos e pedras de tamanho variado, comprovando seu estágio precoce de intemperismo, em relação aos solos mais desenvolvidos. A profundidade normal varia de 20 a 80 cm. A condicionante topográfica, normalmente indicando relevo forte ondulado e montanhoso, dá especial e elevada tendência natural à erosão. Na figura – 4.1.4.1 pode ser verificada ocorrência típica de Solos Litólicos na região.

² Horizontes são camadas horizontais de solo sobrepostas umas às outras e com características próprias. São identificados por letras (A, B e C) e podem ser subdivididos em sub-horizontes. As plantas cultivadas normalmente servem-se de nutrientes existentes no horizonte A (superficial).



Figura 4.1.4.1 - Solo Litólico típico da região da bacia do rio Cantu, com grande quantidade de pedras e uso atual pasto.

- **Cambissolos**

São solos minerais em fase intermediária de desenvolvimento, mas nos quais é possível já diferenciar os horizontes A (superficial) e B (sub-superficial). São exatamente o grau de intemperismo³ e o desenvolvimento do horizonte B que também se tornam características marcantes desses solos. O horizonte sub-superficial (B) é pouco desenvolvido e no perfil do solo é possível identificar com facilidade minerais de origem (primários) que não têm grande resistência ao processo de intemperismo. Os cambissolos normalmente são solos rasos, podendo chegar a ser medianamente profundos, variando o conjunto dos horizontes A e B entre 60 e 120 cm de profundidade. Os cambissolos possuem altos teores de silte e, via de regra, boas características físicas (porosidade, permeabilidade e drenagem), mas elevada suscetibilidade à erosão, principalmente quando a topografia é acidentada.

- **Terra Roxa Estruturada**

São solos minerais em estágio intermediário a desenvolvido de intemperismo, que possuem muitas características semelhantes aos latossolos, mas que deles basicamente se diferenciam pelo grau de desenvolvimento, situação de ocorrência no relevo (tendendo a ser sempre mais declivosa), a ocorrência de um horizonte B textural (com acúmulo de argila) e à grande diferença entre o percentual de argila dispersa em água entre os horizontes A e B e, em decorrência desses fatores em conjunto, à maior suscetibilidade à erosão.

³ Intemperismo é o processo resultante da ação de agentes como temperatura, umidade, insolação, exposição das rochas, entre outros, no decorrer do tempo, e que ocorre para decompor a rocha e como consequência induzir à formação de solos.

- **Latossolos**

São solos minerais em estágio avançado de desenvolvimento, profundos (mais de 2 m, no cômputo dos horizontes A e B, podendo alcançar até 10 m), e exatamente se caracterizam pelo grande desenvolvimento do horizonte sub-superficial (B), e neles, toda a seqüência de horizontes pode ser evidenciada, inclusive o horizonte C; são solos porosos e bem drenados, com baixo percentual de minerais primários e silte (devido ao estágio avançado dentro do processo de intemperismo), com elevado grau de resistência à erosão. Normalmente estão associados a relevos plano e suave ondulado (vide figura 4.1.4.2), mas podem ocorrer em relevo ondulado e forte ondulado.



Figura 4.1.4.2 - Paisagem regional – margem direita do rio Cantu – em primeiro plano Latossolo com uso atual lavoura motomecanizada (soja).

As principais unidades de mapeamento, correspondentes a classes de solo isoladas ou associadas existentes na bacia hidrográfica do rio Cantu, estão descritas na tabela 4.1.4.2 - Solos da Bacia Hidrográfica do rio Cantu, e representadas no mapa 4.1.4.1 - Solos da Bacia Hidrográfica do rio Cantu.

Tabela 4.1.4.2 - Solos da bacia hidrográfica do rio Cantu

Classe de solo predominante (*)	Unidade de mapeamento (*)	Descrição técnica	Ocorrência por margem do rio Cantu					
			Direita			Esquerda		
			Ordem	%	Área (ha)	Ordem	%	Área (ha)
Solos Litólicos	Re6	Associação SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A chernozêmico fase pedregosa floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado ambos textura argilosa	-	0,00	-	4°	3,41	10.082,05
	Re8	Associação SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS fase pedregosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + TERRA ROXA ESTRUTURADA DISTRÓFICA relevo ondulado ambos A moderado textura argilosa fase floresta subtropical subperenifólia	5°	3,50	10.345,29	2°	6,26	18.512,54
	Re9	Associação SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A chernozêmico relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + BRUNIZEM AVERMELHADO raso relevo forte ondulado ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia + TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado	1°	16,91	50.015,54	1°	19,70	58.253,34
Cambissolo	Ce	Associação CAMBISSOLO EUTRÓFICO Ta fase floresta subtropical subperenifólia substrato rochas eruptivas básicas + TERRA ROXA ESTRUTURADA DISTRÓFICA fase floresta subtropical perenifólia ambos A moderado textura argilosa relevo forte ondulado	-	0,00	-	5°	2,93	8.665,70
Terra Roxa Estruturada	TRd2	TERRA ROXA ESTRUTURADA DISTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado	10°	1,38	4.087,95	-	0,00	-
	TRd4	Associação TERRA ROXA ESTRUTURADA DISTRÓFICA fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado + LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato rochas eruptivas básicas todos A moderado textura argilosa	6°	2,68	7.931,90	6°	2,55	7.536,02

Tabela 4.1.4.2 - Solos da bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação)

Classe de solo predominante (*)	Unidade de mapeamento (*)	Descrição técnica	Ocorrência por margem do rio Cantu					
			Direita			Esquerda		
			Ordem	%	Área (ha)	Ordem	%	Área (ha)
Terra Roxa Estruturada (continuação)	TRe2	TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado	12°	1,34	3.958,86	10°	0,13	384,36
Latossolo	TRe4	TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA latossólica A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado	13°	0,86	2.529,33	9°	0,14	414,42
	LRa3	LATOSSOLO ROXO ÁLICO A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado	3°	4,68	13.846,23	-	0,00	-
	LRa5	LATOSSOLO ROXO ÁLICO A moderado textura argilosa fase cerrado e cerradão subtropical relevo suave ondulado e praticamente plano	7°	2,39	7.080,25	-	0,00	-
	LRd1	LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado	9°	1,94	5.736,09	-	0,00	-
	LRd5	LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado	2°	15,29	45.205,22	-	0,00	-
	LRd6	LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado	4°	4,60	13.595,54	3°	3,75	11.087,29
	LRe1	LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e praticamente plano	8°	2,10	6.203,85	8°	0,17	509,11
	LRe3	Associação LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO relevo suave ondulado + TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia	11°	1,35	3.985,68	7°	1,94	5.733,42
		TOTAIS		59,02	174.521,74		40,98	121.178,26

(*) LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ (EMBRAPA/IAPAR – 1984).

Pelo que se percebe na tabela 4.1.4.2, há uma clara diferenciação entre as margens direita e esquerda da bacia hidrográfica do rio Cantu, no tocante à ocorrência percentual entre as classes de solo principais.

Acompanhando a configuração global dos solos no mapa 4.1.4.1 - Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu, verifica-se que na margem esquerda predominam os Solos

Litólicos associados a Brunizem Avermelhado e Terra Roxa Estruturada e em menor proporção os associados apenas a Terra Roxa Estruturada.

Já na margem direita existe uma distribuição mais equilibrada entre as classes de solos com maior ocorrência (Solos Litólicos, Terras Roxas Estruturadas e Latossolos), predominantemente associados entre si.

Na área da bacia hidrográfica do rio Cantu existem solos com características químicas distintas, ocorrendo tanto os que possuem fertilidade natural alta, denominados eutróficos, os com baixa fertilidade natural, denominados distróficos e os denominados álicos, que possuem elevados níveis de alumínio trocável, o qual é tóxico à maioria das plantas cultivadas.

A partir das informações físico-químicas e técnicas acerca dos solos existentes, pode ser mais bem compreendido o seu estreito co-relacionamento com a aptidão agrícola. Com esse objetivo, na seqüência são apresentadas informações importantes a respeito dos principais solos da bacia hidrográfica do rio Cantu e que irão permitir, posteriormente, uma melhor compreensão dos aspectos de aptidão agrícola.

- Solos Litólicos

Unidade de mapeamento – Re9: são solos associados nos quais os Solos Litólicos e o Brunizem correspondem a solos rasos, sem capacidade de armazenamento de água e grande suscetibilidade à erosão, mas oriundos de rocha eruptiva básica que lhes conferiu elevado nível de fertilidade natural. Nessa associação aparece também Terra Roxa Estruturada Eutrófica, com características favoráveis ao cultivo, mas com limitação de declividade e alta suscetibilidade à erosão.

Unidade de mapeamento -Re8: difere basicamente da unidade de mapeamento Re9 por ser uma associação apenas com Terra Roxa Estruturada Distrófica, essa última com baixa fertilidade natural. Na figura 4.1.4.3 existe um perfil de solo típico da unidade Re9.

Unidade de mapeamento – Re6: também são solos associados nos quais os Solos Litólicos correspondem a solos rasos, sem capacidade de armazenamento de água e grande suscetibilidade à erosão, mas oriundos de rocha eruptiva básica que lhes conferiu elevado nível de fertilidade natural. Nessa associação aparece a Terra Roxa Estruturada Eutrófica a qual, apesar de ter melhores características físicas, tem ocorrência conjunta com os Solos Litólicos, o que limita seu uso para pastagem plantada.



Figura 4.1.4.3 - Perfil típico da unidade de mapeamento Re9 – associação de Solos Litólicos, Brunizem e Terra Roxa Estruturada.

- Cambissolo

Unidade de mapeamento - (Ce): são associações de solos na qual os Cambissolos Eutróficos possuem elevada fertilidade natural e a Terra Roxa Estruturada Distrófica possui baixa fertilidade natural, mas há grandes restrições ao uso agrícola intensivo devido ao relevo forte ondulado e à suscetibilidade à erosão ser elevada.

- Terra Roxa Estruturada

Unidade de mapeamento – TRd2: são solos que não apresentam limitações físicas ao uso com agricultura mecanizada, apenas apresentam baixa fertilidade natural.

Unidade de mapeamento - TRd4: associação de solos na qual existe pequena predominância da Terra Roxa Estruturada Distrófica (rampas inclinadas a muito inclinadas) em relação ao Latossolo Roxo Distrófico (suave ondulado a ondulado) e aos Solos Litólicos Eutróficos (relevo forte ondulado). O Latossolo e a Terra Roxa Estruturada basicamente tem baixa fertilidade natural, ao passo que os Solos Litólicos têm alta fertilidade natural, porém sérias restrições de ordem física para um bom aproveitamento com agricultura.

Unidade de mapeamento – TRe2: essa classe apresenta como maior limitação ao uso a elevada suscetibilidade à erosão, que pode ser controlada com práticas intensivas de conservação. São solos bem equilibrados em termos de nutrientes.

Unidade de mapeamento - TRe4: essa classe em especial tem características muito próximas à dos latossolos, mas com maior tendência e suscetibilidade à erosão. São solos bem equilibrados em termos de nutrientes e com muito eventuais impedimentos à motomecanização.

- Latossolo Roxo

Unidades de mapeamento - LRd1, LRd5 e LRd6: são solos profundos, sem problemas de drenagem e com boas condições de aeração, retenção de água e permeabilidade, basicamente diferindo entre si quanto ao relevo, de suave ondulado (LRd5) a ondulado (LRd6) e quanto aos requisitos para um bom manejo, desde práticas conservacionistas simples (LRd1 e LRd5) a práticas conservacionistas intensivas (LRd6) para conter processos erosivos. Possuem baixa fertilidade natural.

Unidades de mapeamento – LRa3 e LRa5: fisicamente são solos que não possuem limitações ao uso agrícola intensivo, desde que bem manejados. Sua principal limitação é no âmbito da fertilidade, pois possuem natural acidez elevada, associada a níveis elevados de alumínio trocável, tóxico para a maior parte das lavouras cultivadas.

Unidade de mapeamento - LRe1: são solos profundos, sem problemas de drenagem e com excelentes condições de aeração, retenção de água, permeabilidade e fertilidade, sendo considerados, mesmo em nível mundial, como um dos melhores solos para uso agrícola intensivo, basicamente tendo como maior defeito a deficiência natural quanto ao elemento nutritivo fósforo, facilmente corrigível mediante adubação química. Também são, a exemplo do Latossolo Roxo Distrófico, bastante resistentes à erosão.

Unidade de mapeamento – LRe3: associação de solos na qual existe pequena predominância de Latossolo Roxo Eutrófico em relação à Terra Roxa Estruturada Eutrófica, sendo que ambos são férteis; o Latossolo ocorre em relevo suave ondulado e a Terra Roxa Estruturada ocorre em declives mais acentuados, requerendo mais cuidados quanto a processos erosivos.

4.1.4.2 Aptidão Agrícola Regional

A aptidão agrícola dos solos é resultante da combinação de fatores intrínsecos e extrínsecos aos mesmos, ou seja, das suas características físico-químicas naturais e da associação de fatores ligados ao relevo, clima, latitude e altitude, assim como a interferência da biota local. Com base nos resultados combinados desses fatores foi realizado um estudo para indicação macro do uso potencial dos solos paranaenses, resultando no documento denominado Aptidão Agrícola do Estado do Paraná (MA/EMBRAPA/SNLCS, 1980), válido para analisar

as principais recomendações de uso em função das principais limitações naturais; outras recomendações podem ser realizadas em função das técnicas de uso e manejo do solo que se desenvolveram após a edição do estudo utilizado como base para o presente trabalho.

A aptidão agrícola permite otimizar o planejamento do uso do solo de determinada região, município, localidade, comunidade ou mesmo uma propriedade rural. Para um trabalho de planejamento agrícola, especificamente, vários seriam os parâmetros adotados para o perfeito enquadramento da aptidão agrícola e da recomendação de seu uso otimizado. Para o presente estudo é suficiente validar os componentes: Grupo, Subgrupo e Classes.

O Grupo basicamente indica o horizonte de limitação de uso, variando de 1 a 6, o que significa partir de terras sem limitações de qualquer natureza ao uso agrícola ou com discretas limitações, que não influenciam significativamente na capacidade de produção final (Grupo 1), até terras inaptas ao uso agro-silvo-pastoril e, portanto, restritas à proteção ambiental no seu estado natural (6). Os Grupos 1, 2 e 3 indicam uso agrícola potencial; o Grupo 4 indica uso potencial com pastagens; o Grupo 5 sugere uso com atividades de silvicultura e o Grupo 6 são terras inaptas ao uso agro-silvo-pastoril.

O Subgrupo é o resultado da avaliação conjunta do nível de manejo e a classe de aptidão. Especificamente para os Grupos 1, 2 e 3, são definidos três níveis de manejo – A, B e C – que diferem entre si pelo nível tecnológico aplicado na produção e pelo manejo do solo:

- nível A - as práticas agrícolas refletem baixo nível tecnológico, sem aplicação de recursos financeiros, de práticas conservacionistas e de melhoria do solo, dependendo basicamente do trabalho braçal;
- nível B - reflete práticas agrícolas com nível tecnológico médio e com trabalhos basicamente associados à mecanização à tração animal; e,
- nível C - há um alto padrão de aplicação de recursos financeiros, tecnológicos, de resultados de pesquisas, com mecanização tratorizada.

Para o Grupo 4 o Subgrupo associa a Classe de aptidão para pastagens plantadas. Para o Grupo 5 o Subgrupo associa a Classe de aptidão para silvicultura e pastagem natural; finalmente, para o Grupo 6, por indicar áreas de proteção ambiental no seu estado natural, Grupo e Subgrupo são coincidentes, uma vez que não há Classe de aptidão descrita para tal.

As Classes de aptidão basicamente qualificam o uso, sendo adjetivadas através dos termos: boa (em letra maiúscula), regular (em letra minúscula), restrita (minúscula e entre parêntesis) ou inapta (sem letra qualificando) para cada tipo de utilização proposta.

Considerando o acima exposto foram classificados os solos em termos de aptidão agrícola conforme a seguir⁴, e cuja distribuição espacial pode ser verificada no mapa 4.1.4.2 – Aptidão Agrícola dos Solos da Bacia Hidrográfica Rio Cantu:

- 3(ab): terras aptas ao cultivo de 1 ciclo de lavoura anual na classe restrita para ambos os níveis de manejo considerados (A e B). A aptidão ora analisada está diretamente ligada às unidades de mapeamento Re6, Re8 e Re9 (associações de Solos Litólicos com Terra Roxa Estruturada, sendo que Re9 também está associada a Brunizem Avermelhado); a Terra Roxa Estruturada tem características físicas mais favoráveis para aproveitamento agrícola em comparação com os Solos Litólicos, rasos e pedregosos, e com o Brunizem, igualmente raso;
- 2"ab: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, mas na classe regular para os níveis de manejo A e B, sendo que existe uma classe de solo dentro da unidade de mapeamento atrelada a essa aptidão agrícola que possui aptidão inferior à proposta. A aptidão ora analisada está diretamente ligada à unidade de mapeamento Ce (associação Cambissolos e Terra Roxa Estruturada), e apesar da Terra Roxa ter melhores características físicas, dada a sua baixa fertilidade natural é a que possui aptidão mais restritiva ao manejo proposto;
- 2"(a)bc: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, na classe restrita para o nível de manejo A e regular para os níveis de manejo C. A aptidão ora analisada está diretamente ligada à unidade de mapeamento LRa5 (Latosolo Roxo Álico); fisicamente LRa5 corresponde a solos sem restrições de ordem física à mecanização intensiva, mas as restrições naturais de ordem química (fertilidade) acabaram por restringir sua aptidão, pelos critérios adotados pela EMBRAPA/IAPAR;
- 2"(b)c: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, na classe restrita para o nível de manejo B e regular para o nível de manejo C. A aptidão ora analisada está diretamente ligada à unidade de mapeamento LRa5 (Latosolo Roxo Álico); fisicamente LRa5 corresponde a solos sem restrições de ordem física à mecanização intensiva, mas

⁴ Na classificação obtida é necessário explicar, complementarmente, que o símbolo " significa que a terra é apta ao cultivo de 2 ciclos de lavouras anuais; sublinhado contínuo quer dizer que existe uma classe de solo com menos restrição que a predominante e sublinhado descontinuo quer dizer que existe uma classe de solo com maiores restrições que a predominante.

as restrições naturais de ordem química (fertilidade) acabaram por restringir sua aptidão, pelos critérios adotados pela EMBRAPA/CIAT;

- 1^oABC: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, na classe boa para os três níveis de manejo – A, B e C. A aptidão ora em análise está atrelada às unidades de mapeamento TRe4, LRe3, TRe2 e LRe1;
- 1^oaBC: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, na classe boa para os níveis de manejo B e C e na classe regular para o nível de manejo A. A aptidão ora em análise está atrelada às unidades de mapeamento LRd5, LRd1 e TRd2;
- 1^oaBc: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, na classe boa para o nível de manejo B e na classe regular para os níveis de manejo A e C. A aptidão ora em análise está atrelada à unidade de mapeamento LRd6;
- 1^oaBc: terras aptas ao cultivo de 2 ciclos de lavoura anual, na classe regular para os níveis de manejo A e C e boa para o nível B. A aptidão em foco está atrelada à unidade de mapeamento TRd4, que abrange associação de Terra Roxa Estruturada com Latossolo Roxo e Solos Litólicos. Nessa unidade de mapeamento existe uma classe superior (o Latossolo) à que denomina a unidade de mapeamento (Terra Roxa Estruturada) e que ocorre em menor quantidade e que a mesma, e outra classe de solo inferior (Solos Litólicos) à que denomina a unidade de mapeamento, também ocorrendo em menor quantidade;

A partir do que já foi exposto acima pode ser atestado o estreito co-relacionamento entre classe de solo e aptidão agrícola, o que pode ser visualizado comparando os resultados obtidos no mapa 4.1.4.1 – Solos da Bacia Hidrográfica Rio Cantu e no mapa 4.1.4.2 – Aptidão Agrícola dos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu.

4.1.4.3 Uso Atual e Cobertura Vegetal Regional

O uso atual das terras de determinada região normalmente reflete as características físico-químicas dos solos e sua conseqüente aptidão agrícola, mas também é condicionado por aspectos históricos de sua ocupação, aspectos culturais da população que nela viveu e ainda vive, abrangência e efetividade da assistência técnica, incentivos à recuperação, adequação e conservação dos solos e ao mercado. Para a determinação do uso atual da bacia hidrográfica do rio Cantu foram utilizados dados secundários e a partir de visitas em campo os mesmos foram ajustados de maneira expedita.

Além dos conceitos de bacia, será considerado para efeito de comentários da seqüência o termo entorno imediato, o que abrange áreas localizadas nas imediações do rio Cantu até uma distância aproximada de 6 km, permitindo caracterizar mais apropriadamente o local das imediações do rio, em relação ao restante da bacia. Isso é válido principalmente para diferenciar situações ocorrentes na margem direita, pois os solos modificam suas características físicas de maneira importante, à medida que se distanciam do rio em direção aos divisores da bacia e restante das áreas dos municípios que formam a bacia naquela margem.

Em termos de agricultura, o que predomina na margem direita do rio Cantu são lavouras de soja, milho, feijão, algodão e arroz de sequeiro. Por diversas oportunidades foi possível verificar que é usual na região do entorno do rio Cantu a prática de 2 safras de verão (milho/soja). O trigo ainda é plantado na região, mas numa área bem inferior a soja e milho. Existem diversas propriedades médias e grandes com solos aptos ao cultivo intensivo com agricultura mecanizada e que cujo uso atual é pastagem. Em termos de análise do solo existente e de sua aptidão, pode ser inferido que as mesmas estão sendo sub-utilizadas, mas o uso atual pasto acaba por se traduzir em maior rentabilidade média, segundo os produtores regionais. Existe uma tendência em que áreas de agricultura mecanizada sejam substituídas por pastagem em curto e médio prazo, se a vantagem econômica comparativa do gado em relação à lavoura continuar. As pastagens mais utilizadas são o brizantão e a estrela-africana.

Existem áreas de pasto em terreno com elevada declividade, as quais deveriam estar cobertas com vegetação nativa. As áreas de mata predominam em trechos dos divisores de água (onde os solos são pedregosos e não permitem mecanização), em trechos de proteção de brotação de aguadas e nos arredores de córregos e em propriedades abandonadas.

Existem algumas lavouras esparsas de café na área da bacia (margem direita do rio Cantu) e do entorno imediato do rio Cantu, também na margem direita.

Na margem esquerda da bacia hidrográfica do rio Cantu os solos são predominantemente ocupados com pastagens não mecanizadas, o que em princípio tende a ser racional, pois são solos pedregosos e declivosos. Não existe significativa diferenciação do solo à medida que se afasta do leito do rio Cantu em direção às sedes municipais e demais áreas dos municípios que compõem a bacia, como ocorre na margem direita. Não raramente existem situações onde a declividade seria restritiva até mesmo para uso com pastagem, e deveria ter sido preservada a vegetação natural. A figura 4.1.4.4 mostra uma paisagem típica regional.



Figura 4.1.4.4 - Paisagem típica da bacia do rio Cantu – margem esquerda e também parte da margem direita – Solos Litólicos com relevo forte ondulado a montanhoso, uso atual pastagem e áreas de preservação da vegetação natural.

Ainda nessa margem esquerda da bacia hidrográfica do rio Cantu existem manchas isoladas de solo que permitem a prática de agricultura mecanizada, normalmente no topo mais aplainado de divisores de aguadas e em baixadas às margens de rios, sendo que nessas circunstâncias a soja é a lavoura utilizada. Em algumas áreas de encostas o cultivo do milho é feito, muitas vezes em áreas de pasto dessecado com herbicida, sendo que ao término do ciclo da cultura percebe-se a quase reocupação do terreno com pasto (principalmente quando é estrela-africana).

O gado predominante na bacia hidrográfica do rio Cantu é o zebuíno e as pastagens usuais são o brizantão e a estrela-africana.

Da análise de todas as informações técnicas obtidas para solos, aptidão agrícola e o uso atual, foi possível editar a tabela 4.1.4.4, onde inclusive se descrevem as principais recomendações de manejo dos solos da bacia.

Tabela 4.1.4.4 – Classe de solo, aptidão agrícola e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Cantu

Classe de solo predominante	Unidade de mapeamento	Aptidão Agrícola Principal	Principais Recomendações de Manejo do Solo	Uso Atual do Solo (predominante)
Solo Litólico	Re9	Lavouras anuais, fruticultura e preservação do ambiente natural (em encostas com elevada declividade) e pasto.	As lavouras devem ser mecanizadas a tração animal e, na maior parte, manuais. Deve haver um manejo adequado para garantir contínua cobertura do solo. Para a fruticultura, em especial, e pastagens, deve haver adubação fosfatada.	Pastagem (predominante), agricultura não mecanizada e vegetação secundárias em diversos estágios de regeneração
	Re8	Lavouras anuais, fruticultura e preservação do ambiente natural (em encostas com elevada declividade) e pasto.	As lavouras devem ser mecanizadas a tração animal e, na maior parte, manuais. Deve haver um manejo adequado para garantir contínua cobertura do solo. Para a fruticultura, em especial, e pastagens, deve haver adubação fosfatada.	Pastagem (predominante), agricultura não mecanizada e vegetação secundária em diversos estágios de regeneração
	Re6	Lavouras anuais, fruticultura e preservação do ambiente natural (em encostas com elevada declividade) e pasto.	As lavouras devem ser mecanizadas a tração animal e, na maior parte, manuais. Deve haver um manejo adequado para garantir contínua cobertura do solo. Para a fruticultura, em especial, e pastagens, deve haver adubação fosfatada.	Pastagem (predominante), agricultura não mecanizada e vegetação secundária em diversos estágios de regeneração
Cambissolo	Ce	Agricultura não mecanizada na classe regular para os níveis de manejo A e B (e inapta para o C), pasto, fruticultura e preservação do ambiente natural (em encostas com elevada declividade)	As lavouras podem ser mecanizadas a tração animal ou motomecanizadas, mas com manejo dificultado pela presença de rochas aflorando no terreno. O plantio deve ser em nível, deve haver calagem e adubação para elevação dos níveis de fertilidade. No caso de uso com pastagem ou fruticultura, é recomendado, no mínimo, adubação fosfatada.	Pastagem, agricultura não mecanizada e eventualmente motomecanizada (em relevo plano a ondulado) e vegetação secundária em diversos estágios de regeneração
Terra Roxa Estruturada	TRd2	Lavouras anuais motomecanizadas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, terraceamento em nível e plantio direto. É recomendável o uso de adubação verde e orgânica	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	TRd4	Lavouras anuais, em especial as mecanizadas a tração animal, pasto e preservação do ambiente natural (em encostas com elevadas declividade)	Nas áreas aptas a agricultura mecanizada, calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, terraceamento em nível e plantio direto, além de adubação verde e orgânica. No caso de uso com pastagem e fruticultura, é indicada minimamente a calagem e a adubação fosfatada.	Lavouras anuais mecanizadas e não mecanizadas, pastagem e mata secundária
	TRe2	Lavouras anuais motomecanizadas	Terraceamento em nível e plantio direto, além de adubação verde e orgânica.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	TRe4	Lavouras anuais motomecanizadas	Plantio direto em nível, além de adubação verde e orgânica.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRa5	Lavouras anuais mecanizadas, com restrições naturais de ordem química e não físicas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, terraceamento e plantio em nível.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRa5	Lavouras anuais mecanizadas, com restrições naturais de ordem química e não físicas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, terraceamento e plantio em nível.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
Latossolo	LRd1	Lavouras anuais motomecanizadas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, plantio direto em nível. É recomendável o uso de adubação verde e orgânica	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRd5	Lavouras anuais motomecanizadas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, plantio direto em nível. É recomendável o uso de adubação verde e orgânica	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRd6	Lavouras anuais mecanizadas	Calagem e adubação para adequação do nível de fertilidade, terraceamento em nível e plantio direto. É recomendável o uso de adubação verde e orgânica	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRe1	Lavouras anuais motomecanizadas	Plantio direto em nível, além de adubação verde e orgânica.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem
	LRe3	Lavouras anuais motomecanizadas	Plantio direto em nível, além de adubação verde e orgânica.	Lavouras anuais motomecanizadas, pastagem

- **Principais conclusões em nível de bacia hidrográfica**

- Os solos predominantes em termos de bacia hidrográfica são os Solos Litólicos associados a Terra Roxa Estruturada, principalmente, e Latossolos.
- No entorno imediato, na margem direita do rio Cantu, os Solos Litólicos também predominam mas, nessa margem, à medida que se afasta do rio em direção às cidades (Roncador, Nova Cantu e Campina da Lagoa) os solos tendem a melhorar, até que se encontrem Latossolos e Terra Roxa Estruturada, ambos permitindo o pleno desenvolvimento de agricultura mecanizada, às vezes com alguns cuidados conservacionistas (terraços de base larga em nível, calcariação, adubação verde e plantio direto) e em outras até mesmo sem terraceamento. Já na margem esquerda do rio Cantu predominam os Solos Litólicos praticamente em toda a área da bacia, tendo como principal uso atual pastagem.
- Dentre as lavouras predominantes na margem direita do rio Cantu estão a soja, o milho, o feijão, o algodão e o arroz. Na margem esquerda as lavouras mais encontradas são de milho e soja, confinadas a alguns trechos de encostas e divisores de aguadas ou pequenas planícies às margens de rios. Existem poucas lavouras de café na região do entorno imediato do rio Cantu. As áreas de mata predominam em locais de preservação de aguada e em algumas poucas propriedades sem exploração, provavelmente inventários não resolvidos ou pessoas com alguma preocupação preservacionista.
- Existe potencialidade para produção de muitas espécies de frutas na região, cujo clima tem influência subtropical e tropical, mas não há uma política especificamente voltada para esse fim.
- Grande parte dos solos da bacia têm fertilidade natural elevada, mas ocorrem manchas de solos com baixa fertilidade natural.
- Em termos gerais o uso atual das terras da bacia hidrográfica é com lavouras anuais e pastagens plantadas. Existem circunstâncias que, em nível geral, dada a aptidão natural das terras e à tecnologia de produção aplicada, não são incompatíveis, mas com alguma tendência à sub-utilização de ordem técnica, como é o caso de áreas com pastagem em Latossolo, em especial.
- Existem situações nas quais os Solos Litólicos, principalmente, apesar de não estarem perfeitamente enquadradas como sendo sobre-utilizados, ocorrem em encostas com declividade acima de 45°, e não está sendo preservada a vegetação natural da região,

mas há pasto implantado, principalmente estrela-africana e brizantão. Essa situação é mais freqüente na margem esquerda da bacia do rio Cantu, pois ali os Solos Litólicos predominam e são ocupados com pastagem. É exatamente esse fato o que mais chama a atenção em termos de solos existentes, aptidão agrícola e uso atual: uma significativa extensão de áreas com Solos Litólicos (unidades de mapeamento Re8 e Re9) que deveriam estar com sua vegetação natural preservada em função da declividade do terreno, e que estão sendo utilizados com pastagem e, em menor proporção, com lavouras manuais. (vide figura 4.1.4.5).



Figura 4.1.4.5 - Rio Cantu – vista de encostas declivosas com pasto implantado (ao fundo) e que deveriam estar com a vegetação natural preservada.

4.1.4.4 Pedologia, aptidão agrícola e uso atual das terras da área de influência direta

Para o estudo do solo da área de influência direta (AID) com a implantação da PCH Plena Energia I, foram utilizados materiais de apoio em escritório (fotografias aéreas e plantas plani-altimétricas) para análise global da área e planejamento das verificações em campo. Em escritório, num primeiro momento, foram identificados padrões de exploração das terras (uso atual), os quais se constituem num excelente indicativo das limitações das terras de determinada região. Como a colonização da região ocorreu mais acentuadamente na década de 1970/80, o uso atual dos solos já tende a indicar em nível macro quais as limitações naturais porventura existentes.

A margem direita do rio Cantu, no trecho do reservatório projetado para o empreendimento é mais bem servida de estradas vicinais, e ainda assim para acessar determinados locais é necessário percorrer distancias consideráveis no entorno imediato, pois não há continuidade de estradas ao longo do rio.

Foram percorridos trechos de propriedades afetadas para verificação dos solos predominantes, relevo, e verificando como está atrelado o seu potencial de uso e o uso atual, assim como as principais condicionantes naturais que influenciaram a população quanto ao uso adotado.

- **Solos**

Na área de influência diretamente (AID) a situação global de ocorrência dos solos difere da bacia hidrográfica em termos de diagnóstico geral, pois as classes de solos em ambas as margens do rio Cantu tendem a ser mais semelhantes entre si. O solo predominante é o Solo Litólico, ocorrendo em associação com Brunizem e Terra Roxa Estruturada. Os solos Brunizem e Terra Roxa Estruturada têm características físicas mais apropriadas para o cultivo de lavouras anuais, apesar dos primeiros serem rasos, mas ocorrem de maneira irregular e o mosaico formado com Solos Litólicos dificulta a exploração da unidade como um todo; exceção é feita a algumas áreas onde esses componentes (Brunizem ou Terra Roxa Estruturada) ocorrem em manchas maiores, ou também em pequenos e muito eventuais trechos em que ocorre Solo Litólico em relevo plano a suave ondulado, com horizonte A espesso o suficiente para o plantio mecanizado. As características dos solos existentes na área de influência direta são as mesmas das unidades de mapeamento já descrito para a bacia, inclusive quanto ao relevo. Em muitos trechos da AID, entorno imediato e bacia existem blocos de rocha (basalto) aflorando nas encostas (vide figura 4.1.4.6).



Figura 4.1.4.6 - Área do entorno imediato do rio Cantu – Solo Litólico com uso atual predominantemente pasto. Notar blocos de basalto aflorando na encosta, a qual deveria estar com a mata nativa preservada.

Depósitos aluvionares são ocorrentes em pontos localizados do rio Cantu, como decorrência de deposição no decorrer do tempo de material oriundo da erosão nos solos, e que é carregado pelas águas, formando bancos (ilhas). Essas ilhas do rio Cantu predominantemente se formaram como consequência da fixação direta de plantas sobre o leito rochoso e que, após estabelecimento, passaram também a reter parte do solo erodido na bacia, formando os locais de depósitos aluvionares.

Existem outros pontos, também localizados, onde o solo desenvolvido em relevo suave ondulado a ondulado tem melhores características físicas quanto a permeabilidade, porosidade, pedregosidade e profundidade efetiva; nesses locais houve, ainda, erosão na encosta, e deposição nas partes mais baixas do terreno, assim como também ocorreu a deposição sistemática de material carregado com as águas durante enchentes, melhorando mais as características físicas dos solos daqueles locais, conferindo-lhes características colúvio–aluvionares. Apesar de ocorrerem em pontos localizados são representativos se analisados no âmbito das propriedades rurais nas quais ocorrem, pois não possuem limitações ao uso com agricultura mecanizada.

Para efeito de mapeamento serão considerados basicamente os padrões já anteriormente estabelecidos para o diagnóstico da bacia, sendo que localmente o que predomina não são classes de solos isoladamente, mas sim uma associação de solos (Solos Litólicos, Brunizem e Terra Roxa Estruturada). Sempre que ocorrem associações, as limitações ao uso tendem

a ser as mais restritivas da pior classe; no caso, predominantemente são os Solos Litólicos que restringem o uso global da unidade.

Seguindo a metodologia de apresentação de dados válidos para a bacia do rio Cantu, os solos ocorrentes na área de influência direta estão descritos na tabela 4.1.4.5– Solos da área de influência direta da PCH Plena Energia I. No mapa 4.1.4.3 – Solos da AID, é possível visualizar a ocorrência predominante em campo.

Foi procurado manter as descrições das unidades de mapeamento já consideradas para a área da bacia, a fim de padronizar as informações.

Tabela 4.1.4.5 – Solos da área de influência direta pela PCH Plena Energia I

Margem do rio	Unidade de Mapeamento (*)	Classe de solo predominante	Descrição técnica	Ordem de ocorrência	
				Na bacia do rio Cantu	Na AID da PCH
Esquerda	Re9	Solo Litólico	Associação SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A chenzêmico relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + BRUNIZEM AVERMELHADO raso relevo forte ondulado ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia + TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado	1º	1º
	TRe2 (**)	Terra Roxa Estruturada	TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo plano a suave ondulado	10º	2º
Direita	Re9	Solo Litólico	Associação SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A chenzêmico relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + BRUNIZEM AVERMELHADO raso relevo forte ondulado ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia + TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado	1º	1º
	TRe2 (**)	Terra Roxa Estruturada	TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo plano a suave ondulado	12º	2
Ilhas	Az (***)	Depósito Aluvionar	Depósitos aluvionar textura argilosa relevo plano a suave ondulado fase floresta tropical perenifólia		

(*) Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (EMBRAPA/IAPAR – 1984);

(**) Solo semelhante à essa unidade de mapeamento descrita pela EMBRAPA/IAPAR (1984), mas diferindo o relevo, plano a suave ondulado, ao invés de ondulado (como na unidade TRe2 descrita pela EMBRAPA/IAPAR) e que, em algumas propriedades, sofreu adicionalmente influência pela deposição de materiais colúvio-aluvionares;

(***) Unidade de mapeamento não descrita no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (EMBRAPA/IAPAR – 1984), com convenção específica para o presente trabalho, resumindo as características mais importantes.

- **Aptidão agrícola**

Relembrando, na tabela 4.1.4.1 – Percentual de declividade considerados para a classificação do relevo, estão delimitados os intervalos das classes de relevo consideradas para os solos em estudo.

Para os solos da área de influência direta estaremos diferenciando a aptidão agrícola, em relação à bacia, pois o estudo é mais detalhado e podemos estabelecer um aproveitamento mais apurado. Em contraponto, a partir do exposto para a área de influência direta, dados poderão ser extrapolados para os solos coincidentes na bacia.

Para ambas as unidades de mapeamento de solos identificadas na área de influência direta, cujas similaridades foram acima expostas no item Solos, a declividade será considerada o fator que diferencia o potencial de uso. Na tabela 4.1.4.6 – Aptidão agrícola dos solos da área de influência direta, pode se ter idéia do potencial inerente a cada solo identificado.

Tabela 4.1.4.6 – Aptidão agrícola dos solos da área de influência direta

Unidade de mapeamento	Solo correspondente	Faixa de declividade (%)	Aptidão agrícola principal (*)
Re9	Associação de Solos Litólicos + Brunizem + Terra Roxa Estruturada	0 ≤ 20	Agricultura não mecanizada
		20 ≤ 30	Pastagem / agricultura não mecanizada
		30 ≤ 45	Fruticultura
		Maior que 45	Preservação permanente
TRe2	Terra Roxa Estruturada	0 ≤ 20	Agricultura mecanizada
Az	Depósitos aluvionares (ilhas)	0 ≤ 20	Preservação permanente

Obs.: (*) Sempre em termos de aptidão agrícola será descrito agricultura como tecnicamente mais apropriado nas melhores áreas de cada unidade de mapeamento o que não significa ser a melhor opção em termos econômicos, pois irá depender do mercado.

No mapa 4.1.4.4 – Aptidão Agrícola dos Solos da AID, tem-se uma idéia da aptidão agrícola não só da área de influência direta, devidamente destacada pelas cotas de alagamento e faixa de proteção, mas também de áreas restituídas além desses limites.

- **Uso atual**

A partir da restituição aerofotogramétrica da área de influência direta foi elaborado o mapa 4.1.4.5 – Uso Atual e Cobertura Vegetal da AID. Os usos dos solos existentes tanto na área de influência direta quanto no entorno imediato são os apontados na tabela 4.1.4.7 – Uso atual e cobertura vegetal da área de influência direta.

O uso do solo para benfeitorias abrange casas, paióis, pequenas benfeitorias de apoio, cercas e trechos de estrada.

Tabela 4.1.4.7 – Uso atual e cobertura vegetal da área de influência direta - AID

Uso atual	Área (ha)	Ocorrência (%)
Matas (*)	336,43	41,90
Pasto	289,82	36,10
Agricultura	30,22	3,76
Macega	103,83	12,93
Capoeira	39,67	4,94
Outros usos (incluindo benfeitorias)	2,92	0,36
TOTAL	802,89	100,00

(*) Nesse total estão inseridas as áreas das ilhas, e também partes de invernadas utilizadas pelo gado, que muitas vezes se constituem em áreas de pasto com vegetação arbórea, permitindo a análise também de que pasto é predominante em relação aos outros usos do solo.

Apesar dos dados obtidos na tabela 4.1.4.7, há comentários acerca dos solos, e do seu uso, para a área do entorno imediato, tanto em termos dos remanescentes das propriedades atingidas quanto da região como um todo.

Existem pomares caseiros nas proximidades das sedes das propriedades, na maior parte constituídos de plantas cítricas (em especial laranjeiras e limoeiros).

Os pastos existentes na AID e entorno imediato são: estrela africana, brizantão, coloninho/colonião, napier e setária. Os que mais predominam são estrela-africana e brizantão, com tendência de brizantão ser maciçamente plantado em substituição à estrela africana, pois tem maior capacidade de suporte durante o inverno e mesmo depois de geada.

Um dos pontos que é importante destacar nesse estudo é a criação de gado bovino e ovino na AID do empreendimento. Esse tipo de gado pode ser hospedeiro da *Fasciola hepatica*, verme causador da fasciolose em animais e no homem, como consequência da instalação desse verme no fígado. A *Fasciola hepatica*, para completar seu ciclo, depende de infestar seu hospedeiro intermediário, um molusco (caramujo) de água doce chamado *Lymnaea columella*, para então se deslocar para plantas de regiões alagadas ou de banhados, que serão comidas pelo gado, infestando-o e retomando o ciclo. É importante certificar-se da existência do molusco (caramujo) na região, e da própria *Fasciola hepatica*, também conhecida por baratinha das águas, já a partir da fase de construção do empreendimento, pois o reservatório pode potencializar o problema, se ele existir.

Outro aspecto facilmente notado ao longo das margens do rio Cantu e da maioria de seus tributários é a estreita, e às vezes inexistente, faixa de vegetação ciliar.

Nas bordas das lavouras existentes foi possível notar a existência de embalagens de defensivos agrícolas imprópriamente jogados e também lixo doméstico em pequena quantidade mas deixado em pontos aleatórios.

- **Discussão de resultados na AID e entorno imediato**

Em ambas as margens do rio Cantu, no trecho afetado diretamente pelo empreendimento em apreço, a seqüência de ocorrência relativa de solos é a mesma, com predominância da associação de Solos Litólicos (Re9) sobre a Terra Roxa Estruturada (TRe2), reiterando a posição relativa existente no total da bacia do rio, onde os Solos Litólicos predominam sobre as demais classes de solos, e de maneira maciça na margem esquerda do rio Cantu.

Na associação Re9 existem solos desde rasos a medianamente profundos (até mais de 5 metros), com predominância dos rasos, e a condicionante do relevo sempre tendendo de ondulado a montanhoso, e mesmo nas vertentes mais suaves existe a presença constante de pedras, blocos de rocha basáltica aflorando e afloramento de rochas (lajes), característica típica de Solos Litólicos.

A Figura 4.1.4.7 ilustra área onde ocorrem solos com características próprias para desenvolvimento de agricultura mecanizada e com influência da deposição de materiais colúvio-aluvionares, nas proximidades da foz do rio Azul, com parte do uso atual sendo agricultura (milho e algodão) e parte pastagem.



Figura 4.1.4.7 – Região da foz do rio Azul, margem direita do rio Cantu – terreno motomecanizável e com uso atual em parte com pasto e em parte com lavouras.

A aptidão agrícola dos solos é consequência das principais características físico-químicas dos mesmos, assim como de fatores que não dependem diretamente da natureza físico-química, tais como altitude e latitude. Os principais atributos que condicionam a aptidão são: profundidade efetiva do horizonte superficial (horizonte A), no qual as raízes das culturas e plantas existentes em determinada região (vegetação nativa) se desenvolvem na prática; fertilidade natural; textura; pedregosidade; declividade; estrutura do solo; permeabilidade. Levando em consideração as informações de solos, aptidão agrícola e uso atual foi elaborada a tabela 4.1.4.8, onde também são destacadas as principais informações de recomendações para o bom manejo dos solos da área de influência direta - AID.

Tabela 4.1.4.8 – Classe de solo, aptidão agrícola e uso do solo da Área de Influência Direta.

Unidade de mapeamento	Aptidão Agrícola Principal	Uso Atual do Solo (predominante)	Principais Recomendações de Manejo do Solo
Re9 (associação de Solos Litólicos + Brunizem + Terra Roxa Estruturada)	Preservação do ambiente natural, nas partes mais declivosas (acima de 45%). Para as áreas abaixo dessa declividade pode haver agricultura não mecanizada, pastagem ou fruticultura.	Pastagem plantada, agricultura não mecanizada e Preservação permanente	Para as áreas com declividade acima de 45% não há uso recomendado. Para as com declividade entre 30 e 45% o uso recomendado é fruticultura (por exemplo – citrus e uva); áreas com declividade entre 20 e 30% o uso ideal é pastagem; agricultura deveria ser praticada nas áreas com menos de 20% de declividade, dadas as características físicas dos solos. Para todos os usos propostos deve haver pouco revolvimento do solo, plantio em nível, manejo de palhada. Em todos os usos, que não preservação permanente da vegetação natural, deve haver correção dos níveis de fósforo e adubação preferencialmente verde e/ou orgânica.
TRd5 (associação de Terra Roxa Estruturada + Solos Litólicos + Cambissolo)	Preservação do ambiente natural, nas partes mais declivosas (acima de 45%). Para as áreas abaixo dessa declividade pode haver agricultura mecanizada, pastagem ou fruticultura.	Pastagem plantada, agricultura mecanizada e Preservação permanente	Para as áreas com declividade acima de 45% não há uso recomendado. Para as com declividade entre 30 e 45% o uso recomendado é fruticultura (por exemplo – citrus e uva); áreas com declividade entre 20 e 30% o uso ideal é pastagem; agricultura pode ser praticada nas áreas com menos de 20% de declividade, mas podendo se estender até 30%. Para os usos propostos deve haver plantio em nível e manejo de palhada. Em todos os usos, que não preservação permanente da vegetação natural, deve haver correção dos níveis de fósforo e adubação preferencialmente verde e/ou orgânica.
Az (depósitos aluvionares - ilhas)	Preservação permanente da vegetação natural	Não há	Não há

- **Principais Conclusões sobre Solos, Aptidão Agrícola e Uso Atual na AID, no entorno imediato e em nível de bacia hidrográfica**

As principais conclusões acerca dos solos na área de influência direta, em termos absolutos ou em comparação ao entorno imediato e bacia hidrográfica do rio Cantu, bem como de sua aptidão agrícola e uso atual, podem ser destacadas abaixo:

- Os solos em ambas as margens do rio Cantu, tanto na AID quanto no seu entorno imediato predominam os Solos Litólicos, normalmente rasos e com elevada pedregosidade; em nível de bacia os Solos Litólicos são também os que mais ocorrem, mas na margem direita do rio Cantu existe uma distribuição mais equilibrada entre Solos Litólicos e solos motomecanizáveis (Terras Roxa Estruturadas e Latossolos);
- Ao longo das margens do rio Cantu e da maioria de seus tributários faixa de vegetação ciliar existente é estreita. As áreas de mata predominam em trechos dos divisores de água (onde os solos são pedregosos e não permitem mecanização), em trechos de proteção de brotação de aguadas e nos arredores de córregos, em propriedades abandonadas ou que já se constituem em reserva legal; a implantação da uma faixa de proteção do reservatório, independentemente da sua largura, irá ligar grande parte dos remanescentes de mata existentes, criando um corredor biológico importante para a fauna local, em especial espécies carnívoras, hoje confinadas a capões esparsos (vide figura 4.1.4.8);



Figura 4.1.4.8 - AID e entorno imediato – Solos Litólicos com uso atual predominante pasto. Notar ao fundo que existem áreas com vegetação em estágio inicial a intermediário de regeneração e que podem vir a ser unidas pela faixa de proteção do reservatório. Em primeiro plano bloco de rocha que caiu da encosta no leito da estrada pela falta de vegetação protetora (mata).

- As essências nativas importantes em nível regional (imbuia, pinheiro-brasileiro, ipês, perobas, angico, pau-marfim, canjarana, cedro, cerejeira) foram totalmente exploradas durante o processo de ocupação da região, e hoje remanescem poucos locais com mata secundária em processo avançado de regeneração;
- Levando em conta as particularidades físicas dos solos e o relevo, principalmente, é recomendável o uso com preservação permanente da vegetação natural nas áreas com declividade acima de 45%;
- Na região como um todo, em especial nas áreas com solos pedregosos e declividade média (em torno de 30 a 45%), abundantes em nível de bacia hidrográfica, poderia haver projetos de produção de frutas (citrus e uva, por exemplo);
- As lavouras predominantes na bacia hidrográfica do rio Cantu são as de ciclo anual, em especial soja e milho; em menor escala há: feijão, algodão e arroz de sequeiro; muitas vezes são viabilizadas 2 safras de verão (milho/soja); o plantio de trigo é pouco, comparando às áreas cultivadas com lavouras de verão; poucas lavouras de café existem na margem direita da bacia hidrográfica do rio Cantu, principalmente;
- Nas bordas das lavouras existentes na AID e entorno imediato foi possível notar a existência de embalagens de defensivos agrícolas imprópriamente dispostos;
- As águas do rio Cantu e dos tributários apresentavam turbidez baixa nos dias das vistorias em campo, coincidindo com período no qual os rios estavam bem abaixo do nível normal; esse fato em si não obrigatoriamente indica baixos níveis de erosão, apesar do pouco revolvimento de solo nas áreas de pastagem da região;
- Os principais pastos plantados são, tanto em nível de bacia quanto da AID: estrela-africana, brizantão, colômbio/colômbio, napier e setária. Há uma clara tendência do brizantão ser maciçamente cultivado em substituição à estrela africana, devido à sua maior capacidade de suporte para o gado, mesmo após geadas. Na verdade poderia ser apenas descrito como existentes na região a estrela-africana e o brizantão, dada a sua dominância quase absoluta em termos de área;
- Um dos pontos que é importante destacar nesse estudo é a criação de gado bovino e ovino na AID do empreendimento. Esse tipo de gado pode ser hospedeiro da *Fasciola hepatica*, verme causador da fasciolose em animais e no homem, como consequência da instalação do verme no fígado. A *Fasciola hepatica*, para completar seu ciclo, depende de infestar seu hospedeiro intermediário, um molusco (caramujo) de água doce chamado *Lymnaea columella*, para então se deslocar para plantas de regiões alagadas ou de banhados, que serão comidas pelo gado, infestando-o e

retomando o ciclo. É importante certificar-se da existência do molusco (caramujo) e da própria *Fasciola hepatica*, também conhecida por baratinha da águas, na região a partir da fase de construção do empreendimento, pois o reservatório pode potencializar o problema, se ele já existir;

- Na margem direita do rio Cantu, predominantemente, na AID, no entorno imediato e em nível de bacia (em direção às sedes municipais de Roncador, Nova Cantu e Campina da Lagoa), e às margens das PR's 239 e 462, há áreas de pasto em solo com aptidão agrícola lavouras motomecanizáveis, com pouca ou nenhuma limitação natural tanto de ordem física quanto química, não devem ser obrigatoriamente interpretadas como sub-utilização, pois economicamente estão sendo mais rentáveis; o uso atual não se limita à análise das características e aptidões naturais dos solos, mas é influenciado pelo mercado e pela rentabilidade obtida por unidade de área;
- Há muitas áreas de pasto em trechos declivosos da paisagem regional, e que deveriam estar cobertas com vegetação nativa (vide figura 4.1.4.9.);



Figura 4.1.4.9 - Típica área de Solos Litólicos com uso atual pasto e com declividade acima de 100% (45°), a qual deveria estar com a vegetação natural original preservada.

O adequado uso do solo, a diminuição no uso de defensivos agrícolas, de insumos químicos (adubos tradicionalmente utilizados e denominados modernos, tipo NPK e uréia) e a tendência de desenvolvimento da agricultura orgânica e mesmo o manejo orgânico de pastagens e do gado, seja ela motivada pelo respeito à natureza, seja pelo incentivo de preços do mercado, pode contribuir para um maior equilíbrio ambiental regional, inclusive com interferência direta e positiva sobre a qualidade das águas, patrimônio também essencial para o equilíbrio ambiental e saúde da população em geral.



Figura 4.1.4.10 – Equilíbrio ambiental - Detalhe de contenção de blocos de basalto pela vegetação nativa preservada.



Figura 4.1.4.11 – Equilíbrio ambiental – Bela imagem de lajeado da região a jusante da barragem, com vegetação ciliar e águas transparentes hoje raras na região, mas ainda capazes de sensibilizar mais e mais pessoas a trabalharem com meio ambiente, no sentido de preservar esse tipo de patrimônio natural e, principalmente, na recuperação de ambientes degradados indevidamente.

4.1.5 Qualidade e Uso das Águas Superficiais

O termo qualidade da água é usado para descrever as características químicas, físicas e biológicas da água. É através da análise destas características que é verificado se a **qualidade** da água é adequada ao **uso** para o qual foi designada, de acordo com o estabelecido pela legislação pertinente.

Em uma bacia hidrográfica, a qualidade da água é influenciada pelas atividades humanas, uso do solo e da água e por fatores naturais, como o clima e a geologia. A qualidade da água é, portanto um indicativo da qualidade ambiental da bacia.

No caso do presente estudo de impacto ambiental – aproveitamento dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica - a questão da água fundamentará a proposição de ações de controle de qualidade ambiental da bacia do reservatório visando a manutenção e melhoria das condições ambientais do futuro reservatório e dos seus cursos de água contribuintes, a fim de que a água represada disponível possa atender os diversos usos previstos na legislação. Neste contexto, os objetivos deste estudo são:

- diagnosticar a qualidade da água da área de influência do empreendimento e verificar se está de acordo com o uso designado pela legislação;
- identificar as atividades humanas e os fatores naturais que influenciam a qualidade da água da área de influência do empreendimento;
- prognosticar, com base no diagnóstico, as alterações na qualidade da água advindas da implementação e operação do empreendimento, salientando, principalmente, as mudanças relacionadas ao ciclo de nutrientes (eutrofização) e estratificação dos corpos de água, que são os problemas mais comuns identificados nos empreendimentos desta natureza;
- subsidiar estudos limnológicos;
- subsidiar, com base no diagnóstico e prognósticos, a elaboração de futuros programas de monitoramento da qualidade da água.

4.1.5.1. Considerações sobre a Área de Influência do Empreendimento

A área de influência considerada para os estudos de qualidade e uso da água é a bacia hidrográfica do rio Cantu que é uma sub-bacia do rio Piquiri, afluente do rio Paraná. O rio Cantu percorre aproximadamente 226 km até desembocar na margem direita do rio Piquiri. Os principais afluentes deste rio são os rios: Azul, Caratuva, Cancã e dos Macacos da margem direita e os rios Branco e da Prata da margem esquerda.

4.1.5.2. Considerações Sobre o Empreendimento

O reservatório da PCH Plena Energia I possui uma área total de 3,55 km² no nível de água máximo normal do reservatório que é na cota 415,00 metros. A profundidade média do reservatório é de 13 metros e o tempo de residência das águas é de 9,43 dias.

4.1.5.3. Metodologia

A análise da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, considerada neste estudo a área de influência do empreendimento, é feita através de uma rede amostral. Os critérios utilizados para a definição dos pontos de amostragem e dos parâmetros físicos, químicos e biológicos a serem analisados foram definidos através da consulta à legislação, normas técnicas, parâmetros necessários para elaboração de índices de qualidade de água e da avaliação da ocupação e uso dos solos, da exploração dos recursos naturais e do uso das águas.

A localização e o número de pontos da rede amostral e a duração e frequência das amostragens são definidos de maneira que se tenha a melhor representatividade da área de estudo. Os parâmetros escolhidos são aqueles que melhor indicam a influência das atividades humanas, dos fatores naturais e do empreendimento na qualidade da água.

A interpretação dos dados primários (proveniente da rede amostral elaborada para este estudo) e secundários (dados obtidos em instituições, órgãos governamentais, etc) é realizada, basicamente, através do Índice de Qualidade das Águas - IQA e da análise e verificação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos de acordo com os limites estabelecidos pela legislação.

- **Levantamentos Preliminares**

Nos Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Cantu (COPEL, 2001), foram obtidas informações sobre a caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Cantu.

- **Levantamentos Primários**

Para o diagnóstico deste estudo de impacto ambiental foi realizada uma campanha de qualidade de água em março de 2002. Foram definidos dois pontos de amostragens, conforme a tabela 4.1.5.1. A localização destas estações estão no mapa 4.1.5.1 – Uso e Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu.

Tabela 4.1.5.1 – Estações de Amostragem de Água

Designação	Descrição	Coordenadas
Estação PA 01	Área de remanso do futuro reservatório	355867/7266300
Estação PA 02	Região do eixo projetado	351505/7262143

As justificativas para a escolha das estações são descritas a seguir:

- Estação PA 01, localizada no rio Cantu na área do remanso do futuro reservatório da PCH Plena Energia I, após a foz do rio Azul, com o objetivo de avaliar a qualidade da água que irá entrar no reservatório;
- Estação PA 02, localizada na região do eixo projetado da barragem da PCH Plena Energia I, foi definida com o objetivo de detectar qualquer interferência das atividades antrópicas, principalmente em relação ao uso do solo e da água, que possa influenciar a qualidade da água do reservatório e também para comparar a qualidade da água antes e depois do barramento;

A escolha dos parâmetros foi feita com base na Resolução CONAMA 020/86 que estabelece a classificação das águas segundo o uso preponderante, na norma da ABNT 9897 - Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores, na elaboração do Índice de Qualidade das Águas - IQA, nos fatores influentes, levantamentos primários e nos parâmetros necessários para subsidiar os estudos limnológicos.

A análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água foi realizada pelos laboratórios da empresa Essencis Soluções Ambientais S.A., com sede em Curitiba - PR.

• **Interpretação dos Dados**

Os dados obtidos foram interpretados, basicamente, através do Índice de Qualidade das Águas - IQA e da verificação dos parâmetros analisados de acordo com o limite da classe, definida na Resolução CONAMA 020/86, na qual o rio está enquadrado.

• Índice de Qualidade da Água - IQA

O Índice de Qualidade de Água – IQA, adaptação do índice de qualidade de água desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, que é uma organização americana, não-governamental fundada em 1944, é uma síntese da avaliação individual do estado ou condição de nove variáveis que o compõem e que serão referidas adiante. Este índice fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço e/ou no tempo, que pode ser vantajosamente utilizada como instrumento de gestão ambiental (avaliação da efetividade de programas de controle da poluição, estabelecimento de

prioridades para ações de controle, como meio de difusão da qualidade da água para o público). No entanto, é importante ressaltar que o IQA não leva em conta formas tóxicas que podem comprometer seriamente a qualidade das águas para os diversos usos.

- Cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade de Água é determinado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes às variáveis oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduos ou sólidos totais. A fórmula utilizada para o cálculo do IQA é a abaixo demonstrada:

$IQA = \sum p_i \cdot q_i^{w_i}$, onde:

- IQA = Índice de Qualidade da Água dado por um número entre 0 e 100.
- p_i = produto (i.e. $q_1^{w_1} \cdot q_2^{w_2} \cdot q_n^{w_n}$) em que n é o número de variáveis que entram no cálculo.
- q_i = qualidade da i-ésima variável dada por um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise).
- w_i = peso correspondente à i-ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade.

Os parâmetros utilizados para o cálculo do IQA e respectivos pesos relativos são apresentados na Tabela 4.1.5.2.

Tabela 4.1.5.2 - Parâmetros e pesos do IQA

Parâmetros	Pesos
Oxigênio Dissolvido – OD	0,17
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	0,10
Coliformes Fecais	0,15
Variação da Temperatura	0,10
pH	0,12
Nitrogênio Total	0,10
Fosfato Total	0,10
Sólidos Totais	0,08
Turbidez	0,08

Fonte: SUDERHSA

É importante observar que a variável OD, que é dada em mg O₂/l deve ser transformada em % de OD de saturação. Esta transformação se faz com o auxílio de uma tabela, em função da altitude da região e da temperatura da amostra.

A qualidade da água bruta é avaliada conforme o valor do IQA descrito na tabela 4.1.5.3. Para que as águas possam ser potabilizadas, seu IQA deve estar entre bom e ótimo e a análise de toxicidade deve ser igual a zero.

Levando-se em conta que o cálculo do IQA não contempla formas tóxicas, como poluentes orgânicos, pesticidas e metais pesados, pode-se considerá-los indiretamente através de uma variável binária que assume o valor **zero**, caso qualquer destes elementos ultrapasse o limite permitido pela legislação (CONAMA 020/86) e valor **um**, caso contrário. A nota final da qualidade da água será dada pelo resultado do produto do valor do IQA por esta variável, no primeiro caso invalidando o IQA.

Tabela 4.1.5.3 - Classificação das águas

IQA	Classificação
0 - 36	qualidade ruim
37 - 51	qualidade aceitável
52 - 79	qualidade boa
80 - 100	qualidade ótima

Fonte: SUDERHSA

- Requisitos Legais e Referências – Qualidade das Águas.

A RESOLUÇÃO CONAMA nº 20/86 estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante. Esta classificação é realizada considerando, principalmente, que o enquadramento dos corpos de águas deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade, a saúde e o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático.

Nesta resolução, são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas. Para águas doces, tipo de água analisado neste estudo, existem cinco classificações conforme tabela 4.1.5.4. Para cada classe de água, a resolução estabelece limites/condições máximas para os parâmetros físicos, químico e biológicos.

Tabela 4.1.5.4 – Classificação das águas de acordo com o uso preponderante, segundo a Resolução CONAMA nº 020/86

Classificação	Uso Preponderante
Classe especial	Abastecimento doméstico sem prévio tratamento ou simples desinfecção Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe I	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de película Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe II	Abastecimento doméstico, após o tratamento convencional. Proteção das comunidades aquáticas Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho) Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe III	Abastecimento doméstico após o tratamento convencional Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. Dessedentação de animais
Classe IV	Navegação Harmonia paisagística Usos menos exigentes

De acordo com a Portaria SUREHMA 017/91 que enquadra os cursos de água da bacia do rio Piquiri, o rio Cantu e seus afluentes se enquadram na Classe 2 da Resolução CONAMA 020/86.

4.1.5.4. Usos da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cantu

No mapa 4.1.5.1 – Uso e Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Cantu pode ser observada a localização dos diversos usos da água outorgados pela Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA.

Na tabela 4.1.5.5 encontram-se os somatórios dos volumes de água outorgados por dia para cada tipo de uso da água. O uso da água para abastecimento público corresponde 70,4 % do volume diário outorgado consumido na bacia, seguido do uso para indústria com 17,6 % e piscicultura 10,0 %. Os demais usos existentes (agricultura, pecuária, comércio, lazer e outros) representam 2,0 % do volume diário de água outorgado.

Tabela 4.1.5.5. - Vazão total diária outorgada por tipo de uso

Usos	Vazão (m3/dia)	Porcentagem (%)
Abastecimento Público	6594,5	70,4
Indústria	1651,0	17,6
Piscicultura	940,8	10,0
Outros Usos	186,0	2,0
Total	9372,3	100,00

4.1.5.5. Qualidade da Água

O diagnóstico da qualidade da água é apresentado através da análise sistemática dos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos em laboratório e do Índice de Qualidade das Águas - IQA. As tabelas com os resultados das análises laboratoriais realizadas para a campanha deste estudo com os parâmetros em desacordo com a Resolução CONAMA 020/86 estão no final deste item.

- **Índice de Qualidade das Águas - IQA**

A elaboração do Índice de Qualidade das Águas baseou-se numa pesquisa feita em meio a especialistas, os quais indicaram os parâmetros que deviam ser medidos, bem como sua importância relativa. Foram selecionados nove parâmetros: oxigênio dissolvido demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

Este índice não considera os elementos tóxicos como poluentes químicos orgânicos e metais pesados. A presença destes elementos em concentrações acima das estabelecidas pela legislação invalidam o IQA. Uma interpretação mais completa da qualidade da água da região em estudo deve considerar também indicadores biológicos, como peixes e macroinvertebrados.

Os resultados do Índice de Qualidade das Águas - IQA calculados a partir dos resultados das análises realizadas na campanha deste estudo estão na tabela 4.1.5.6.

Tabela 4.1.5.6 - Índice de Qualidade das Águas

Estação	IQA	Classificação da Água
P1	69	Qualidade boa
PA 02	67	Qualidade boa

Como pode ser observado na tabela acima, os Índices de Qualidade da Água encontrados para a campanha deste estudo para o ponto PA 01 foi de 69 e para o ponto PA 02 foi 67. Estes valores correspondem a faixa boa de qualidade (52 a 79). A faixa boa corresponde

aproximadamente aos rios enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA 020/86. O parâmetro que mais contribuiu para a diminuição do índice de qualidade da água foi coliformes fecais.

- Oxigênio Dissolvido - OD

A concentração de oxigênio dissolvido na água é fundamental na manutenção da vida aquática. O oxigênio pode ser fornecido à água pelo ar atmosférico ou pelos vegetais subaquáticos, através da fotossíntese. A concentração do oxigênio na água é função da temperatura, pressão atmosférica e salinidade. As águas rápidas e turbulentas (lóticas) apresentam uma concentração maior de oxigênio, devido ao maior contato com o ar, enquanto que as águas lânticas, paradas, como lagos e reservatórios, apresentam uma concentração menor.

Num rio sem poluição, a concentração de oxigênio dissolvido em equilíbrio com o oxigênio da atmosfera pode variar na faixa de 8-11 mg/l, dependendo da temperatura da água e da altitude.

Algumas espécies de peixes apresentam problemas respiratórios se a concentração de oxigênio dissolvido cair para 5 mg/l, enquanto espécies mais resistentes podem suportar até 2 mg/l de oxigênio dissolvido².

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece a concentração mínima de 5 mg/l de oxigênio dissolvido para águas da Classe 2.

Não houve violação do limite estabelecido pela Resolução CONAMA em nenhuma das estações amostradas na campanha realizada para este estudo. O resultado obtido para o ponto P1 foi de 8,93 mg/l e para o ponto PA 02 foi de 8,93 mg/l.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A demanda bioquímica de oxigênio - DBO mede a quantidade de oxigênio consumida por microorganismo na decomposição da matéria orgânica biodegradável. O teste mais comum utilizado é a DBO, que mede a quantidade de oxigênio dissolvido na água consumida por esses microorganismos durante cinco dias na temperatura de 20° C. A taxa de consumo de oxigênio é afetada por fatores como temperatura, pH, presença de certos tipos de microorganismos e tipo de matéria orgânica encontrada na água. Este parâmetro é uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água. Quanto maior a DBO, menor a concentração de oxigênio dissolvido na água disponível para os organismos aquáticos.

A Resolução CONAMA 020/86, estabelece o limite de 5 mg/l de DBO como limite para águas de Classe 2.

Das estações amostradas na campanha para este estudo, não se observou violação deste parâmetro.

- Demanda Química de Oxigênio - DQO

A demanda química de oxigênio mede a quantidade de oxigênio consumida na oxidação química da matéria orgânica utilizando-se um oxidante químico energético (dicromato de potássio). Neste processo de oxidação tanto a matéria orgânica biodegradável quanto a não biodegradável são oxidadas, por esta razão a DQO é normalmente maior que a DBO. A Resolução CONAMA 020/86 não estabelece limites para a DQO.

- Coliformes Fecais

Os coliformes fecais são bactérias que vivem em grande quantidade dentro de intestinos humanos e de animais de sangue quente, essas bactérias são considerados os principais indicadores de contaminação fecal. Os coliformes propriamente ditos são inofensivos, mas podem estar associados a outros microorganismos patogênicos.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 1000 NMP/100 ml para coliformes fecais para as águas de Classe 2.

Nos resultados das campanhas realizadas para este estudo, não houve violação do limite estabelecido acima.

- pH

O pH é um parâmetro que indica a acidez ($\text{pH} < 7$) ou a alcalinidade ($\text{pH} > 7$) de uma substância. Quando o pH é igual a 7 a substância é neutra. Este parâmetro é função da concentração dos íons de hidrogênio na água.

O pH afeta os processos químicos e biológicos da água. A maioria dos animais aquáticos prefere a faixa de pH entre 6,5 a 9,0, fora desta faixa a diversidade biológica presente no rio é reduzida porque os sistemas fisiológicos dos organismos são afetados.

A solubilidade de metais existentes nos sedimentos de fundo e na matéria suspensa da água é afetada pelo pH. O pH ácido solubiliza alguns metais pesados, tornando-os disponíveis para a flora e fauna aquática.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece que para águas de Classe 2, o pH pode variar na faixa de 6 a 9.

Na campanha realizada para este estudo, não ocorreu nenhuma violação desta faixa de pH.

- Nitrogênio e Fósforo

O nitrogênio é encontrado em diferentes formas no ambiente aquático. Estas formas incluem nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico, presente nas proteínas.

O nitrogênio orgânico é transformado em amônia, que é oxidada por bactérias aeróbias a nitrito e nitrato. Um trecho de rio onde existe uma concentração maior de nitrogênio orgânico indica a poluição recente do rio, se houver predominância de nitratos, o lançamento ocorreu bem a montante do rio.

A Resolução CONAMA 020/86 recomenda para a Classe 2 os limites de 10 mg/l, para o nitrato e de 1,0 mg/l para o nitrito e também para o nitrogênio amoniacal. Nas amostras coletadas para este estudo não houve violação dos limites estabelecidos para Classe 2 para o nitrito e o nitrato.

A amônia total está presente na água em duas formas, ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3). A toxicidade da solução aquosa da amônia total é atribuída a forma não ionizada. A proporção de NH_3 é determinada pelo pH, temperatura e pela salinidade da água. Quanto maior a temperatura e o pH e menor a salinidade maior é a concentração de NH_3 na água. Para a proteção da vida aquática, o critério utilizado é a concentração de 0,02 mg/l de NH_3 . Para pH maior que 7,5 e temperaturas maiores que 15° C, concentrações abaixo de 2,5 mg/l de amônia total apresentam quantidades de NH_3 de 0,02 mg/l (Russel E. Train, 1979).

O nitrogênio e o fósforo constituem os principais micronutrientes que promovem o processo de eutrofização (crescimento excessivo de algas que compromete a qualidade da água), principalmente em lagos e reservatórios.

A manutenção do limite de 0,3 mg/l (Metcalf & Eddy, 1989) de nitrogênio inorgânico em águas lânticas previne a proliferação de algas. Na campanha realizada para este estudo não observaram-se valores acima deste limite para todas as estações amostradas.

Nas águas de Classe 2, o limite estabelecido para o fosfato total é de 0,025 mg/l. Este limite foi estabelecido para prevenir, principalmente, os processos de eutrofização. Na campanha realizada para este estudo, não verificou-se a concentração de fósforo total acima de 0,2 mg/l (limite de detecção do método analítico).

- Turbidez

A turbidez é a medida da dificuldade da luz em atravessar a água e é causada por materiais suspensos como algas, partículas sólidas e micróbios. Águas com alta turbidez apresentam uma elevação na temperatura e conseqüente diminuição do oxigênio dissolvido, porque quanto maior a temperatura, menor a concentração de oxigênio na água. Alta turbidez também diminui a incidência da luz, prejudicando a fotossíntese, que contribui para oxigenar a água. O aumento da concentração de materiais suspenso também pode obstruir as guelras dos peixes, diminuindo sua resistência e afetar, também, o desenvolvimento de ovas e larvas. O material sedimentável pode cobrir o leito do rio, especialmente os de águas mais lentas, e asfixiar as ovas de peixe e os macroinvertebrados bentônicos.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 100 NTU para turbidez em águas de Classe 2.

Na campanha realizada não houve violação deste limite para a amostragem realizada nos pontos PA 01 e PA 02.

- Sólidos Totais

Os sólidos totais são a soma dos sólidos dissolvidos, suspensos e sedimentáveis. Analiticamente, os sólidos totais presentes numa amostra de água são definidos como todo o resíduo que permanece após a evaporação a temperatura de 103 a 105 °C. Em um corpo de água, os sólidos dissolvidos são íons que passam através de um filtro com poros de 0,002 cm de diâmetro, como cloretos, nitratos, fósforo e outras partículas. Os sólidos suspensos ficam retidos no filtro de 0,002 cm.

A Resolução CONAMA 020/86 não estabelece limite para sólidos totais, apenas para sólidos dissolvidos totais, que para a Classe 2 é de 500 mg/l.

Nas análises realizadas para este estudo não houve nenhuma violação deste limite para os sólidos dissolvidos totais

- Metais e poluentes orgânicos

As substâncias tóxicas como metais pesados e poluentes orgânicos podem estar presentes tanto na água como nos sedimentos de rios e reservatórios. Em algumas situações, substâncias tóxicas não são detectadas analiticamente na água, mas podem estar concentradas nos sedimentos de fundo de um rio, lago ou reservatório. Sob determinadas condições (pH, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido), estas substâncias tóxicas

presentes nos sedimentos podem ser liberadas para a água. Por exemplo, em ambientes com pH ácido, muitos metais são dissolvidos, aumentando a toxicidade da água. Por esta razão, para um diagnóstico mais seguro, é necessário analisar as substâncias tóxicas também nos sedimentos dos corpos de água.

Os metais pesados e poluentes orgânicos são substâncias tóxicas em determinadas concentrações para quase todas as formas de vida. Portanto, estes elementos possuem suas concentrações rigidamente controladas pela legislação.

Não foi detectada a presença de nenhum dos metais analisados e nem de poluentes orgânicos nas amostras de água deste estudo pelos métodos analíticos utilizados. É importante ressaltar que o limite de detecção dos métodos analíticos utilizados estão acima do limite estabelecido para Classe 2.

A tabela 4.1.5.8 mostra os resultados das análises obtidos para a campanha realizada no rio Cantu.

Tabela 4.1.5.8 - Resultados das análises obtidos para a campanha de 28/02/2002

Parâmetros	PA 01	PA 02
Alcalinidade Total (mg/l/ CaCO_3)	29,44	38,49
Amônia 9(mg/l)	ND	ND
Cálcio (mg/l)	4,38	4,33
Chumbo (mg/l)	<0,05	<0,05
Cloretos(mg/l)	0,94	1,42
Coliformes Termotolerantes (mg/l)	920,00	>2.300
Coliformes Totais (mg/l)	>2.300	>2.300
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	0,01	0,02
Cor(μH)	30,0	30,0
DBO (mg/l DBO)	2,30	1,70
DQO (mg/l O_2)	13	14
Dureza Total (mg/l)	24,00	35,00
Fenois (mg/l)	ND	ND
Fósforo Total (mg/l)	ND	ND
Magnésio (mg/l)	2,29	2,33
Merúrio (mg/l)	ND	ND
Nitrato (mg/l)	2,54	2,15
Nitrito (mg/l)	<0,01	<0,01
Nitrogênio Total (mg/l)	0,20	0,20
Óleos e Graxas (mg/l)	<5,00	<5,00
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	8,93	8,93

pH	7,31	8,50
Sílica (mg/l)	6,50	6,30
Sólidos Totais (mg/l)	60,00	56,00
Sólidos Dissolv. Totais (mg/l)	56,00	56,00
Sólidos Susp. Totais (mg/l)	4,00	ND
Sulfato (mg/l)	ND	ND
Turbidez (UNT)	13,64	10,73
Temperatura da Água (°C)	28	28
Temperatura da Ar (°C)	28	28
Organoclorados (µg/l)	ND	ND
Organofosforados (µg/l)	ND	ND

Legenda: ND: não detectado

Parâmetros	Limite de detecção
Amônia	0,06mg/L
Chumbo	0,05mg/L
Fenol	0,001mg/L
Mercurio	0,01mg/L
Nitrito	0,01mg/L
Sulfato	5,0mg/L
Fósforo total	0,2mg/L
Organoclorados	e 0,03ug/L
Organofosforados	

Métodos usados conforme Standart Methods 19 th Edição 1995

4.1.5.6 Considerações Finais

Do ponto de vista da qualidade ambiental, o estudo de uso e qualidade da água demonstrou que:

- os principais usos da água da bacia hidrográfica do rio Cantu são abastecimento público, indústria e piscicultura;
- os índices de qualidade da água encontrados para a campanha deste estudo para o ponto PA 01 e PA 02 estão dentro da faixa boa de qualidade da água (52 - 79). A faixa boa corresponde aproximadamente aos rios enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA 020/86.
- a fonte mais significativa de coliformes, nitrogênio inorgânico e fósforo nas águas do rio Cantu é o escoamento superficial e material erodido proveniente de áreas de pastagem.

-as concentrações de fósforo e nitrogênio inorgânico encontradas em todas as estações amostradas indicam baixa possibilidade de estabelecimento de processo de eutrofização nos futuros reservatórios.

4.2 Meio Biológico

4.2.1 Flora

4.2.1.1 Introdução

O reconhecimento e estudo das áreas sob influência da PCH Plena Energia I foram realizados no período de 21 a 24 de janeiro de 2002. Esta viagem teve por objetivo realizar o levantamento dos remanescentes que sofreriam influência da PCH, quando do início de implementação das obras de construção da barragem e posterior formação do reservatório. Os remanescentes foram então estudados e caracterizados quanto ao seu grau de preservação e aos estádios sucessionais, bem como quanto à sua composição florística.

Os estádios sucessionais foram considerados da seguinte forma:

- Floresta primária alterada: Áreas de Floresta em estágio avançado de regeneração, onde houve o corte seletivo de algumas espécies para fins madeireiros. Esse estágio é caracterizado por apresentar indivíduos adultos de diversas espécies arbóreas de interesse econômico para a região, pela presença de espécies indicadoras e elementos florísticos característicos de florestas primárias, principalmente no que se refere a espécies do sub-bosque e espécies de epífitas.
- Floresta secundária em estágio avançado de regeneração natural: Áreas de floresta com exploração intensiva dos recursos naturais no passado e que permaneceram por um longo tempo sem alterações significativas. Essas áreas resguardam ainda uma certa diversidade florística, mesclando elementos pioneiros e clímax, de forma heterogênea.
- Floresta secundária em estágio médio de regeneração natural: Áreas de floresta com pelo menos dois estratos bem definidos, um arbóreo, com espécies pioneiras, e outro herbáceo, onde se encontram espécies típicas do sub-bosque e espécies arbóreas em processo de regeneração.
- Floresta secundária em estágio inicial de regeneração natural: Áreas de floresta onde houve intenso processo de exploração, seletivo ou não, de seus recursos naturais. Essas áreas apresentam uma diversidade florística relativamente baixa, sendo o componente florístico representado quase que exclusivamente por espécies pioneiras e (ou) oportunistas.

A identificação das espécies foi realizada por meio de literatura e comparação com espécimes de herbário, com o auxílio do Dr Gert Hatschbach, do Museu Botânico Municipal de Curitiba.

A análise e a discussão dos dados obtidos foram baseadas nas observações feitas em campo e na consulta de literatura pertinente. Durante as fases de campo foram coletados espécimes para posterior identificação e caracterização de cada bioma, bem como informações relativas às principais espécies de interesse econômico para a região.

4.2.1.2 Enquadramento Fitogeográfico

Fitogeograficamente a região em questão caracteriza-se como um ecótono entre duas formações fitogeográficas distintas, mesclando elementos característicos da Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e da Floresta Estacional Semidecidual, segundo a classificação proposta por Veloso *et al.* (1991).

A Floresta com Araucária, ou Floresta Ombrófila Mista (FOM), ocorre em áreas onde a temperatura média situa-se em torno de 19°C, estando assim concentradas nas altitudes entre 500 e 1200m s.n.m. nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em áreas disjuntas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e em Minas Gerais.

Esta formação apresenta relações dinâmicas com as formações de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) e Floresta Estacional Semidecidual, as quais são adjacentes a esta formação, e com os Campos Gerais (Britez *et al.*, 1995). Dentre as extensas regiões dos Campos Gerais, que normalmente se desenvolvem onde há solos rasos e duas estações sendo uma chuvosa e outra seca (principalmente devido à seca fisiológica provocada por baixas temperaturas), desenvolvem-se associações da Floresta com Araucária (capões) nas depressões do relevo, onde há maior profundidade de solo e maior retenção de umidade neste (Veloso *et al.*, 1991).

Dentre as florestas que ocorrem nos planaltos interioranos do Estado do Paraná, a Floresta com Araucária representava cerca de 37% da cobertura florestal. Atualmente ocupam cerca de 0,42% da área do estado, estando principalmente restrita a pequenos capões. Os extensos pinhais que dominavam o estado foram exaustivamente explorados devido a grande representatividade de madeiras e extratos úteis encontrados neste ambiente (Maack, 1981). Como recursos bastante explorados destaca-se a *Ocotea porosa* (imbuia), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Cedrella fissilis* (cedro rosa), *Myriocarpus frondosus* (cabreúva), *Ocotea pretiosa* (sassafrás) além de várias outras espécies da família das Lauráceas (canelas).

Pode-se citar como característica desta formação a associação entre *Araucária-Podocarpus-Ocotea-Ilex* (Hertel, 1962). Contudo diversas outras espécies ocorrem dentro desta associação, como *Dalbergia brasiliense* (jacarandá), *Campomanesia xanthocarpa*

(guabiroba), *Podocarpus lambertii* e *P. sellowii* (pinheiro bravo), *Balfourodendron riedelianum* (pau marfim), *Schinus terebinthifolius* (aroeira vermelha) e *Senna multijuga* (amarelinho), como árvores até 10m.

Dentre as espécies arbustivas e herbáceas pode-se citar *Cordyline dracaenoides*, *Justicia brasiliana*, *Piper gaudichaudianum*, *Rudjia jasminoides* entre outras tantas. Nessa formação o componente epifítico apresenta-se bem desenvolvido, sendo bem representado pelas orquidáceas do gênero *Pleurothallis*, *Maxillaria* e *Octomeria*. Também bem representativas são as Polypodiaceae dentre estas *Polypodium hirssutissimum*, *Pecluma sicca* e *Pleopeltis angusta*. Dentre as Bromeliaceae destacam-se as espécies do gênero *Tillandsia* como *T. usneoides* e *T. stricta*, além de *Aechmea disticantha*.

Nestas florestas, além da presença de espécies dos outros estádios sucessionais, ocorrem espécies exclusivas e uma maior diversidade de formas de vida. O sub-bosque é desenvolvido e apresenta um número mais elevado de espécies herbáceas, arbustivas e arvoretas. O porte das árvores é maior apresentando visível estratificação da floresta. Estas possuem diferenças em níveis de degradação, visto que grande parte já sofreu algum tipo de intervenção antrópica, ou ainda, estão sujeitas a intempéries naturais, como o vento, ou áreas declivosas, onde o substrato é instável. A maior parte destes remanescentes está situada na região centro-sul do estado, muitos desses nas bacias hidrográficas dos rios Iguaçu, Chopim, Ivaí e Piquiri. As áreas primárias, que ocupavam cerca de 0,66% deste bioma, não existem mais (FUPEF, 2001).

Por outro lado, uma parte considerável do componente florístico verificado na bacia hidrográfica do rio Cantu, na área sob influência direta do futuro reservatório, é representada por elementos da Floresta Estacional Semidecidual (Veloso *et al.* 1991). Essa é caracterizada principalmente por apresentar dupla estacionalidade climática, seja essa definida por um período seco e outro chuvoso ou, como se aplica à região em questão, por diferenças significativas nas médias das temperaturas ao longo do ano, ocasionando uma “seca fisiológica” devido ao intenso frio verificado nos meses de inverno.

Nesse tipo de vegetação, a porcentagem de árvores que perdem suas folhas no inverno pode variar de 20% a 50% e, como característica marcante dessa porção de vegetação no Paraná, apresenta diversos elementos amazônicos como os gêneros *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana* e *Tabebuia*. Há que se considerar também a forte influência de elementos atlânticos no bioma da região, representados principalmente pelos gêneros *Euterpe*, *Cyathea*, *Phyllodendron* e *Cecropia*, além de diversas espécies de Myrtaceae. Tais táxons provavelmente chegaram às regiões mais interioranas do Estado pelos corredores

dos Rios Iguaçu e Ivaí, expandindo-se posteriormente nas áreas atualmente ocupadas pela Floresta Estacional Semidecidual do Noroeste do Paraná.

Ab'Saber (1977) incluiu essa região no que denominou de “diagonal seca”, representada por um tipo de vegetação xerófila que se distribui do Chaco Paraguaio passando pelo Brasil Central até o Nordeste brasileiro, sendo fortemente influenciada pelas variações climáticas ocorridas no Pleistoceno. Essa “diagonal seca” apresentava-se mais conspícua durante os períodos glaciais do Pleistoceno, restando atualmente pequenas manchas de remanescentes das antigas florestas xerófilas no interior do Paraná, principalmente nas regiões norte e noroeste do Estado.

A região ocupada por Floresta Estacional Semidecidual não apresenta melhores perspectivas que as ocupadas por Floresta Ombrófila Mista. Em virtude da colonização da região norte e oeste paranaense esse desmatamento foi tão rigoroso que, à época, iniciava-se já um processo acelerado de erosão do solo e escassez de água em algumas regiões (Bigarella & Mazuchowski, 1985).

4.2.1.3 Caracterização fitofisionômica local

A região que ficará sob influência do reservatório a ser formado no rio Cantu está situada em uma região de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, mesclando elementos dessas duas formações fitofisionômicas.

Observa-se a presença de elementos da Floresta Ombrófila Mista principalmente nas áreas de planalto, onde o solo é mais profundo e menos sujeitos a processos erosivos, como os verificados nas áreas próximas à calha do rio Cantu. Nas encostas do vale do rio, no entanto, as rochas basálticas afloram à superfície, com influência conspícua na fisionomia do relevo da região. Nessas porções mais acidentadas e próximas ao leito do rio é onde, então, alguns dos elementos da Floresta com Araucária desaparecem, como a própria *Araucaria angustifolia*.

Os remanescentes encontrados na região sob influência do reservatório a ser formado no rio Cantu, são constituídos basicamente de fragmentos florestais em diferentes estádios sucessionais. Tais remanescentes encontram-se dispostos principalmente nas encostas formadas pela atividade erosiva do rio Cantu, em áreas de difícil acesso ou destinadas a reservas de proteção legal, ou seja, florestas ripárias (figura 4.2.1 1).

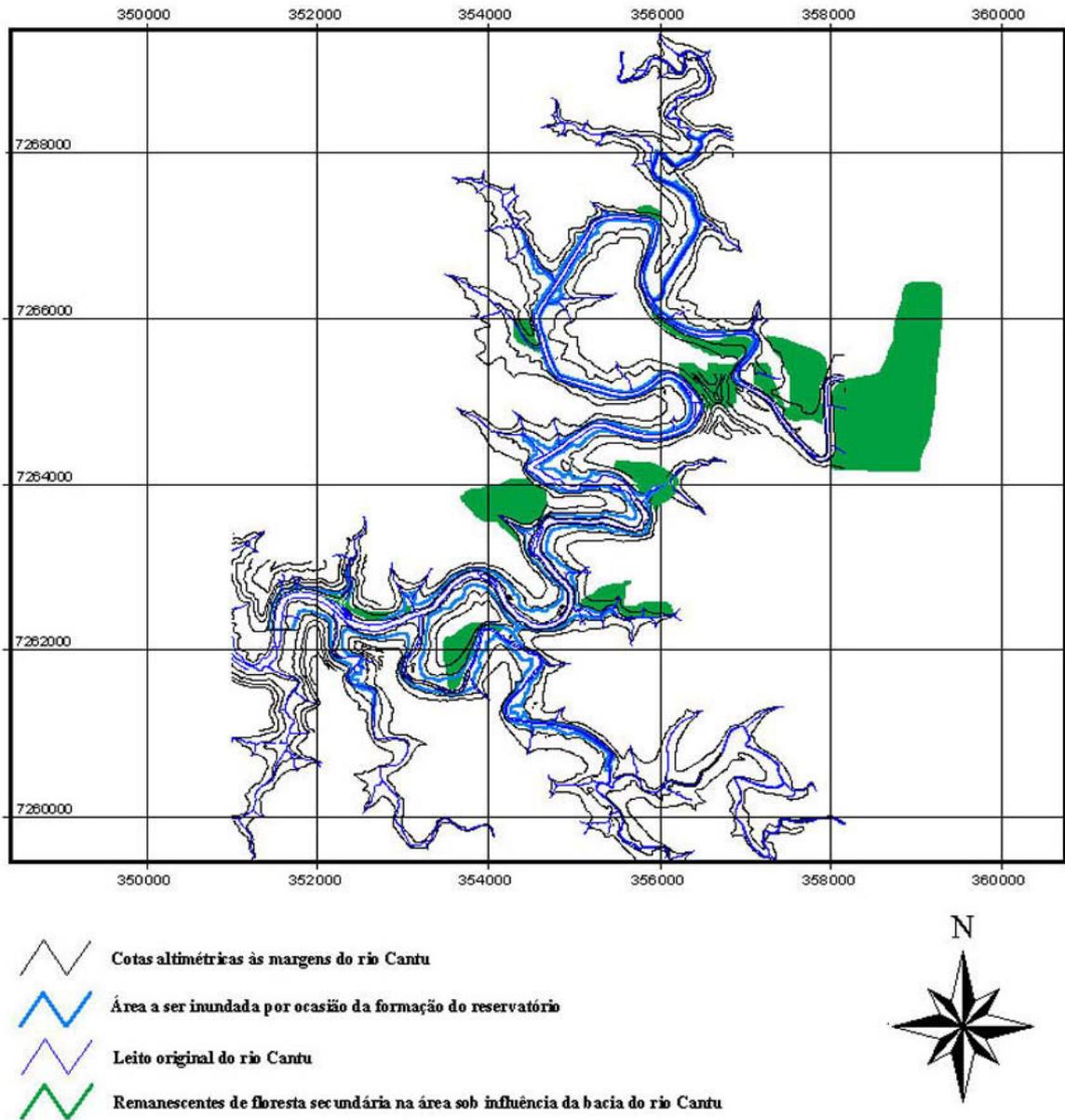


Figura 4.2.1.1. Representação dos principais remanescentes de floresta secundária adjacentes à área sob influência do reservatório a ser formado no Rio Cantu.

Os elementos arbóreos mais importantes das florestas que outrora dominavam a fisionomia da região são representados principalmente pelo *Baulfourodendron riedelianum* (pau-marfim), *Aspidosperma polyneuron* (peroba), *Apuleia leiocarpa* (grapia), *Parapiptadenia rígida* (angico), *Acacia polyphylla* (monjoleiro) (figura 4.2.1.3), *Chorisia speciosa* (paineira) e *Patagonula americana* (guajuvira). Já os elementos de Floresta com *Araucária* são mais freqüentes podendo-se citar várias canelas entre elas *Ocotea puberula* (canela guaicá), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Nectandra grandifolia* (canela amarela), *Nectandra rígida* (canela ferrugem), *Cordia trichotoma* (louro), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) (figura 4.2.1.2), *Casearia sylvestris* (cafeeiro-brabo) e *Cedrella fissilis* (cedro-rosa).



Figura 4.2.1.2 - *Luehea divaricata*
(açoita-cavalo)



Figura 4.2.1.3– *Acacia polyphylla*
(monjoleiro)

Essas espécies, de grande valor econômico para a região, encontram-se atualmente restritas a pequenos capões ou, condição mais comum, ausentes na maioria das áreas que estarão sob influência direta do reservatório. No entanto, alguns indivíduos jovens dessas espécies podem ser encontrados nas poucas áreas que se encontram em um processo mais avançado de regeneração, essas geralmente presentes nas encostas mais íngremes do vale do rio Cantu, nas proximidades do rio Macaco.

Para a bacia hidrográfica do rio Cantu, algumas espécies economicamente importantes, como a peroba e o palmito, são menos representadas devido à situação mais austral deste rio. Contudo a *Peltophorum dubium* (canafístula) torna-se bastante comum, bem como *Nectandra megapotamica* (canela preta), *Patagonula americana* (guajuvira), *Cabralea canjerana* (canjarana), *Casearia sylvestris* (cafeeiro-bravo), *Chrysophyllum gonocarpum* (aguai) e *Chrysophyllum marginatum* (aguai-vermelho), entre outras (Maack, 1981).

A maior parte das florestas ocorrentes na área de influência da represa são pequenos remanescentes de floresta secundária em estágio médio ou inicial de regeneração natural (figura 4.2.1.4). Estas florestas apresentam estratificação pouco desenvolvida tendo como altura máxima cerca de 15m. O sub-bosque é composto principalmente por indivíduos jovens do dossel e por espécies invasoras e (ou) oportunistas, não havendo, portanto, a existência de um sub-bosque característico das florestas originais da região. Nota-se que a espécie mais dominante é *Acacia polyphylla* (monjoleiro) (figuras 4.2.1.2 e 4.2.1.4), formando densos agrupamentos e dominando quase que toda a fitofisionomia da região. Associadas a ela encontram-se também diversos indivíduos de *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Campomanesia xanthocarpa* (guabirova), além da exótica *Hovenia dulcis* (uva-do-japão).

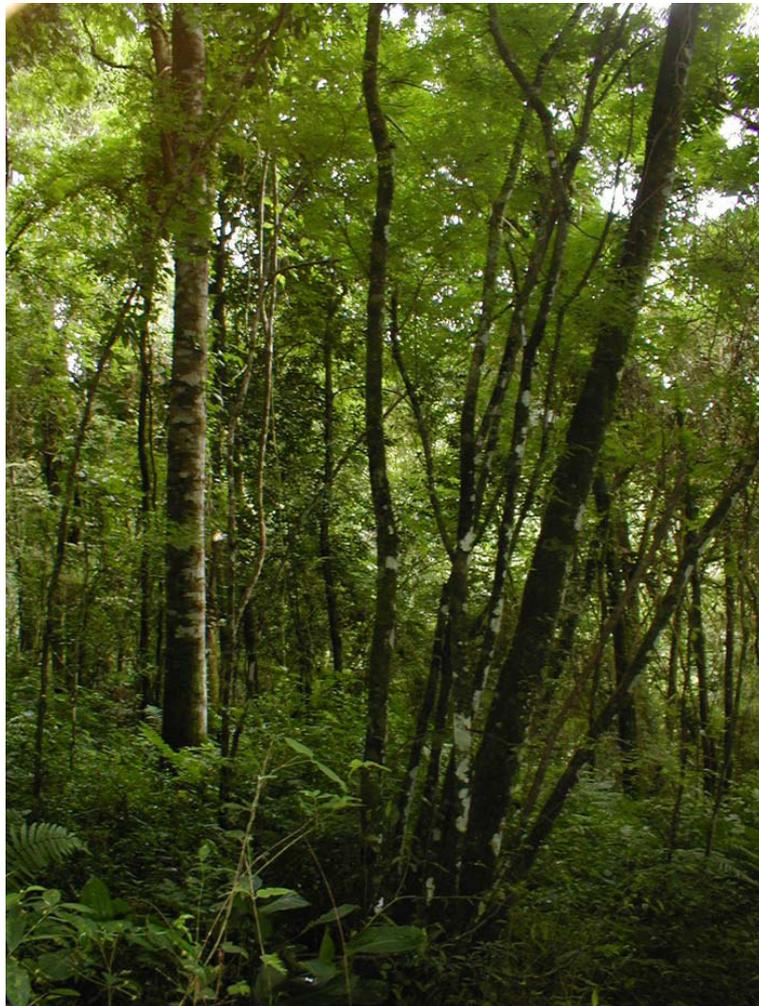


Figura 4.2.1.4. Interior da floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, onde se observa a predominância de *Acacia polyphylla*.

Dentre os poucos elementos típicos do sub-bosque desta formação destacam-se *Bromelia antiacantha*, *Ananas bracteatus*, *Urera* sp., *Pteris deflexa*, *Solanum* sp., *Ctenitis submarginalis* e *Tradescantia* sp., essa última conspicua no dossel florestal.

O componente epifítico é relativamente pobre, apresentando apenas algumas espécies de pteridófitas (*Polypodium hirsutissimum*, *Pleopeltis angusta*, *Microgramma squamulosa* e *Asplenium auritum*), bromélias (*Vriesea friburguensis*, *Aechmea disticantha*, *Tillandsia* sp.), Araceae (*Phylodendron selloum*), Cactaceae (*Ripsalis* sp., *Lepismium* sp.), entre outras. De uma forma geral tais espécies são relativamente abundantes nos remanescentes em estádios mais avançados de sucessão, onde o porte das árvores favorece o estabelecimento de espécies epífitas.

Alguns dos remanescentes são constituídos por florestas secundárias em estágio inicial de sucessão natural. Essas geralmente estão localizadas em áreas onde houve supressão completa da vegetação para fins madeireiros ou agro-pastoris. Nesses remanescentes a vegetação é formada basicamente por espécies pioneiras e (ou) oportunistas, destacando-se várias espécies de cipós ou trepadeiras, tais como *Acacia recurva*, *Bauhinia microstachia*, *Cardiospermum grandiflorum*, *Dasyphyllum flagellare*, *Serjania communis*, *Strychnos brasiliensis* e *Urvillea ulmaceae*. Nesse estágio de regeneração é nula a presença de epífitas e espécies de sub-bosque.

Os melhores remanescentes florestais da bacia hidrográfica do rio Cantu não se encontram na área de influência direta do reservatório a ser formado. Uma das áreas que se encontra em melhor estágio de regeneração, situa-se acima da barra do rio Macaco, com uma área de aproximadamente 150 alqueires descontínuos de floresta secundária (figura 4.2.1.5). Entre as espécies de interesse econômico, ocorrentes nesta área, destacam-se *Bauffourodendron riedelianum* (pau-marfim), *Apuleia leiocarpa* (grapia), *Parapiptadenia rígida* (angico), *Chorisia speciosa* (paineira), *Patagonula americana* (guajuvira), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Nectandra grandifolia* (canela-amarela), *Nectandra rígida* (canela-ferrugem), *Cordia trichotoma* (louro) e *Cedrella fissilis* (cedro-rosa), espécies representadas principalmente por indivíduos jovens. Contudo, ainda podem ser observados indivíduos de algumas destas espécies (monjoleiro, canela-guaicá, grapia, açoita-cavalo e canela-amarela) constituindo o dossel florestal.



Figura 4.2.1.5 - Remanescentes de floresta secundária em estágio avançado de regeneração natural nas proximidades dos rios Cantu e Macaco.

A área de maior abrangência do reservatório do PCH Plena Energia I é formada basicamente por uma faixa bastante estreita de vegetação ripária e poucos remanescentes de floresta em estágio secundário inicial de regeneração natural (figuras 4.2.1.6 e 4.2.1.7). Isso se deve principalmente às amplas explorações madeireiras e agro-pastoris, que levaram ao desflorestamento quase que completo da região em questão.



Figura 4.2.1.6- Aspecto geral da região do rio Cantu, com uma faixa bastante estreita de vegetação ripária e áreas adjacentes destinadas à pecuária.



Figura 4.2.1.7 - Vegetação ripária às margens do rio Cantu.

Dessa forma verifica-se um número reduzido de remanescentes localizados imediatamente às margens do rio Cantu, com grande parte dos solos dessa região destinada à pecuária extensiva. Ainda, vários dos remanescentes encontram-se em um estágio inicial de regeneração, onde houve uma exploração intensiva dos recursos naturais ou eram áreas anteriormente utilizadas para pastagens, não apresentando mais uma composição florística e estrutural característica da vegetação original da região.

O mapa 4.1.4.5 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal da AID ilustra a tipologia vegetacional existente na área de influência direta.

A tabela 4.2.1.1 apresenta uma lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu baseada em lista elaborada por Britez *et al.* (1995), das espécies vegetais ocorrentes em FOM, em uma área na porção sul do estado do Paraná.

Tabela 4.2.1.1 - Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu.

Nome Científico	Nome Comum
ACANTHACEAE	
<i>Justicia brasiliana</i> Roth.	
AGAVACEAE	
<i>Cordyline dracaenoides</i> Kunth.	Uvarana
ANACARDIACEAE	
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Pau-ferro

Tabela 4.2.1.1 - Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira
ANNONACEAE	
<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum-cagão
<i>Rollinia exalbida</i> (Vell.) Mart.	Araticum
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spr.	Pindaíba
AQUIFOLIACEAE	
<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill.	Erva mate
<i>Ilex theezans</i> Mart.	Caúna grande
APIACEAE	
<i>Conium maculatum</i> L.	
<i>Hydrocotyle callicephalala</i> Cham.	
<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham & Schldl.	
APOCINACEAE	
<i>Aspidosperma polyneuron</i> M. Arg.	Peroba
<i>Nerium oleander</i> L.	
ARACEAE	
<i>Philodendron selloum</i> K. Koch	Costela de Adão
ARALIACEAE	
<i>Schefflera morotoni</i> (Aubl.) Maguirre, Steyerm. & Frodin	
ARAUCARIACEAE	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze	Pinheiro do Paraná
ARECACEAE	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá
ASCLEPIADACEAE	
<i>Arauja sericorifera</i> Brot.	
ASTERACEAE	
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC. Lieberb.	
<i>Aster squamatus</i> (Spr.) Hier.	
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Maria-preta
<i>Ambrosia polystachia</i> DC.	
<i>Baccharidastrum triplinervium</i> (Less.) Cabr.	
<i>Baccharis trimera</i> DC.	Carqueja
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Carqueja
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Conyza floribunda</i> Kunth	Tiririca
<i>Dasyphyllum flagellare</i> (Casar.) Cabr.	
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Erva de cavalo
<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wolf.) DC.	Capiçoba
<i>Eupatorium inulaefolium</i> Sims.	Salvia amarga
<i>Eupatorium laetevirens</i> Hook. & Arm.	
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam	
<i>Eupatorium serratum</i> Springl.	
<i>Eupatorium</i> sp.	
<i>Gamoechaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabr.	
<i>Jaegeria hirta</i> Less.	
<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	
<i>Perezia cubatensis</i> Baker	
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén	Vassorão branco
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spr.) Less.	
<i>Solidago chilensis</i> Meyen.	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	
<i>Tagetes minuta</i> L.	Cravo-bravo
<i>Vernonia balansae</i> Hier.	
<i>Vernonia diffusa</i> Less.	Vassourão
<i>Xanthium cavanielsi</i> Schw.	
BEGONIACEAE	
<i>Begonia cucullata</i> Wild.	Begonia
BIGNONIACEAE	
<i>Adenocalymna marginatum</i> (Cham.) D. C.	
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Jacarandá
<i>Macfadyena unguiscati</i> (L.) Miers.	
<i>Pithecoctenium echinatum</i> (Jacq.) Baill.	
<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê
BORAGINACEAE	
<i>Cordia monosperma</i> (Back.) R. & S.	
<i>Cordia</i> sp.	
<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira
<i>Tournefortia brevifolia</i> DC.	Caruru de veado

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
BROMELIACEAE	
<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	
<i>Tillandsia stricta</i> Soland.	
<i>Vriesea friburguensis</i> L. B. Sm.	
CACTACEAE	
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	
<i>Cereus peruvianus</i>	
<i>Rhipsalis penduliflorus</i> N.E. Br.	Macarrão
CAESALPINIACEAE	
<i>Cassia hirsuta</i> L.	Canafistula
<i>Cassia leptophylla</i> Vog.	Canafistula
<i>Cassia occidentalis</i> L.	
CAMPANULACEAE	
<i>Lobelia hasslerii</i> Zahlbr.	
<i>Pratia hederacea</i> (Cham.) G. Don.	
<i>Specularia biflora</i> Fish. & Mey.	
<i>Syphocampylus verticilatus</i> (Cham.) G. Don.	
CANNELACEAE	
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Sch.) Occhioni	Pimenteira
CECROPIACEAE	
<i>Cecropia polystachya</i> Trecul	Embaúba
CELASTRACEAE	
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. Ex Reiss.	Espinheira santa
<i>Maytenus</i> sp.	
CLETHRACEAE	
<i>Chletra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca
COMBRETACEAE	
<i>Terminalia trifolia</i> (Griesb.) Lillo	Guaperê
COMMELINACEAE	
<i>Tradeschantia</i> sp.	
CONVOLVULACEAE	
<i>Ipomoea coccinea</i> L.	Maria pula cerca
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Maria pula cerca
<i>Jacquemontia mucronifera</i> (Choign.) Holligv.	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
CUCURBITACEAE	
<i>Cyclanthera elegans</i> Cogn.	
CYPERACEAE	
<i>Cyperus</i> sp.	
DIOSCOREACEAE	
<i>Dioscorea macrocarpa</i> Gline	
ELAEOCARPACEAE	
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	Sapopema
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum argentinum</i> Schulz.	
EUPHORBIACEAE	
<i>Acalypha gracilis</i> Müll. Arg.	Algodãozinho
<i>Actinostemon concolor</i> (Spr.) M. Arg.	Laranjeira do mato
<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	Tapiá
<i>Alchornea sidifolia</i> M. Arg.	Tanheiro
<i>Bernardia puchella</i> (Baill.) Mueller. Arg.	
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Pau-sangue
<i>Croton</i> sp.	
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Pau leiteiro
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spr.	Leiteiro de folha miúda
FABACEAE	
<i>Acacia polyphylla</i>	
<i>Bauhinia microstachya</i> (Raddi) Macb.	Monjoleiro
<i>Calliandra foliosa</i> Benth.	Sarandi
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vog.	Jacarandá graúdo
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Reitz	
<i>Dalbergia variabilis</i> Vog.	
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá feijão
<i>Machaerium sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá ferradura
<i>Machaerium stiptatum</i> Vog.	Sapuva
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Goroçaia
<i>Peltophorum dubium</i> (Spr.) Taub.	Canafístula
FLACOURTIACEAE	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Casearia obliqua</i> Spr.	Guaçatunga-branca
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafeeiro do mato
GESNERIACEAE	
<i>Sinningia douglasii</i> (lindl.) ° Ktze.	
GENTIANACEAE	
<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	
HALORAGACEAE	
<i>Myriophyllum brasiliense</i> Camb.	
HIPPOCRATEACEAE	
<i>Hippocratea volubilis</i> L.	
LAMIACEAE	
<i>Hyptis sinuata</i> Pehl. Ex Benth.	
<i>Leonorus sibiricus</i> L.	
<i>Ocimum selloi</i> Benth.	
LAURACEAE	
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Ness) Kost	Canela
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spr.) MacBrid	
<i>Nectandra lanceolata</i> Ness	Canela amarela
<i>Nectandra megapotamica</i> (Speng.) Mez	Canela preta
<i>Ocotea indecora</i> Schott.	
<i>Ocotea nutans</i> (Ness.) Mart.	
<i>Ocotea porosa</i> (Ness.) Lib. Barr.	Imbuia
<i>Ocotea pretiosa</i> Mez	Sassafras
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nes.	Canela guaicá
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela sebo
<i>Ocotea sylvestris</i> Vatt.	Canela cheirosa
<i>Persea major</i> (Ness.) Kopp.	Pau Andrade
LORANTHACEAE	
<i>Struthanthus polyrhizus</i> Mart.	
<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	
LYTHRACEAE	
<i>Cuphea calophylla</i> Koehne	
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hill.	
MALPIGHIACEAE	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Heteropteris aceroides</i> Grieseb.	
<i>Heteropteris</i> sp.	
MALVACEAE	
<i>Pavonia garkeana</i> R.E. Friez.	
<i>Pavonia malvacea</i> (Vell.) Krap. Et Crist.	
<i>Sida surinamensis</i> Miq.	
<i>Wissadula subpeltata</i> (Kuntze) R.E.Fr.	
MELASTOMACEAE	
<i>Leandra australis</i> Cham.	Pixirica
<i>Leandra riograndensis</i> (Brade) Wurd.	
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	
<i>Tibouchina clinopodifolia</i> (DC.) Cogn.	
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bompl.) Cogn.	
MELIACEAE	
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	
<i>Trichillia clausenii</i> D.C.	
MENISPERMIACEAE	
<i>Cisampelos pareira</i> L.	
MIMOSACEAE	
<i>Acacia paniculata</i> Willd.	
<i>Acacia poliphylla</i> DC.	
<i>Acacia recurva</i> Benh.	
<i>Mimosa ramosissima</i> Benth.	
MONIMIACEAE	
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	
MORACEAE	
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don	
<i>Sorocea bomplandii</i> (Baill.) Burg., Lanj. & Baer	Falsa Espinheira santa
MYRSINACEAE	
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz et Pavon) Mez	Capororoca
MYRTACEAE	
<i>Acca sellowiana</i> Berg. Burret.	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg	Guabiroba
<i>Eugenia burkartiana</i> (Legr.) Legr.	
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira
<i>Myrcia hatschbachii</i> Legr.	Caá Ingá
<i>Myrcia laruotteana</i> Camb.	
<i>Myrcia obtecta</i> (Berg.) Kiaerk	
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	Guamirim-de-folha-miúda
<i>Plinia rivularis</i> (Camb.) Rotman	
<i>Psidium longipetiolatum</i> Legr.	Araçá do Mato
NICTAGINACEAE	
<i>Boerhavia coccinea</i> Miller	
ORCHIDACEAE	
<i>Leptotes unicolor</i> Lindl.	Orquídea
<i>Maxillaria marginata</i> Fenzl.	Orquídea
<i>Maxillaria</i> sp.	Orquídea
<i>Octomeria</i> sp.	Orquídea
<i>Oncidium fimbriatum</i> Lindl.	Orquídea
<i>Oncidium longicornum</i> Mutel	Orquídea
<i>Oncidium</i> sp.	Orquídea
<i>Pleurobotrium hatschbachii</i> (Schlt.) Hoehne	Orquídea
<i>Pleurothallis platysemus</i> Rchb. F.	Orquídea
<i>Pleurothallis ramosa</i> B. Rodrigues	Orquídea
<i>Pleurothallis sonderana</i> Rchb. F.	Orquídea
<i>Stenorhyncus australis</i> Lindl.	Orquídea
OXALIDACEAE	
<i>Oxalis rhombeo-ovata</i> St. Hil.	
PHYTOLACACEAE	
<i>Petiveria alliacea</i> L.	
<i>Phytolacca thyrsoiflora</i> Fenzl. & Schmidt	Ceboleiro
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	
PIPERACEAE	
<i>Piperomia catharinae</i> Miq.	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Jaborandi
<i>Piper hispidum</i> Sw.	Jaborandi
<i>Piper sp.</i>	Jaborandi
POACEAE	
<i>Andropogon bicornis</i> L.	
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link.) Hitch.	
<i>Erianthus trinii</i> Hach.	
<i>Panicum aristella</i> Doell.	
<i>Panicum pilosum</i> Sw.	
<i>Panicum sp.</i>	
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	
<i>Paspalum sp.</i>	
<i>Poidium calotheca</i> (Trin.) Matthei.	
<i>Schyzachyrium condensatum</i> (Kunth) Ness	
<i>Setaria paniculata</i> (Steud.) Fourn.	
<i>Setaria scabrifolia</i> (Ness.) Kunth.	
<i>Setaria sp.</i>	
POLYGALACEAE	
<i>Polygala lancifolia</i> St. Hill.	
POLYGONACEAE	
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn.	Marmeleiro
PORTULACACEAE	
<i>Talinum patens</i> (Jacq.) Willd.	
PRIMULACEAE	
<i>Anagallis arvensis</i> L.	
PROTEACEAE	
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzch.	Carne de vaca
RHAMNACEAE	
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Sobrasil
ROSACEAE	
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro bravo
<i>Prunus sp.</i>	
<i>Rubus brasiliensis</i> Mart.	Amora do mato
RUBIACEAE	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Geophila repens</i> (L.) Johnston	
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltld.	
<i>Manettia luteorubra</i> (Vell.) Benth.	
<i>Relbunium hypocarpicum</i> (L.) Hemsl.	
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Muell. Arg.	Véui de noiva
RUTACEAE	
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler	Pau marfim
SAPINDACEAE	
<i>Allophillus guaraniticus</i> Radlk.	
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Camboatá branco
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Randlk.	Maria preta
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel pintado
<i>Serjania communis</i> Camb.	
<i>Serjania glabrata</i> Kunth	
<i>Serjania laruotteana</i> Camb.	
<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth.	Cipó timbó
SAPOTACEAE	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engler	
SCHROPHULARIACEAE	
<i>Gerardia communis</i> Cham. & Schltld.	
<i>Mazus japonicus</i> (Thunb.) Kuntze	
<i>Mercadonia hermiarioides</i> (Cham.) Pennel	Caxeta amarela
<i>Scoparia dulcis</i> L.	
SIMARUBACEAE	
<i>Picramnia excelsa</i> Kuhlman ex Pirani	cedrinho
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	
SMILACACEAE	
<i>Smilax glástica</i> Griseb.	Salsaparrilha
SOLANACEAE	
<i>Cestrum amictum</i> Schltld.	
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pavon	
<i>Cyphomandra fragans</i> (Hook) Sendtn.	
<i>Datura stramonium</i> L.	

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
<i>Nicotiana langsdorfii</i> Weinmann	
<i>Solanum americanum</i> Mill.	
<i>Solanum gracillimum</i> Sendt.	
<i>Solanum inaequale</i> Vell.	
<i>Solanum lacerdiae</i> Dusén	
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	
<i>Solanum nigrum</i> L.	
<i>Solanum paranense</i> Dusén	
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dun.	Joá-manso
<i>Solanum</i> sp.	
TILIACEAE	
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita cavalo
ULMACEAE	
<i>Celtis triflora</i> (Klotzsh) Miq.	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiúva
URTICACEAE	
<i>Boehmeria caudata</i> (L.) Sw.	Falsa urtiga
<i>Boehmeria tomentosa</i> Clos.	Falsa urtiga
<i>Urera</i> sp.	Urtiga
VERBENACEAE	
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	
<i>Duranta vestita</i> Cham.	
<i>Lantana brasiliensis</i> Link.	
<i>Lantana camara</i> L.	
<i>Vitex megapotamica</i> (Spr.) Mold.	Tarumã
VIOLACEAE	
<i>Hybanthus bigibbosus</i> (St. Hill.) Hassler	
VITACEAE	
<i>Cissus sycioides</i> L.	
PTERIDOPHYTA	
ASPLENIACEAE	
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	Samambaia
<i>Asplenium claussenii</i>	Samambaia

Tabela 4.2.1.1 – Lista das espécies botânicas verificadas em campo ou com provável ocorrência para a bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

Nome Científico	Nome Comum
BLECHNACEAE	
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	Samambaia
<i>Blechnum imperiale</i> (Feé & Glaz.) Crh.	Samambaia
CYATHEACEAE	
<i>Alsophylla setosa</i> Kaulf.	Xaxim de espinho
<i>Cyathea</i> sp.	Xaxim de espinho
<i>Dicksonia sellowiana</i> (Presl.) Hook.	Xaxim
DENNSTAEDTIACEAE	
<i>Lindsea botrichioides</i> St. Hill.	Samambaia
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Samambaia
DRYOPTERIDACEAE	
<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.	Samambaia
LYCOPODIACEAE	
<i>Huperzia mandiocana</i> (Raddi) Trev.	Samambaia
POLYPODIACEAE	
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) Presl.	Samambaia
<i>Microgramma squamulosa</i> (Klf.) Sota	Samambaia
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	Samambaia
<i>Pleopeltis angusta</i> H.B. es Willd.	Samambaia
<i>Polypodium hirsutissimum</i> Raddi	Samambaia
<i>Pecluma pectinatiforme</i> (Lindn.) Price	Samambaia
<i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt	Samambaia
<i>Pecluma sicca</i> (L.) Price	Samambaia
PTERIDACEAE	
<i>Adiantopsis radiata</i> (L.) Fée	Samambaia
<i>Adiantum</i> sp.	Samambaia
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fischer) Kuhn	Samambaia
<i>Pteris deflexa</i> Link	Samambaia
SCHIZACEAE	
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	
SELAGINELLACEAE	
<i>Selaginella marginata</i> (Hunb. & Bonp. ex Willd.) Spring.	
TECTARIACEAE	
<i>Ctenitis submarginalis</i>	Samambaia

4.2.2 Fauna Terrestre

4.2.2.1 Mamíferos

- **Introdução**

Embora sejam escassas as informações na maior parte do estado, muito conhecimento sobre a mastofauna paranaense tem sido acumulado nos últimos anos, especialmente na última década como demonstra Miretzki (1999). Nesta bacia hidrográfica, Tiepolo (1998) realizou estudos de inventário de mamíferos para a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), sendo esta, na forma de relatório técnico, a principal fonte de informações para a região.

As regiões mais conhecidas do território paranaense, quanto a sua composição mastofaunística são as áreas de Floresta Atlântica (Lange, 1978; Lange & Straube, 1988; Boeing, 1991; Leite *et al.*, 1991; Miretzki, 1996; Lange, 1996; Margarido *et al.*, 1997); as regiões norte e noroeste (Reis *et al.*, 1993; Rocha & Sekiama, 1994; Reis & Sekiama, 1996; Tiepolo & Santos, 1998; Reis *et al.*, 1998; Reis *et al.*, 1999; Miretzki & Margarido, 2000 e Ferrarezzi *et al.*, 2000); a região centro-sul (Persson & Lorini, 1990) e os Campos Gerais e o Cerrado (Borges, 1989; Margarido, 1989; Pontes-Filho *et al.*, 1997 e Silva & Nicola, 1999), respectivamente. A maior parte destes trabalhos foi realizada em unidades de conservação, entretanto são estudos de inventário mastofaunístico, retratando muito pobremente aspectos da taxonomia, sistemática, ecologia, conservação e manejo das espécies. Recentemente Lange & Jablonski (1998) publicaram uma compilação de informações sobre os marsupiais, assim como Cáceres (2000) que retrata aspectos ecológicos deste grupo.

- **Área de Estudo**

Os trabalhos de campo concentraram-se nos municípios de Palmital, Laranjal, Altamira do Paraná, Nova Cantu, Roncador, Mato Rico e Pitanga, localizados no centro-oeste do Estado do Paraná.

O rio Cantu possui cobertura vegetal caracterizada por fragmentos de Floresta com Araucária alterada e Floresta Estacional Semidecidual muito degradada. Mesmo no vale do rio Cantu, em áreas de difícil acesso, a vegetação não é original, apresentando estádios diferentes de fases iniciais de sucessão (ver o capítulo 4.2.1 Flora). Atualmente grande parte da região é ocupada por sítios e fazendas, onde se desenvolvem atividades agrícolas e pecuárias.

- **Métodos**

O diagnóstico foi desenvolvido de acordo com as técnicas convencionais para estudos de mamíferos, adaptadas de Lange & Margarido (1992), procurando registrar a presença de mamíferos através de: (a) evidências diretas (carcaças, observações visuais ou auditivas e capturas) e (b) evidências indiretas (fezes, rastros, pêlos e restos alimentares). Em campo foram percorridos os diferentes ambientes, a pé e (ou) de automóvel, tendo sido dada especial atenção às áreas de maior revestimento florestal, que poderiam realmente fornecer informações e fortuitas observações dos animais. De forma complementar foi pesquisado o acervo do Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI), em Curitiba (PR) e a literatura existente para a região.

Em função da pequena disponibilidade de tempo para as atividades de campo e da verba destinada para tal, não foram realizadas campanhas com armadilhas e redes-neblina, para a captura de pequenos mamíferos (morcegos, marsupiais e roedores), fundamentais em estudos dessa natureza. As informações para estes grupos são, portanto, baseadas nos trabalhos de campo realizados na bacia do Rio Piquiri e compilados na forma de relatório técnico-científico (Tiepolo, 1998).

Considerando toda a mastofauna abordada no presente trabalho, as informações provêm de distribuição geográfica potencial das espécies, alguns espécimes depositados no Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI, Curitiba, PR) e nos poucos dados obtidos em campo. A lista elaborada segue o ordenamento taxonômico proposto por Wilson & Reeder (1993).

- **Riqueza de espécies**

A mastofauna potencial da área inventariada foi estimada em 47 espécies distribuídas em oito ordens, o que representa aproximadamente 35% das espécies de mamíferos terrestres ocorrentes no Paraná (tabela 4.2.2.1), segundo a lista de Lange & Jablonski (1981). Essa lista, embora seja a única publicação sobre o assunto no Paraná, não considerou os registros de museus, entre os quais, o Museu de História Natural Capão da Imbuia, e encontra-se defasada, sendo necessário, em muitos aspectos, a elaboração de uma nova lista considerando sinonímias, mudanças de categoria taxonômica e localidade de registros, além dos novos registros, feitos de 1981 até então no Estado.

Tabela 4.2.2.1 - Representatividade das espécies evidenciadas para o rio Cantu comparadas com a lista para o Estado do Paraná (Lange & Jablonski, 1981) e para o Brasil (Fonseca et al., 1996)

Ordem	Rio Cantu	Paraná	Brasil
Didelphimorphia (gambás, cuícas)	3	13	44
Xenarthra (tatus, tamanduás)	3	9	19
Chiroptera (morcegos)	13	33	141
Primates (macacos, bugios)	2	7	75
Carnivora (gatos, cachorros, mustelídeos)	11	19	32
Perissodactyla (antas)	1	1	1
Artiodactyla (veados, porcos-do-mato)	2	5	8
Lagomorpha (tapiti)	2	1	1
Rodentia (ratos, cutias, pacas, capivaras)	10	48	165
Total	47	136	486

Como observado na tabela 4.2.2.1, as ordens Chiroptera, Carnivora e Rodentia dominam o perfil mastofaunístico da área de estudo. No entanto, esses números devem ser analisados com cautela. Comparando a ordem de representatividade dos grupos de mamíferos e o número de espécies registradas em relação ao esperado para o estado (Lange & Jablonski, 1981), observa-se grande disparidade entre os dados.

Esse fato deve-se a dois fatores metodológicos importantes. O primeiro diz respeito aos pequenos mamíferos (marsupiais, quirópteros e roedores), que devem ser amostrados através de capturas. Em função das limitações de tempo e recursos financeiros disponíveis, no presente trabalho não foram realizadas capturas de pequenos mamíferos. Os únicos pequenos roedores que constam na lista de espécies são animais exóticos, introduzidos na região séculos atrás, que convivem com o homem em suas habitações e foram registrados através de entrevistas.

Além disso, os registros de museu, que também dependem de capturas realizadas em estudos anteriores, são escassos e não existem informações bibliográficas específicas sobre a mastofauna da região. O resultado é um conhecimento muito aquém do esperado para o Estado sobre a fauna de pequenos mamíferos, destacando-se os esforços de Tiepolo (1998) que estudou a bacia hidrográfica do rio Piquiri e de onde foram retirados praticamente todos os dados de campo sobre estes grupos (tabela 4.2.2.3).

O segundo fator metodológico refere-se aos mamíferos terrestres de médio e grande porte (edentados, carnívoros, artiodáctilos, perissodáctilos, roedores não murídeos e lagomorfos), os quais, por outro lado, são amostrados, com maior facilidade, em fases de campo de curta duração. Isso ocorre porque os gêneros, e em alguns casos, as espécies, podem ser registrados através de evidências indiretas (principalmente pegadas e fezes) bem como, esporadicamente, por evidências diretas (visualizações e atropelamentos).

A resultante das explicações acima é clara: um esforço de campo adequado, a longo prazo, envolvendo capturas de pequenos mamíferos, alteraria o quadro de representação das ordens de mamíferos e aproximaria o número de espécies da região do número de espécies esperadas para o Estado.

- **Aspectos da conservação dos biomas e sua composição mastofaunística**

O Bioma Floresta com Araucária, juntamente com os campos naturais, é considerado um dos mais ameaçadas da América Latina. Dinerstein *et al.*, (1995) apresentaram uma avaliação do estado de conservação dos ecossistemas terrestres da América Latina e Caribe (LAC), integrando os princípios da biologia da conservação e da ecologia da paisagem na tomada de decisões. O documento divide a LAC em 5 principais ecossistemas, 11 principais tipos de habitat e 191 eco-regiões. A Floresta com Araucária foi, juntamente com as restingas, o ambiente considerado em situação mais crítica em termos de conservação. Da mesma forma o BIODIVERSITY SUPPORT PROGRAM (1995), em um estudo similar, considerou o bioma como crítico.

Conforme Britez *et al.*(2000), que percorreram todo o Estado para analisar a situação do bioma, o atual estágio de degradação resulta de um processo histórico de ocupação da terra no Paraná. Durante anos houve o incentivo ao desmatamento, com o objetivo de expandir a fronteira agrícola. Esse procedimento, aliado a determinadas características culturais, propiciou uma visão da floresta por parte da população que neste meio convive, como uma barreira a ser transposta. Os poucos remanescentes desta formação estão em franco processo de desaparecimento e o que resta encontra-se bastante fragmentado, propiciando o isolamento das populações, reduzindo a riqueza das espécies e provocando um empobrecimento genético.

De acordo com os dados levantados, restou menos que 1% da cobertura original do bioma Floresta com Araucária no Estado do Paraná (Britez *et al.*, 2000). Segundo Miretzki *et al.* (2001), a Floresta com Araucária já cobriu aproximadamente 8 milhões de hectares (= 40% do território paranaense). As conseqüências deste processo para a fauna de mamíferos chegam a ponto de dificultar uma análise real da riqueza de espécies que esta formação já apresentou, de forma que qualquer levantamento estará subestimado. Miretzki *et al.* (2001) indicam a presença de 52 espécies de mamíferos para o Bioma, considerando os endemismos dos morcegos *Macrophyllum macrophyllum*, *Diaemus youngi*, *Myotis riparius*, *Eumops hansae*, *Molossus planirostris* e *Eumops nasutus*, este último tendo registro de apenas duas localidades de coleta no acervo do MHNCI, uma delas para o município de Palmital.

Quanto à conservação da Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, a situação é igualmente crítica. Esta fitofisionomia encontra-se conservada apenas no oeste do estado, no Parque Nacional do Iguaçu, com uma área de 185.262 hectares. Nos estudos para implementação do Plano de Manejo dessa Unidade de Conservação foi diagnosticada a presença de 45 espécies de mamíferos. Entretanto, não foi realizado um levantamento adequado de pequenos mamíferos (marsupiais, morcegos e roedores), de tal forma que este número também é subestimado.

Miretzki *et al.* (2001) citam, para esse bioma, o endemismo dos morcegos da ordem Chiroptera *Noctilio albiventris*, *Chiroderma doriae*, *Chiroderma villosum*, *Uroderma bilobatum*, *Lasiurus ega*, *Rhogeessa tumida*, *Eumops glaucinus*, *Molossops temminckii* e *Nyctinomus macrotis*. Contudo, recentemente, Quadros *et al.* (2002) registraram a presença de *Chiroderma doriae* para a Planície Litorânea do Estado. Tal registro indica que a ausência de inventários mastofaunísticos é limitante para conclusões sobre a distribuição geográfica de muitas espécies no Paraná. Na área do Parque encontra-se, ainda que muito ameaçados, alguns mamíferos que já foram extintos em vastas regiões do Paraná, como a *Panthera onca* (onça pintada), o *Puma concolor* (puma), a *Leopardus pardalis* (jaguaritica), a *Tapirus terrestris* (anta) e o *Tayassu pecari* (queixada)

- **Mastofauna ameaçada de extinção**

Entre as 47 espécies diagnosticadas, 8 são consideradas ameaçadas de extinção (tabela 4.2.2.2); esse número representa 38% das espécies ameaçadas do Paraná, segundo Margarido (1995). Observa-se que os carnívoros, principalmente os felinos, são os mais atingidos, e esse fato está relacionado a seu hábito predominantemente florestal, a maiores áreas de vida e à necessidade de existirem presas potenciais que, por sua vez, são alvo de ação cinegética.

Segundo Oliveira (1994), a maior causa do declínio populacional dos felinos é a perda do habitat para a agricultura, a pecuária, a exploração de madeira e de minerais e a construção de barragens. Muito conhecidas são as extinções de várias populações do *Blastocerus dichotomus* (cervo-do-pantanal) no Brasil, em decorrência das destruições do habitat de várzeas pela construção de barragens para hidrelétricas. De acordo com Tomas *et al.* (1997) esse é o principal fator causal do desaparecimento das populações da espécie, como na maior parte das bacias dos rios Paraná e Tietê, entre outros. Recentemente o fechamento da barragem de Porto Primavera, no Rio Paraná, praticamente eliminou a população local de cervos, e os indivíduos restantes provavelmente serão extintos a curto prazo na região.

Quadros & Wängler (2001) avaliaram o efeito que o enchimento do reservatório da UH Salto Caxias, no baixo Rio Iguaçu, causou sobre a *Lontra longicaudis* (lontra), e concluíram que a transformação do ambiente lótico, do rio, em lêntico, do reservatório da Usina, teve conseqüências quali-quantitativas sobre os sítios disponíveis para construção e ocupação de tocas e locais de repouso. Assim, houve um declínio do tipo de ambiente disponível para construção e ocupação como tocas ou locais de repouso e uma mudança no tipo de substrato disponível na margem para estes sítios. Embora, as conseqüências das alterações causadas não sejam bem conhecidas, como a reprodução é diretamente dependente da disponibilidade de locais para construção e ocupação de tocas é possível que ocorra um decréscimo na reprodução da espécie, diminuindo também o recrutamento de indivíduos jovens para áreas próximas. Além disso, a fragmentação do rio pela construção de barragens provoca também a fragmentação da população de lontras e o isolamento dos indivíduos, visto que a possibilidade de deslocamento desses indivíduos entre os lagos de diferentes barragens é mínima. O isolamento leva ao enfraquecimento genético dos fragmentos de populações aumentando o número de homozigotes de efeito deletério e aumenta as chances de extinção local.

Ainda nesse sentido, Ruiz-Olmo *et al.* (2001), estudando a mudança qualitativa e quantitativa da ictiofauna devido à formação de reservatórios na Espanha, constatou que as alterações causadas refletem-se negativamente sobre as populações da lontra europeia *Lutra lutra*. Estudos realizados no reservatório da UH Segredo, rio Iguaçu, Paraná, mostraram que a ictiofauna do trecho de rio a montante da barragem dessa usina foi alterada quali-quantitativamente após a formação do lago. Considerando que os peixes são a principal fonte de alimento da lontra segundo estudos realizados no Brasil (Blacher, 1991; José & Ker de Andrade, 1997; Olimpio, 1992; Pardini, 1998; Passamani & Camargo, 1995; Waldemarin & Colares, 2000) essa mudança da ictiofauna deve se refletir sobre a dieta das lontras. No entanto, não há estudos no Brasil que comprovem essa relação entre a mudança da ictiofauna e mudanças na dieta das lontras.

Algumas espécies que foram diagnosticadas, mesmo apresentando um *status* vulnerável (Margarido, 1995), estão criticamente ameaçadas na região como *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Puma concolor* (puma) e *Tapirus terrestris* (anta). Miretzki *et al.* (2001) apresentam para o bioma Floresta com Araucária e Campos, nove espécies ameaçadas de extinção: *Alouatta fusca* (bugio-ruivo), *Agouti paca* (paca), *Tapirus terrestris* (anta), *Tayassu pecari* (queixada), *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti), *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Puma concolor* (onça-parda), *Lontra longicaudis* (lontra) e *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará). As espécies que se encontram sob algum grau de ameaça são as que possuem maior peso corporal, indicando ser esta característica a mais fortemente relacionada ao fato de uma

espécie estar ou não sob risco de extinção. Esta avaliação é apresentada por Grelle *et al.* (2001) que analisaram as características biológicas dos mamíferos ameaçados de extinção do estado do Rio de Janeiro.

Tabela 4.2.2.2 - Relação das espécies de mamíferos ameaçados de extinção do rio Cantu, Paraná, de acordo com Fonseca *et al.* (1994) e Margarido (1995). Legenda: VU = vulnerável; EP = em perigo; NC = não consta; IC = insuficientemente conhecida

Táxons	Nome comum	Peso (kg)	Brasil	Paraná
<i>Alouatta fusca</i>	bugio-ruivo	7-9	VU	VU
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	5-14	VU	VU
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica	7-15	NC	VU
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato	2-3	IC	VU
<i>Puma concolor</i>	sussuarana	36-60	VU	VU
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	300	NC	EP
<i>Agouti paca</i>	paca	5-12	NC	VU
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti	1,2	NC	VU

A cobertura vegetal do Estado do Paraná é basicamente representada pela porção leste, sob domínio da Floresta Ombrófila Densa e, no seu oposto extremo, no Parque Nacional do Iguaçu, pela Floresta Estacional Semidecidual. Outras regiões não apresentam a mesma representatividade, muitas vezes até unidades de conservação caracterizam-se por inexpressivos fragmentos florestais residuais espalhados pelo estado. Outros fragmentos encontram-se como faixas de reserva legal em propriedades particulares. Desta forma a situação dos mamíferos no Paraná é de total confinamento com as atividades humanas alterando de várias formas a composição faunística local, notavelmente através da agricultura e pecuária. Conforme Redford (1992), o aniquilamento do habitat é a mais comum entre as práticas que reduzem as populações animais, somando-se a isso diversas ações indiretas de redução da fauna, como as atividades extrativistas que reduzem a disponibilidade de alimento, a contaminação de ambientes aquáticos com mercúrio, as queimadas e o aumento de ambientes de borda, que atrai espécies competidoras e exóticas e contribui para disseminar doenças. A redução direta da fauna refere-se a caça e pesca de subsistência ou comercial, que retira das florestas as presas potenciais dos predadores, como também ilustra Emmons (1987).

A maior parte das espécies ameaçadas diagnosticadas neste inventário são dependentes de ambientes florestais, em especial, os carnívoros e os artiodáctilos, além da anta *Tapirus terrestris* e do bugio *Alouatta fusca*. Estas espécies encontram-se de tal forma reduzidas que enfrentarão problemas de perpetuação a longo prazo, se não houver intervenção humana para reverter o quadro, uma vez que já foram extintas em grande parte do Estado. Essa intervenção deve vir através de programas de inventário, monitoramento, história natural, conservação e manejo para se buscar um consenso em conservação com a finalidade de assegurar a proteção integral de ecossistemas que ainda abrigam diversas

espécies, ou seja, programas com suporte financeiro dos principais causadores de impacto sobre o ambiente.

Julgamos necessário complementar a lista das espécies ameaçadas com espécies de interesse para a conservação (tabela 4.2.2.3). Nesta encontram-se as espécies cujo *status* de conservação em listas regionais de outros estados (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) acusam algum grau de ameaça e que possuem registro de distribuição para a área do empreendimento. Há ainda espécies que não constam em nenhuma das listas e que merecem atenção conservacionista, entre elas a *Eira bárbara* (irara).

Espécies que não foram diagnosticadas neste inventário, mas podem ocorrer na região e também são de interesse, seriam o *Cabassous tatouays* (tatu) e os marsupiais *Chironectes minimus* (cuíca-d'água), espécie ameaçada de extinção no Paraná, *Caluromys lanatus* (cuíca-lanosa) e *Caluromys philander* (cuíca-quatro-olhos).

Tabela 4.2.2.3 - Complementação da lista de espécies da sub-bacia do rio Cantu ameaçadas de extinção, segundo as listas dos estados de São Paulo (SÃO PAULO, 1998), Rio de Janeiro (Bergallo et al. 2000) e Minas Gerais (Machado et al. 1998), observando a distribuição geográfica das espécies. IN = Indeterminado; VU = Vulnerável; C-EP = Criticamente em perigo; EP = Em perigo; PA = Provavelmente ameaçado; NC = Não consta.

Táxon	Nome comum	SP	RJ	MG
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	PA	NC	EP
<i>Herpailurus yaguarondi</i>	Jaguarundi	PA	NC	NC
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	PA	NC	NC
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	NC	EP	NC
<i>Mazama gouazoupira</i>	Veado-catingueiro	NC	EP	NC
<i>Pecari tajacu</i>	Cateto			
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	VU	NC	NC

• Considerações especiais

Seguem informações pertinentes a sete espécies da bacia hidrográfica do rio Cantu, ameaçadas de extinção e de interesse para conservação no Estado do Paraná, obtidas a partir dos dados disponíveis em Nowak (1991), IUCN (1993), Fonseca *et al.* (1994), Oliveira (1994), Margarido (1995), Auricchio (1995); Emmons & Feer (1997), Eisenberg & Redford (1999), Quadros & Wängler (1998), Quadros & Monteiro-Filho (2000), Braga *et al.* (2000), Quadros & Wängler (2000) e Quadros & Monteiro-Filho (2001).

A terminologia de caracterização adotada abaixo é a seguinte: CC = Comprimento do corpo e cabeça; C = Comprimento da cauda e P = Peso.

- *Alouatta fusca* (E. Geoffroy, 1812) - bugio-ruivo, guariba

CC: 44-57 cm; C: 51 – 61 cm e P: 7,0 – 9,0 kg

Distribuem-se do Rio de Janeiro até Misiones, Argentina, onde é simpátrica a espécie *A. caraya*. Fato também observado na foz do rio Piquiri. Os machos dos bugios tem a coloração avermelhada brilhante e as fêmeas tem cor marrom escura, quase negra. O bugio habita o topo das florestas, onde em vive em grupos. Mesmo ocorrendo em todo o Paraná, encontra-se na categoria vulnerável devido a fragmentação do habitat.

- *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) - lontra

CC: 53 – 80 cm; C: 3,6 – 5 cm e P: 5 – 14 kg

A lontra distribui-se da costa do México até o Brasil. É um mamífero de hábitos semi-aquáticos que alimenta-se de peixes, crustáceos e frutos. É uma espécie muito perseguida pelo valor da pele, em alguns lugares são capturadas e mortas por invadirem tanques de piscicultura, também são vítima da destruição dos rios e poluição das águas. A IUCN considera a espécie como vulnerável e a CITES dentro do anexo 1. A espécie foi estudada na região da UH Salto Caxias, quanto aos impactos do reservatório da usina, no rio Iguaçu.

- *Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758 - jaguatirica

CC: 82 – 130 cm; C: 32 – 41 cm e P: 7 – 15 kg

A jaguatirica é encontrada do sul do Texas, nos Estados Unidos, até a Argentina. Tolerava uma grande variedade de habitats, ocorrendo até altitudes 1.200 metros. Alimenta-se de variados tipos de animais, especialmente marsupiais, pequenos roedores e pássaros. O território das fêmeas é de cerca de 3 km², os machos podem exceder 10 km². O território é demarcado através de sítios de defecação selecionados. A gestação dura aproximadamente 75 dias com o nascimento de um ou dois filhotes, os machos não participam do cuidado parental. Esta espécie é classificada pela IUCN como vulnerável e como em perigo pela USDI, e está no anexo 1 da CITES. As principais ameaças são o aumento das áreas cultivadas, restringindo os habitats florestados, a caça e a construção de barragens.

- *Leopardus tigrinus* Schereber, 1775 - gato-do-mato-pequeno

CC: 50-60 cm; C: 25-40 cm e P: 2-3 kg

É o menor dos gatos-do-mato, ocorrem desde a Costa Rica até a região de Misiones na Argentina. A maior parte das informações existentes, refere-se a dados de cativeiro, portanto de validade questionável. É listada pela IUCN como vulnerável e encontra-se no anexo 1 da CITES. Assim como os outros felinos, as principais ameaças são a perda de habitats florestais para a agricultura, expansão dos centros urbanos e alagamentos em vastas áreas através da construção de barragens.

- *Puma concolor* Linnaeus, 1771 - suçuarana, puma

CC: 96 – 190 cm; C: 53 – 82 cm e P: 36 – 60 kg

Originalmente, o puma tinha uma das maiores áreas de distribuição geográfica entre as espécies animais. Era encontrado do oeste dos Estados Unidos até o sul da América do Sul. O período de gestação é de 82 a 98 dias com o nascimento de até seis filhotes que permanecem com a fêmea por dois anos. Pesquisas com radiotelemetria indicam que uma fêmea adulta ocupa um *home range* de até 60 km². Alimentam-se de uma variedade muito grande de animais, preferencialmente catetos *Pecari tajacu* e veados do gênero *Mazama* e freqüentemente atacam rebanhos em fazendas, um dos motivos pelos quais são caçados. É um animal com uma grande plasticidade ecológica, existindo registros até mesmo na região metropolitana de Curitiba. A principal ameaça é a perda de habitat e a caça. É considerado como vulnerável pela IUCN, tendo desaparecido em muitos locais, pela pressão de caça.

-*Agouti paca* (Linnaeus, 1766) - paca

CC: 60 – 70 cm; P: 5 – 12 kg

Distribui-se do sudoeste do México ao sul do Brasil. A paca é um roedor terrestre, noturno e solitário, restrito a áreas florestadas. A gestação leva aproximadamente 115 dias com o nascimento de apenas um filhote. É espécie vulnerável no Paraná devido a grande pressão de caça e destruição de ambientes florestados.

- *Sylvilagus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) - tapiti

CC: 21-40 cm; C: 1,5 - 6,0 cm e P: 0,95 -1,2 kg

O tapiti encontra-se na categoria vulnerável, de acordo com a IUCN. Essa espécie distribui-se do México ao Norte da Argentina. Diferencia-se da lebre européia (*Lepus capensis*) por apresentar menor tamanho, orelhas pequenas e cauda reduzida. Freqüenta as bordas das florestas, podendo ser encontrada em banhados e margens de rios.

Tabela 4.2.2.4. Lista de mamíferos de potencial ocorrência e registrados na bacia hidrográfica do rio Piquiri, Estado do Paraná, Brasil. 1. coleta/visualização; 2. vestígios (rastros, fezes, outros); 3. entrevista; 4. literatura; 5. MHNCI; 6. atropelamento; *ameaçados de extinção.

Ordenamento taxonômico	Nome popular	Constatação
Ordem Didelphimorphia		
Família Didelphidae		
<i>Philander frenata</i>	Cuíca-de-quatro-olhos	5
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	3,6
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá-de-orelha-preta	3
Ordem Chiroptera		
Família Phyllostomidae		
<i>Anoura caudifer</i>	Morcego	1,5
<i>Carollia perspicillata</i>	Morcego	1,5

Tabela 4.2.2.4. Lista de mamíferos de potencial ocorrência e registrados na bacia hidrográfica do rio Piquiri, Estado do Paraná, Brasil. (continuação)

Ordenamento taxonômico	Nome popular	Constatação
<i>Sturnira lilium</i>	Morcego	1,5
<i>Artibeus lituratus</i>	Morcego	1,5
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	Morcego	1,5
<i>Desmodus rotundus</i>	Morcego-hematófago	1,3,5
Família Vespertilionidae		
<i>Myotis sp.</i>	Morcego	1,5
<i>Eptesicus sp.</i>	Morcego	1,5
<i>Lasiurus borealis</i>	Morcego	1,5
<i>Histiotus velatus</i>	Morcego	1,5
Família Molossidae		
<i>Molossus sp.</i>	Morcego	1,5
<i>Eumops sp.</i>	Morcego	1,5
<i>Promops nasutus</i>	Morcego	1,5
Ordem Primates		
Família Cebidae		
<i>Alouatta fusca*</i>	Bugio-ruivo	3
<i>Cebus apella</i>	Macaco-prego	3
Ordem Edentata		
Família Myrmecophagidae		
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	2,3
Família Dasypodidae		
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peludo	6
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	3
Ordem Carnivora		
Família Canidae		
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	3,6
Família Procyonidae		
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	2,3
<i>Nasua nasua</i>	Quati	3
Família Mustelidae		
<i>Galictis cuja</i>	Furão	3,5
<i>Eira barbara</i>	Irara	3
<i>Lontra longicaudis*</i>	Lontra	3
Família Felidae		
<i>Leopardus pardalis*</i>	Jaguaririca	3
<i>Leopardus tigrinus*</i>	Gato-do-mato	2,3
<i>Leopardus wiedii*</i>	Gato-maracajá	3
<i>Puma concolor*</i>	Onça-parda	2,3
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	3
Ordem Perissodactyla		
Família Tapiridae		
<i>Tapirus terrestris*</i>	Anta	2,3
Ordem Artiodactyla		
Família Cervidae		
<i>Mazama sp.</i>	Veado mateiro	2,3
Família Tayassuidae		
<i>Pecari tajacu</i>	Cateto	2,3
Ordem Rodentia		
Família Sciuridae		
<i>Sciurus aestuans</i>	Serelepe	3
Família Muridae		
<i>Rattus rattus</i>	Rato doméstico	3

Tabela 4.2.2.4. Lista de mamíferos de potencial ocorrência e registrados na bacia hidrográfica do rio Piquiri, Estado do Paraná, Brasil. (continuação)

Ordenamento taxonômico	Nome popular	Constatação
<i>Rattus norvegicus</i>	Ratazana	3
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	3
Família Caviidae		
<i>Cavia aperea</i>	Preá	1,6
Família Hydrochaeridae		
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	2,3
Família Dasyproctidae		
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	2,3
Família Agoutidae		
<i>Agouti paca</i>	Paca	3
Família Erethizontidae		
<i>Sphiggurus sp.</i>	Ouriço-caxeiro	6
Família Myocastoridae		
<i>Myocastor coypus</i>	Ratão-do-banhado	3
Ordem Lagomorpha		
Família Leporidae		
<i>Lepus europaeus</i>	Lebre européia	6
<i>Sylvilagus brasiliensis*</i>	Tapiti	3

4.2.2.2 Aves

• Introdução

Sob o ponto de vista biogeográfico, a área em estudo situa-se na Região Neotropical (Müller, 1973), particularmente na Província Atlântica (correspondente à zona geográfica denominada Mata Atlântica) e na Sub-Província Guarani, em área quase que transicional com a Sub-Província Tupi (Mello-Leitão, 1980).

Segundo Cracraft (1985), essa região compreende área de endemismos avifaunísticos, denominada “*Parana Center*”, que abriga vasta extensão do Planalto Meridional Brasileiro, limitada a norte pela região centro-sul de São Paulo, a sul pelos planaltos da porção elevada do norte e nordeste do Rio Grande do Sul, a oeste pelo Paraguai e nordeste da Argentina e a leste pelos contrafortes da Serra do Mar. Toda essa região é caracterizada pelo predomínio das Florestas Ombrófila Mista (e Campos Limpos a elas associados) e Estacional Semidecidual, além de enclaves e ecótonos com os tipos vegetacionais circundantes nas regiões limítrofes e nos vales dos principais rios que drenam a região (IBGE, 1992). No contexto dos domínios morfoclimáticos descritos por Ab’Saber (1977), finalmente, a região estudada é caracterizada como Região Planaltina Sub-Tropical Atlântica.

Ao longo de sua extensão, a região de domínio da Floresta com Araucária não é homogênea quanto à fauna a ela associada, sendo que, mesmo em áreas contíguas, os conjuntos de espécies podem variar em função das mudanças de fisionomia da paisagem,

presença ou proximidades de outros tipos de vegetação, clima, relevo, etc. Todos esses fatores são determinantes, então, para que haja diversos conjuntos ou padrões de distribuição da fauna, que variam de região para região de acordo com a maior proximidade da formação contígua (Straube & Reinert, 1995; Morato, 1995).

Em função da proximidade geográfica e pela continuidade da vegetação local com a Floresta Estacional Semidecidual, a região em estudo comporta elementos da fauna exclusivos da Província Guarani (Mello-Leitão, 1980) ou do *Parana Center* (Cracraft, 1985), e mesmo de regiões adjacentes (Straube, 1988; Morato, 1995).

Conforme já divulgado anteriormente (Scherer-Neto & Straube, 1995; Straube & Urben-Filho, em prep.), a região compreendida pelo interflúvio Ivaí-Piquiri é uma das menos conhecidas sob o ponto de vista da composição de sua avifauna, tanto desde as mais antigas expedições de coleta e observação, iniciadas já no ano de 1821 até os dias atuais (Straube & Scherer-Neto, 2001).

A grande expedição polonesa capitaneada pelos naturalistas Chrostowski e Jaczewski, que entre 1921 e 1924, atravessou praticamente todo o Estado do Paraná, não contemplou essa região (Jaczewski, 1925; Sztolcman, 1926). Os pesquisadores teriam atingido locais muito próximos, em especial as porções marginais do leste-nordeste e sudoeste-sudeste, todas elas excluídas dos limites da Zp.

Por outro lado, uma pequena viagem de avaliação avifaunística para a porção do alto Piquiri (municípios de Diamante do Sul, Campo Bonito, Corbéia e Iguatu) foi realizada entre março e abril de 2000 por Urben-Filho & Straube. Os resultados desse trabalho constituem-se nas únicas informações (inéditas até o momento) sobre a avifauna dessa grande região geográfica. Adicionalmente, alguns exemplares de museu, escassos e de obtenção pontual e fortuita, encontram-se depositados em acervos científicos. Entretanto, tais dados representam um rol tão pequeno que mais pode ser considerado como ilustrativo do que representativo dessa área.

- **Métodos**
- Área de estudo

Para o diagnóstico avifaunístico da área em questão, optou-se pela utilização de matriz em sistema lat-long (quadriculação cartográfica coincidente com linhas de latitude e longitude) segundo método em desenvolvimento por Straube & Urben-Filho (em prep.). Para fins de compilação da lista de espécies da avifauna, a área de estudo foi dividida com base nos critérios de Straube & Urben-Filho (2001).

A Zona nuclear (quadrículas que englobam o vale do rio Cantu, abreviada como Zn), situa-se entre 24°30'-25°00'S e 52°15'-52°45'W, em um intervalo altitudinal de 400-600 m, ilustrando um gradiente altitudinal pouco acentuado, em geral decorrente da suavização brusca do braço noroeste da Serra da Esperança, englobando as nascentes do Rio Piquiri até sua porção mediana. A Zona periférica de inclusão (quadrículas imediatamente contíguas a Zn, abreviada como Zp), por sua vez, situa-se entre 24°15'-25°15'S e 52°00'-53°00'W, repete o panorama orográfico descrito anteriormente, com a distinção de que também chega a abarcar parte dos sistemas hidrográficos do rio Ivaí (cabeceiras dos rios Corumbataí e Mourão) (figura 4.2.2.1). A área de estudo (Zn) abrange parte dos municípios de Mato Rico, Roncador, Palmital, Nova Cantu, Altamira do Paraná e Campina da Lagoa, na região geomorfológica denominada Terceiro Planalto Paranaense (PARANÁ, 1987).

Quanto à paisagem original, situa-se no grande domínio da Mata Atlântica, com vegetação predominante da floresta ombrófila mista (facies montana a alto-montana) (Veloso *et al.*, 1991), mas com forte influência de zonas transicionais de Floresta Estacional Semidecidual e mesmo de ocasionais representações de estepes (campos planálticos), os quais são entremeados por capões de mata de araucária. Cabe ressaltar a proximidade existente entre uma extensa área de savana (cerradão, cerrado, campo cerrado) nos arredores do município de Campo Mourão (Straube, 1998). Corresponde, desta forma, a uma área de tensão ecológica (ecótono), onde se pode perceber o contato entre tipos vegetacionais com estruturas fisionômicas semelhantes, as florestas Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, com intervenção de paisagens abertas, como as savanas e estepes.

A Zn compreende dois tipos climáticos de Köppen, Cfa nas zonas de menores altitudes e Cfb nas maiores elevações; ambos são climas mesotérmicos subtropicais úmidos, este com verões frescos, sem estação seca e com geadas freqüentes e, aquele, com verões quentes, tendência de concentração de chuvas no verão e geadas mais raras. As médias térmicas anuais estão entre 16-20°C, distribuídas entre 20-25°C no mês mais quente (fevereiro) e 13-16°C no mais frio (julho) (IAPAR, 1978; Maack, 1981).

A precipitação pluviométrica anual varia entre 1600-1900 mm, sendo o intervalo dezembro-fevereiro o trimestre mais chuvoso, com média de 450-600mm e junho a agosto o mais seco, com 300-450 mm. Por isso a pluviosidade pode ser considerada regionalmente mediana, com estações chuvosa e seca pouco definidas, variável de acordo com gradientes altitudinais. A umidade relativa do ar oscila entre 70-85% e os índices hídricos anuais, na escala de Thorntwaite, indicam se tratar de área úmida, sem deficiência hídrica anual (IAPAR, 1978).

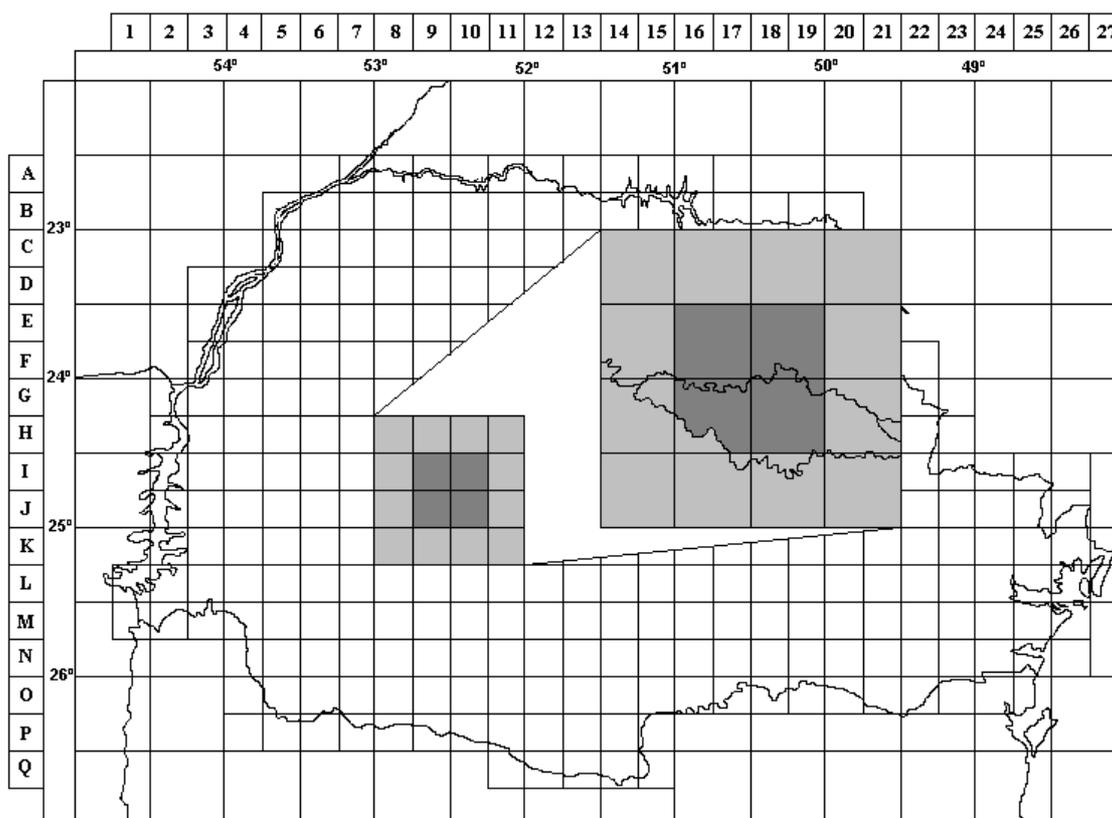


Figura 4.2.2.1 Área de estudo, em destaque a partir de sua localização no Estado do Paraná. Quadrículas em cinza escuro referem-se à Zona Nuclear (Zn), sendo possível notar o ponto em que o Rio Cantu deságua no rio Piquiri. Em cinza claro está indicada a Zona Periférica (Zp). A sistematização de quadrículas obedece Straube & Urben-Filho (2001).

• Análise

A avaliação das características da avifauna baseou-se primariamente em listas de espécies (seguindo o ordenamento de Scherer-Neto & Straube, 1995, na escala definida Zn + Zp), cujos registros foram obtidos na literatura pertinente, em acervos de museus e em trabalho de campo realizado entre 23 e 24 de janeiro de 2001. Nessa viagem, foram analisados os habitats locais e suas condições de suporte para a fauna, bem como foram realizadas observações *in situ*, durante a qual utilizaram-se as técnicas de campo convencionais: reconhecimento visual com auxílio de binóculos 7x35, identificação de vocalizações e busca por vestígios ou evidências de ocorrência.

Com base na compilação de espécies de ocorrência confirmada e supositiva para a área de estudo foram procedidas as análises referentes à caracterização diagnóstica da avifauna local, bem como de suas interações ecológicas relevantes, para subsidiar propostas de gerenciamento e planos conservacionistas e de manejo futuro. Uma lista de espécies, seguindo o ordenamento taxionômico de Scherer-Neto & Straube (1995), bem como

eventualmente em Sick (1997) e CBRO (2000; 2001), embasou a maior parte das considerações deste documento (tabela 4.2.2.5).

- **Resultados**

De uma forma geral as espécies que se submetem a alguma ameaça em seu contingente populacional são aquelas cujas restrições ao hábitat são tão estreitas, que qualquer alteração ambiental oferece riscos à sua sobrevivência. Espécies tipicamente florestais estão mais sujeitas a um declínio e mesmo a extinções locais, variando tal aspecto de acordo com aspectos intrínsecos e particulares a cada organismo. Em vários casos, mesmo as espécies de habitats abertos, tradicionalmente conhecidas por serem mais adaptáveis, também sofrem com tais modificações, ainda que sutis. Dessa forma, é lícito admitir que apenas uma análise específica, tomada caso a caso, pode resultar em algum tipo de previsão mais embasada das conseqüências decorrentes de ações antrópicas (Straube, 1995b).

O estado fragmentário e consideravelmente supositivo das informações sobre a composição da avifauna na área de estudo (Maack, 1963), dificulta essa análise, que forçosamente utiliza-se de uma riqueza não exatamente representativa, alia-se a essa problemática. Não obstante, alguns indicativos, ainda que prévios, somam-se à argumentação presente.

Há que se considerar, inicialmente, que a avifauna regional distingue duas composições, definidas em uma escala cronológica coincidente com o ritmo da alteração do ambiente em decorrência da instalação de atividades agropecuárias e, especialmente, da colonização humana (Straube, 1995b).

Um panorama original pode ser definido como composto de matas com flora tipicamente transicional, ilustrado por representações de espécies vegetais e paisagens mistas entre as florestas Estacional Semidecidual (mata estacional) e Ombrófila Mista (mata de araucária), eventualmente entremeada por estepes (campos planálticos), em alguns casos influenciadas por uma vegetação savanóide (cerrado) contígua (Straube, 1998). Em tais ambientes, predominaram aves tipicamente silvícolas, ricamente representadas por aves terrícolas e diversificadas tamnícolas, em especial aquelas próprias do sub-bosque sombrio e úmido da mata fechada, bem como de brenhas e adensamentos com taquarais. Também se destacavam espécies que forrageiam intensamente nas ramagens dos estratos médios a superior.

Assim como atualmente verificado em diversas áreas cuja orografia é acidentada a tal extremo que sejam notáveis variados estádios altitudinais (zonas de vida), havia um gradiente de ocorrência de espécies como conseqüência da variação climática, com vários casos de deslocamentos altitudinais decorrentes de fenômenos sazonais de frutificação.

Atualmente, uma pequena fração desses habitats naturais apresenta-se intacta ou ligeiramente perturbada e quando muito, restringe-se aos poucos e pequenos remanescentes, raramente ocupando mais do que 100 ha contínuos. Ao tempo em que tais formações vegetacionais foram sendo substituídas por paisagens alteradas, grande parcela de sua avifauna foi sendo também gradativa ou drasticamente substituída por elementos invasores e colonizadores de borda (cf. Willis e Oniki, 1988; Alvarenga, 1990; Pacheco, 1993). Tais espécies podem ser exemplificadas inicialmente com casos clássicos de invasões e mesmo de ampliações distribucionais induzidas pela antropização. Ainda que sejam consideradas autóctones, essas aves representam colonizações oriundas de regiões mais setentrionais (campos e cerrados do Brasil Central) e meridionais (pampas e zonas andinas), onde os habitats abertos encontram-se muito mais representados. Espécies granívoras destacam-se nesse rol, embora uma notável variedade de omnívoras também se sobressaia. Alguns insetívoros de borda completam o panorama avifaunístico recente, especialmente certos elementos colonizadores de bordas e mesmo aqueles que admitem acentuados graus de sinantropia.

Diversos caso de extinções locais também podem ser previstos com absoluta segurança, tomando-se como base os múltiplos casos observados em diversas áreas tropicais da América do Sul (Whitmore, 1997), inclusive no sudeste do Brasil (Willis, 1979). Nesse caso particular, destacam-se espécies do sub-bosque e outras muito estreitamente adaptadas a tipos peculiares de associações vegetacionais, adensamentos ou mesmo a espécies vegetais que lhes forneçam abrigo e alimentação diferenciados (Wong, 1985, 1986; Bierregaard, 1990). Também com alguma severidade são atingidos frugívoros de grande porte (Ramphastidae, Psittacidae, espécies de Passeriformes, como *Pyroderus scutatus*), que necessitam de vastas áreas com alimento disponível, buscado em um ciclo circadiano de extensão considerável (Willis, 1979), e também alguns predadores maiores (especialmente Accipitridae e Strigidae) (Albuquerque, 1995; Bierregaard, 1998), bem como representantes variados de nectarívoros (família Trochilidae).

Apesar de tamanha adulteração no ambiente (Bibby *et al* , 1992; MMA, 1999), tendo como conseqüência os episódios de extinções locais e colonizações induzidas, já descritos acima, algumas espécies de interesse sob o ponto de vista conservacionista, ainda podem ser encontradas na área de estudo, mais como exemplos relictuais, restritos aos poucos remanescentes restantes, via de regra, fornecedores de algum tipo de qualidade especial ainda não perturbada (Bierregaard e Lovejoy, 1989; Bierregaard & Stouffer, 1995; Mikich, 1996). Nesse sentido, pode-se lembrar dos ambientes de taquarais, que protegem, em parte, o micro-clima original, devido a um maior adensamento da vegetação, favorecendo condições relativamente assemelhadas ao hábitat original (Willis, 1979). Da mesma forma,

algumas extensões de mata juxtafluvial que resistiram a esse processo, em geral como mera obediência – nem sempre cumprida – da legislação pertinente, ainda subsistem, abrigando não pouco importante avifauna típica desses ambientes.

Alguns exemplos selecionados de aves que se enquadram nesse quesito estão apresentados na tabela 4.2.2.4.

Tabela 4.2.2.4 – Espécies de aves de interesse conservacionista e seus *status*, cuja presença na bacia hidrográfica do rio Cantu é baseada em registros confirmados e ocorrência hipotética.

Espécie/status	INT			NAC		EST				
	IUCN	RDB		IBAMA		IAP				
	T	T	NT	A	QA	PE	A	R	V	I
<i>Penelope obscura</i>										
<i>Geotrygon violacea</i>										
<i>Amazona vinacea</i>										
<i>Leptasthenura setaria</i>										
<i>Biatas nigropectus</i>										
<i>Psiloramphus guttatus</i>										

Legenda:

Proteção legal e seus âmbitos:

INT – protegida por acordos internacionais ou citada em publicações conservacionistas:

- IUCN (1995):

Categorias: T - threatened (ameaçada);

- RDB-Collar et al. (1992: Bird Red Data Book of the Americas):

Categorias: T – threatened (ameaçada)

NT – near-threatened (quase-ameaçada)

NAC – protegida pela legislação federal (Portaria 1522, 19 de dezembro de 1989)

- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis):

Categorias: A – ameaçada

QA – quase ameaçada

EST, protegida pela legislação estadual do Paraná (Lei 11067, 17 de fevereiro de 1995)

- IAP (Instituto Ambiental do Paraná):

Categorias: PE – provavelmente extinta

A – ameaçada

R – rara

V – vulnerável;

I – status indeterminado

A tabela 4.2.2.5 apresenta a lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética para a área de estudo.

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ*.

Nome científico	Nome popular
Ordem Tinamiformes	
Família Tinamidae	
<i>Crypturellus obsoletus</i> *	nambu-guaçu
<i>Crypturellus parvirostris</i> *	nambu-xororó
<i>Crypturellus tataupa</i> *	nambu-xintã
<i>Rynchotus rufescens</i> *	perdiz
<i>Nothura maculosa</i> *	codorna

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ* (continuação).

Nome científico	Nome popular
Ordem Pelecaniformes	
Família Phalacrocoracidae	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá
Ordem Ciconiiformes	
Família Ardeidae	
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira
<i>Syrigma sibilatrix</i> *	maria-faceira
Ordem Falconiformes	
Família Cathartidae	
<i>Coragyps atratus</i> *	urubu
<i>Cathartes aura</i> *	corvo-pimenta
Família Accipitridae	
<i>Elanus leucurus</i> *	gavião-peneira
<i>Elanoides forficatus</i> *	gavião-tesoura
<i>Ictinia plumbea</i> *	sovi
<i>Accipiter sp.</i> *	gaviãozinho
<i>Buteo magnirostris</i> *	gavião-carijó
Família Falconidae	
<i>Milvago chimachima</i>	pinhé
<i>Polyborus plancus</i>	carancho
<i>Falco sparverius</i>	quiri-quiri
Ordem Galliformes	
Família Cracidae	
<i>Penelope obscura</i> *	jacu-gauçu
Família Phasianidae	
<i>Odontophorus capueira</i>	uru
Ordem Gruiformes	
Família Rallidae	
<i>Rallus nigricans</i>	saracura-sanã
<i>Aramides saracura</i> *	saracura-do-mato
<i>Gallinula chloropus</i>	frango-d'água
Ordem Charadriiformes	
Família Jacanidae	
<i>Jacana jacana</i> *	jaçanã
Família Charadriidae	
<i>Vanellus chilensis</i> *	quero-quero
Ordem Columbiformes	
Família Columbidae	
<i>Columba picazuro</i> *	pomba-asa-branca
<i>Columba cayennensis</i> *	pomba-galega
<i>Zenaida auriculata</i> *	avoante
<i>Columbina picui</i>	rolinha
<i>Columbina talpacoti</i> *	rolinha
<i>Claravis pretiosa</i>	rola-azul
<i>Leptotila rufaxilla</i> *	juriti
<i>Leptotila verreauxi</i> *	juriti
<i>Geotrygon violacea</i>	rola-do-mato
Ordem Psittaciformes	
Família Psittacidae	
<i>Aratinga leucophthalmus</i> *	araguaí

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ* (continuação).

Nome científico	Nome popular
<i>Pyrrhura frontalis</i> *	tiriva
<i>Pionus maximiliani</i> *	baitaca
<i>Amazona vinacea</i>	papagaio-peito-roxo
Ordem Cuculiformes	
Família Cuculidae	
<i>Piaya cayana</i> *	alma-de-gato
<i>Crotophaga major</i>	anu-coroca
<i>Crotophaga ani</i> *	anu-preto
<i>Guira guira</i> *	anu-branco
<i>Tapera naevia</i> *	saci
<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito
Ordem Strigiformes	
Família Strigidae	
<i>Otus choliba</i> *	corujinha
<i>Speotyto cunicularia</i> *	coruja-buraqueira
Ordem Caprimulgiformes	
Família Caprimulgidae	
<i>Nyctidromus albicollis</i> *	curiango
Ordem Apodiformes	
Família Apodidae	
<i>Streptoprocne sp.</i>	andorinhão
Ordem Trochiliformes	
Família Trochilidae	
<i>Phaethornis eurynome</i> *	beija-flor-rsicado
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	beija-flor-do-rabo-branco
<i>Stephanoxis loddigesi</i>	topetinho
<i>Chlorostilbon aureoventris</i> *	besourinho
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado
Ordem Trogoniformes	
Família Trogonidae	
<i>Trogon surrucura</i> *	surucuá
Ordem Coraciiformes	
Família Alcedinidae	
<i>Ceryle torquata</i> *	martim-pescador
Família Momotidae	
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> *	jujuva
Ordem Piciformes	
Família Ramphastidae	
<i>Selenidera maculirostris</i>	araçari-poca
<i>Ramphastos dicolorus</i> *	tucano-bico-verde
Família Picidae	
<i>Picumnus cirratus</i>	pica-pau-anão
<i>Melanerpes candidus</i>	birro
<i>Melanerpes flavifrons</i> *	benedito
<i>Veniliornis spilogaster</i> *	pica-pau-verde
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo
<i>Dryocopus lineatus</i> *	pica-pau-de-cabeça-vermelha
Ordem Passeriformes	
Família Dendrocolaptidae	
<i>Sittasomus griseicapillus</i> *	arapaçu-verde

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ* (continuação).

Nome científico	Nome popular
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> *	arapaçu
<i>Lepidocolaptes fuscus</i>	arapaçu-escamoso
Família Furnariidae	
<i>Furnarius rufus</i> *	joão-de-barro
<i>Leptasthenura setaria</i>	grimpeirinho
<i>Synallaxis ruficapilla</i> *	joão-teneném
<i>Synallaxis spixi</i> *	bentererê
<i>Synallaxis frontalis</i> *	triclím
<i>Synallaxis cinerascens</i>	pipui
<i>Cranioleuca obsoleta</i>	arredio
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> *	trepador
<i>Philydor rufus</i> *	limpa-folhas
<i>Automolus leucophthalmus</i>	barranqueiro
<i>Sclerurus scansor</i>	vira-folhas
<i>Lochmias nematura</i> *	joão-porca
Família Formicariidae	
<i>Hypoedaleus guttatus</i> *	matraca
<i>Batara cinerea</i>	matracão
<i>Mackenziaena leachii</i>	brujara
<i>Mackenziaena severa</i> *	brujara-assobiador
<i>Biatas nigropectus</i>	chocão
<i>Thamnophilus caerulescens</i> *	choca-da-mata
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-de-boné
<i>Dysithamnus mentalis</i> *	choquinha
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> *	papa-formigas
<i>Drymophila rubricollis</i> *	trovoada
<i>Drymophila malura</i> *	choquinha-da-tranqueira
<i>Pyriglena leucoptera</i> *	papa-taoca
<i>Chamaeza campanisona</i> *	tovaca
<i>Conopophaga lineata</i> *	chupa-dente
Família Rhinocryptidae	
<i>Psiloramphus guttatus</i> *	macuquinho
<i>Scytalopus indigoticus</i> *	macuquinho
Família Tyrannidae	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha
<i>Myiopagis viridicata</i>	caga-sebo
<i>Myiopagis caniceps</i> *	caga-sebo
<i>Serpophaga subcristata</i>	alegrinho
<i>Capsiempis flaveola</i> *	amarelinho
<i>Euscarthmus meloryphus</i> *	barulhento
<i>Mionectes rufiventris</i> *	supi
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> *	abre-asas
<i>Corythopsis delalandi</i>	estalador
<i>Myiornis auricularis</i> *	miudinho
<i>Hemitriccus diops</i> *	olho-falso
<i>Todirostrum plumbeiceps</i> *	tororó
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> *	bico-chato
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	patinho
<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe
<i>Contopus cinereus</i>	pipui
<i>Lathrotriccus euléri</i> *	enferrujado

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ* (continuação).

Nome científico	Nome popular
<i>Colonia colonus</i>	viuvinha
<i>Hirundinea bellicosa</i>	birro
<i>Machetornis rixosus</i> *	siriri-cavaleiro
<i>Myiarchus sp.</i> *	maria-caveleira
<i>Syristes sibilator</i> *	assobiador
<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri
<i>Tyrannus savana</i> *	tesourinha
<i>Megarynchus pitangua</i> *	neinei
<i>Myiodynastes maculatus</i> *	bem-te-vi-rajado
<i>Empidonomus varius</i> *	peitica
<i>Legatus leucophaius</i>	bem-te-vi-ladrão
<i>Pitangus sulphuratus</i> *	bem-te-vi
<i>Pachyramphus castaneus</i> *	caneleirinho
<i>Pachyramphus polychopterus</i> *	caneleirinho-cinza
<i>Tityra cayana</i> *	anambézinho
Família Pipridae	
<i>Schiffornis virescens</i> *	flautim
<i>Chiroxiphia caudata</i> *	tangará
Família Hirundinidae	
<i>Tachycineta albiventer</i> *	andorinha-do-rio
<i>Progne chalybea</i>	andorinha
<i>Progne sp.</i> *	andorinha
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> *	andorinha-pequena
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> *	andorinha-serradora
Família Motacillidae	
<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro
Família Troglodytidae	
<i>Troglodytes musculus</i> *	corruíra
Família Mimidae	
<i>Mimus saturninus</i> *	sabiá-do-campo
Família Turdidae	
<i>Turdus rufiventris</i> *	sabiá-laranjeira
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-branca
<i>Turdus albicollis</i> *	sabiá-coleira
Família Emberizidae	
<i>Zonotrichia capensis</i> *	tico-tico
<i>Ammodramus humeralis</i>	tici-tico-rato
<i>Sicalis flaveola</i> *	canário-da-terra
<i>Volatinia jacarina</i> *	tiziu
<i>Sporophila caerulescens</i> *	coleirinho
<i>Amaurospiza moesta</i> *	negrinho-do-mato
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	tico-tico-rei
<i>Saltator similis</i> *	trinca-ferro
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i> *	cabecinha-castanha
<i>Passerina brissonii</i> *	azulão
<i>Cissopis leveriana</i>	tié-tinga
<i>Hemithraupis guira</i> *	cabeça-enferrujada
<i>Nemosia pileata</i>	tié-cinzento
<i>Tachyphonus coronatus</i> *	tié-preto
<i>Trichothraupis melanops</i> *	tié-de-topete
<i>Habia rubica</i>	tié-do-mato

Tabela 4.2.2.5 – Lista de aves de ocorrência comprovada ou hipotética na área de estudo, segundo informações disponíveis na literatura e na pesquisa de campo. Espécies assinaladas por um asterisco (*) tiveram ocorrência comprovada *in situ* (continuação).

Nome científico	Nome popular
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço
<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva
<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo
<i>Euphonia chlorotica</i> *	fim-fim
<i>Euphonia pectoralis</i>	gaturamo
<i>Tersina viridis</i> *	saí-andorinha
Família Parulidae	
<i>Parula pitiayumi</i> *	mariquita
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> *	pia-cobra
<i>Basileuterus culicivorus</i> *	bispo
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> *	pula-pula
<i>Conirostrum speciosum</i> *	saí
Família Vireonidae	
<i>Cyclarhis gujanensis</i> *	pitiguari
Família Icteridae	
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe
<i>Cacicus chrysopterus</i>	tecelão
<i>Leistes superciliaris</i> *	polícia-inglesa
<i>Molothrus bonariensis</i> *	vira-bosta
Família Fringillidae	
<i>Carduelis magellanicus</i> *	pintassilgo
Família Corvidae	
<i>Cyanocorax chrysops</i> *	gralha-amarela

4.2.2.4 Herpetofauna

- **Répteis**
- Introdução

A fauna de répteis da Região Neotropical possui uma grande riqueza de espécies e a inter-relação entre essas espécies sugere uma grande complexidade de relações ecológicas (Duellman, 1978; Henderson *et al.*, 1979; Vitt, 1987). Entretanto, dados sobre história natural e auto-ecologia de répteis da América do Sul são deficientes e os fatores tidos como principais responsáveis por essa escassez de informações são os hábitos discretos e o encontro fortuito de répteis (Fitch, 1987; Sazima, 1989).

A grande maioria dos trabalhos que abordam a composição faunística e aspectos de história natural das comunidades de Squamata, no Brasil, está centrada na Amazônia (Vanzolini, 1972; 1986; Cunha & Nascimento, 1978; Zimmerman & Rodrigues, 1990; Martins, 1991; Ávila-Pires, 1995) e na Mata Atlântica (Argôlo, 1992; Franco *et al.*, 1998; Rodrigues, 1990; Marques, 1998, Marques *et al.*, 2001). Outros poucos estudos herpetofaunísticos abordando aspectos de história natural também foram feitos na Caatinga (Vanzolini *et al.*, 1980; Vitt &

Vangilder, 1983), no cerrado (Vanzolini, 1948) e no Pantanal do Mato Grosso (Strüssmann, 1992; Strüssmann & Sazima, 1993).

A partir de estudos ecológicos mais amplos, que abordam herpetofaunas locais, puderam-se obter informações valiosas sobre a estrutura de suas comunidades (e.g. Myers & Rand, 1969; Crump, 1971; Duellman, 1978; Dixon & Soini, 1986; Vanzolini, 1986; Zimmerman & Rodrigues, 1990, Strüssmann & Sazima, 1993). Os aspectos que são geralmente analisados dizem respeito à composição em espécies, afinidades biogeográficas e utilização de recursos como alimento, substrato e período de atividade.

Trabalhos que envolvam grandes esforços de coleta e que registrem essas informações podem ser utilizados na caracterização da riqueza de répteis de uma região. A abundância absoluta das espécies dificilmente pode ser quantificada, mas a abundância relativa vem sendo estimada para algumas taxocenoses de serpentes (e.g. Silva *et al.*, 1985; Strüssmann & Sazima, 1993; Martins, 1994, Marques, 1998). Contudo, a frequência de encontro de indivíduos de cada espécie está relacionada ao método de coleta empregado (*cf.* Silva *et al.*, 1985; Martins, 1994; Marques, 1998), o que constitui um obstáculo na comparação de diferentes estudos.

Os répteis constituem um grupo que possui tanto espécies com amplo potencial de ocupação de áreas alteradas, ou resistentes a alterações radicais, quanto espécies extremamente sensíveis a distúrbios ambientais (Moura-Leite *et al.*, 1993). Isso faz com que cada região do Brasil apresente um complexo mosaico de espécies, só plenamente reconhecível após levantamentos sistematicamente organizados. Em áreas com variado histórico agro-pastoril e pequena tradição zoológica, como o Estado do Paraná, muitas regiões não se encontram adequadamente inventariadas e, portanto, os dados disponíveis são incompletos, imprecisos e superficiais. Essa é a realidade para o norte e o oeste paranaenses.

Ainda assim, a caracterização herpetofaunística da bacia hidrográfica do rio Cantu é viável através de análise da lista das espécies ocorrentes na região (obtida neste estudo e em coleções científicas) e de inferências plausíveis a partir de uma avaliação qualitativa da área: se muito alterada, o quanto se encontra perturbada, que tipos de distúrbios sofreu, a antiguidade dessas alterações, a composição florística das áreas em recuperação (capoeiras) e outros dados indiretos.

A bacia hidrográfica do rio Cantu, ocupada desde a década de 20 do século passado, já há meio século vem sendo explorada, inicialmente com as culturas de café e erva-mate e, a partir dos anos 70, cada vez mais com pastagens e plantações de soja e fumo (Ferreira, 1999; observações pessoais). Mesmo empobrecida pelo elevado grau de desmatamento

que sofre há décadas (Maack, 1963; 1981), a região apresenta uma herpetofauna que reflete a transição entre a Floresta Estacional e a Floresta com Araucária, bem como entre uma zona de clima Cfb para outra com clima do tipo Cfa da classificação de Köppen (Stellfeld, 1949; Maack, 1950; 1981). É nítida, também, a influência da forte descaracterização vegetal regional, que privilegia comunidades de répteis de ambientes abertos (campestres) em detrimento das formas florestais que predominavam antes dos desmatamentos.

- Métodos

Para se realizar um breve diagnóstico da herpetofauna local, buscou-se listar as espécies comprovadamente existentes em Pitanga, Santa Maria do Oeste, Mato Rico, Palmital, Laranjal, Altamira do Paraná, Roncador, Nova Cantu e Campina da Lagoa. Esses topônimos foram a base para o levantamento de informações nos acervos herpetológicos e na literatura sobre herpetofauna do sul do Brasil.

As coleções científicas consultadas foram as únicas que possuem relevante material herpetológico das regiões oeste e norte do Paraná, ou seja: os acervos do Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI - Curitiba) e do Instituto Butantan (IBSP - São Paulo). Também foram de grande utilidade os registros de entrada de animais peçonhentos no Centro de Produção e Pesquisas de Imunobiológicos (CPPI – Piraquara), que desde 1987 recebe doações de todo o Estado do Paraná para o acervo vivo de seu Serpentário.

Visitaram-se os colégios estaduais de seis dos principais municípios limítrofes ao rio Cantu: Palmital, Laranjal, Altamira do Paraná, Nova Cantu, Roncador e Mato Rico. É hábito freqüente, no interior do Brasil, o colecionamento de animais mortos e fixados em álcool, em Salas de Ciências ou laboratórios escolares (figura 4.2.2.3), na intenção de que estes sejam úteis aos professores. O exame desses animais é uma medida que se mostra cada vez mais eficiente na geração instantânea de informações acerca de faunas regionais, já que especialistas são capazes de identificar rapidamente os répteis guardados nessas instituições. Muitas vezes as escolas não se importam em doar os exemplares guardados em álcool e este se revela um relevante método de amostragem faunística, já que, via de regra, são répteis recentemente capturados na região, sem qualquer intuito seletivo determinado, servindo à formação de um perfil da fauna local.

Em campo realizaram-se atividades de procura intensiva (=busca intencional) e captura de répteis nos mais diversos esconderijos (serapilheira, troncos caídos, rochas, cascas de árvores, moitas, lajes de pedra, etc) dos mais variados ambientes (várzeas, banhados, brejos, reflorestamentos, pastagens atuais e antigas, margens de matas, ribeirões e assim por diante). As buscas foram feitas a pé (quando por trilhas) ou de carro, sendo priorizados

os momentos de maior atividade herpetofaunística, como as horas mais quentes do dia, o entardecer e o período noturno.

Em algumas ocasiões procedeu-se a registros visuais das espécies, os quais são considerados suficientes para inventários faunísticos quando se aborda exemplares de grande porte ou espécies em época de reprodução, e, ainda, répteis ameaçados de extinção. Registros feitos apenas por observações são aceitos sempre se (e somente se) tratam-se de espécies de caracterização e identificação morfológica indiscutíveis.

Foram também valorizados os registros indiretos (rastros, ninhos abandonados, tocas, vocalizações, exúvias, cascas de ovos, carcaças em decomposição, ossos, dentes, unhas, peles e outros vestígios em fezes de animais carnívoros), bem como os espécimes encontrados atropelados em rodovias da região. Outro recurso utilizado foi entrevistar moradores locais, procurando fazer com que estes se manifestassem livremente sobre os répteis que costumam ver e suas características diagnósticas (coloração, porte, comportamento, horário de atividade, ambiente preferencial, vocalização e outras formas de reconhecimento popular das espécies).

Os espécimes obtidos vivos foram acondicionados em caixas de madeira próprias para o armazenamento de serpentes peçonhentas, ou em sacos de estopa e recipientes plásticos. Os dados de coleta anotados foram: data, localidade exata (coordenadas geográficas inclusive), horário solar, ambiente, comportamento do animal no ato da captura e substrato utilizado pelo animal. Mesmo para animais encontrados mortos, esses dados foram recolhidos. Todos os exemplares obtidos, por qualquer um dos métodos acima descritos, foram encaminhados ao Museu de História Natural Capão da Imbuia (Curitiba, Paraná).

- Resultados

Os três elementos formadores da flora da região estudada, ou seja, a Floresta Estacional, a Floresta com Araucária e as áreas desmatadas, podem ser categorizados segundo uma ordem de graus de influência na composição de sua herpetofauna, do mais determinante ao menos determinante. Assim, encontrou-se a seguinte seqüência de grau de influência na região da bacia hidrográfica do rio Cantu: Floresta Estacional > Áreas Abertas (desmatadas) > Floresta com Araucária. Essa categorização respeita a representatividade e a extensão atual de cada uma dessas formações, seus remanescentes e abrangências empiricamente estimados.

A análise aqui empregada focaliza principalmente as espécies ecologicamente antagônicas (eurióicas *versus* estenóicas, euritêrmicas *versus* estenotêrmicas, eurípagas *versus* estenófagas, superandarilhas *versus* filopátricas, campícolas *versus* florestais, vivíparas *versus* ovíparas, etc) para construir uma idéia o mais realista possível da fauna de répteis da

área estudada, tendo como base diversas considerações dispersas pela literatura herpetológica brasileira (e.g. Vanzolini, 1972; Amaral, 1977; Vanzolini *et al.*, 1980; Campbell & Lamar, 1989; Vitt, 1991; Sazima & Haddad, 1992; Moura-Leite *et al.*, 1993; Franco *et al.*, 1998; Marques *et al.*, 2001).

Feitas essas considerações, para a região em que está inserida a bacia hidrográfica do rio Cantu recebem maior atenção áreas que ainda suportem répteis preferencialmente estenóicos, estenotérmicos, estenófagos, filopátricos, florestais, gregários e ovíparos, além dos naturalmente raros e incomuns. Das espécies constatadas destacam-se, portanto, o jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris*, o cágado-preto *Platemys spixii* e a cobra muçurana *Clelia plumbea*. O primeiro está presente em todas as listas brasileiras de espécies ameaçadas em que os répteis foram considerados (e.g. Bernardes *et al.*, 1990; Morato *et al.*, 1995). O cágado-preto tem sido citado como candidato às listagens de comércio ilegal de animais, divulgadas pelo CITES. A muçurana *Clelia plumbea* foi incluída em dois estudos recentes sobre faunas regionais ameaçadas de extinção, dos estados de Paraná e São Paulo (Morato *et al.*, 1995; São Paulo, 1998).

Na tabela 4.2.2.6 estão relacionados os répteis registrados para a região da bacia hidrográfica do rio Cantu.

Tabela 4.2.2.6 - Répteis registrados para a região da bacia hidrográfica do rio Cantu.

	Répteis por Ordem, Família e Espécies (ordenadas alfabeticamente)	Bioma correlato	Hábitat preferido	Status regional
	Família Chelidae			
01	<i>Phrynops geoffroanus</i> (cágado-de-barbelas)	estacional	aquático	incomum
02	<i>Platemys spixii</i> (cágado-preto)	diversos	aquático	raro
	Família Alligatoridae			
03	<i>Caiman latirostris</i> (jacaré-do-papo-amarelo)	estacional	ripário	raro
	Família Polychrotidae			
04	<i>Anisolepis grilli</i> (lagartinho)	araucária	florestal	incomum
	Família Gekkonidae			
05	<i>Hemidactylus mabouia</i> (lagartixa-de-parede)	diversos	urbano	abundante
	Família Anguidae			
06	<i>Ophiodes fragilis</i> (cobra-de-vidro)	diversos	fossorial	comum
	Família Teiidae			
07	<i>Tupinambis merianae</i> (lagarto-teiú)	diversos	campestre	abundante
	Família Gymnophthalmidae			
08	<i>Pantodactylus schreibersii</i> (lagartinho)	campos	campestre	comum
	Família Amphisbaenidae			
09	<i>Amphisbaena mertensii</i> (cobra-de-duas-	araucária	fossorial	comum
10	<i>Amphisbaena darwini</i> (cobra-de-duas-cabeças)	campos	fossorial	comum
	Família Anomalepididae			
11	<i>Liotyphlops beui</i> (cobra-cega)	diversos	fossorial	comum

Tabela 4.2.2.6 - Répteis registrados para a região da bacia hidrográfica do rio Cantu (continuação).

	Répteis por Ordem, Família e Espécies (ordenadas alfabeticamente)	Bioma correlato	Hábitat preferido	Status regional
	Família Colubridae			
12	<i>Clelia plumbea</i> (muçurana)	estacional	florestal	raro
13	<i>Chironius bicarinatus</i> (cobra-cipó)	diversos	florestal	incomum
14	<i>Chironius exoletus</i> (cobra-cipó)	estacional	florestal	raro
15	<i>Dipsas indica</i> (dormideira)	estacional	florestal	raro
16	<i>Echianthera cyanopleura</i> (cobra-cipó)	diversos	florestal	incomum
17	<i>Erythrolamprus aesculapii</i> (falsa-coral)	estacional	campestre	abundante
18	<i>Helicops infrataeniatus</i> (cobra-d'água)	diversos	aquático	comum
19	<i>Liophis miliaris</i> (cobra-d'água)	diversos	ripário	abundante
20	<i>Liophis poecilogyrus</i> (cobra-de-capim)	campos	campestre	abundante
21	<i>Mastigodryas bifossatus</i> (terra-nova)	campos	campestre	comum
22	<i>Oxyrhopus clathratus</i> (falsa-coral)	araucária	florestal	incomum
23	<i>Oxyrhopus guibei</i> (falsa-coral)	campos	campestre	abundante
24	<i>Philodryas olfersii</i> (cobra-verde)	diversos	florestal	abundante
25	<i>Philodryas patagoniensis</i> (papa-pinto)	campos	campestre	comum
26	<i>Pseudoboa haasi</i> (muçurana)	araucária	florestal	raro
27	<i>Sibynomorphus mikani</i> (dormideira)	campos	campestre	abundante
28	<i>Spilotes pullatus</i> (caninana)	estacional	florestal	incomum
29	<i>Thamnodynastes strigatus</i> (cobra-espada)	diversos	florestal	abundante
30	<i>Tomodon dorsatus</i> (cobra-espada)	araucária	campestre	comum
	Família Elapidae			
31	<i>Micrurus altirostris</i> (coral-verdadeira)	araucária	florestal	raro
32	<i>Micrurus corallinus</i> (coral-verdadeira)	estacional	florestal	comum
	Família Viperidae			
33	<i>Bothrops jararaca</i> (jararaca)	diversos	florestal	abundante
34	<i>Bothrops jararacussu</i> (jaracuçu)	estacional	florestal	incomum
35	<i>Crotalus durissus</i> (cascavel)	campos	campestre	abundante

Contraopondo-se as espécies consideradas raras ou incomuns (14 espécies, 40% do total) contra as classificadas como comuns ou abundantes (21 espécies, 60% do total), na região do rio Cantu, nota-se que há um forte predomínio das formas de áreas abertas ou das formas generalistas (que ocupam mais de um bioma) sobre as florestais. Todas as 8 espécies chamadas "campestres" (ver tabela) estão no grupo das comuns-abundantes. Por outro lado, 73% (11 espécies) das formas florestais estão no grupo das raras-incomuns, ficando apenas 27% (4 espécies) entre as comuns-abundantes.

Chama a atenção, também, o fato de que 34% (um terço) dos répteis constatados para a região têm caráter ubíquo, ou seja, por não estarem relacionadas a um bioma específico foram tratadas como generalistas. E merece destaque o fato de que 23% das espécies são compostos por formas campestres, que sem dúvida não faziam parte da composição original da bacia do Rio Cantu, uma vez que esta era recoberta por florestas.

Essa relação é inversa à esperada para qualquer região conservada onde a Floresta Estacional e a Floresta com Araucária se encontram, pois nesse caso haveria total dominância de espécies florestais estenóicas sobre ubíquas eurióicas ou ocupantes de áreas abertas. Esse resultado é reflexo do quão alterada se encontra a região, pelo menos no tocante à sua fauna de répteis, pois a maioria das formas campícolas é invasora recente de áreas outrora florestais e hoje cobertas por campos artificiais, pastos e zonas agrícolas. A seqüência de ordem de influência na composição herpetofaunística regional, acima citada, pode ser expressa segundo o diagrama da figura 4.2.2.2.

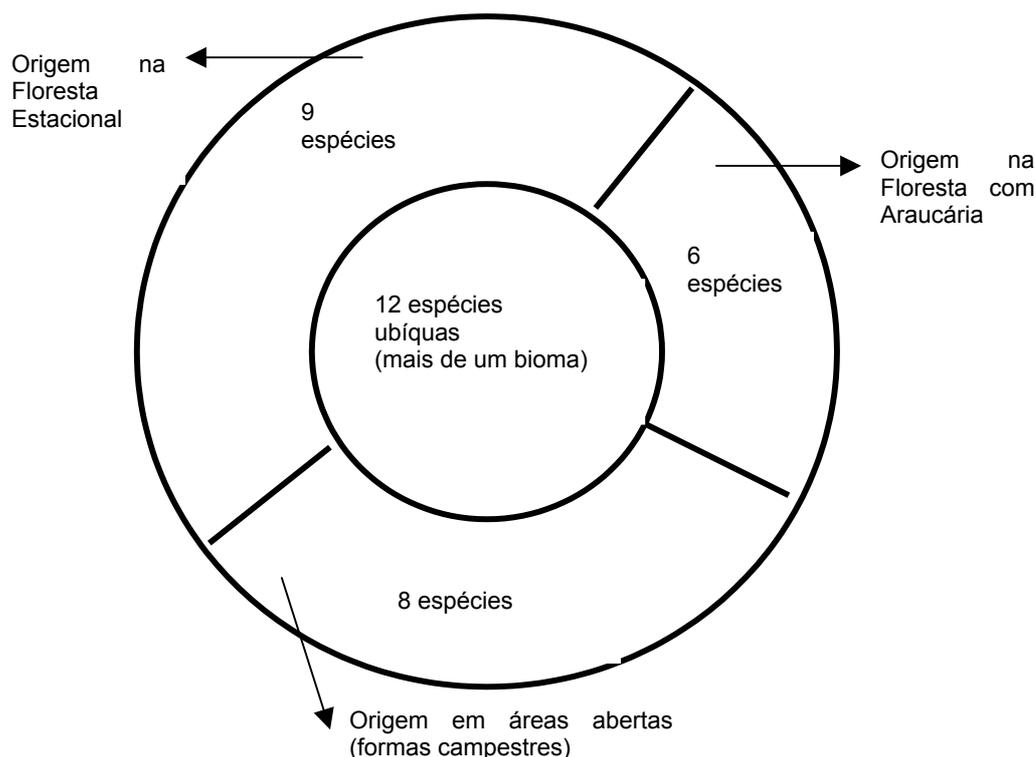


Figura 4.2.2.2 - Diagrama com a seqüência de ordem de influência na composição herpetofaunística regional

A despeito da forte influência que elementos alóctones campestres ou generalistas exercem sobre a comunidade regional de répteis, os elementos florestais, incluindo os não estritamente florestais, ainda perfazem boa parte das espécies registradas. As formações florestais que resistiram na região, sob a forma de pequenas capoeiras, estreitas faixas de mata ciliar ou capões artificiais, ainda sustentam pelo menos 9 Squamata relacionados à Floresta Estacional e 6 relacionados à Floresta com Araucária. Esses elementos florestais remanescentes deveriam ser o foco herpetológico principal de conservação na região estudada.

Espécies fossoriais são de difícil obtenção e interpretação, demandando estudos de maior duração para que possam ser bem caracterizadas. As aquáticas, *idem*, estando os cágados e jacarés entre os vertebrados aquáticos que melhor resistem a alterações drásticas de seus ambientes de atividade alimentar e reprodutiva (Pritchard & Trebbau, 1984). Assim sendo, a presença do jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, na região, não é sintoma de ambiente bem conservado ou primitivo, mesmo sendo esta uma espécie considerada como ameaçada de extinção (Morato, 1992; Morato *et al.*, 1995). A serpente florestal ameaçada de extinção, *Clelia plumbea*, embora rara, ainda é encontrada na região, o que confere grande importância aos citados remanescentes florestais, notadamente os de Floresta Estacional.

As figuras 4.2.2.3 e 4.2.2.4 ilustram as coleções dos colégios estaduais da região utilizadas como fonte de informação sobre a herpetofauna local.



Figura 4.2.2.3 - Pequeno acervo biológico escolar do Colégio Estadual General Carneiro, no município de Roncador, Paraná, usado como fonte de informações sobre a herpetofauna regional.



Figura 4.2.2.4 - Detalhe de *Oxyrhopus clathratus* do acervo biológico do Colégio Estadual Prof João Farias da Costa, município de Nova Cantu, usado como fonte de informações sobre a fauna regional.

- **Anfíbios**
- Introdução

Os anfíbios são um grupo de distribuição geográfica mundial que só não ocorre nas regiões polares, nos desertos mais áridos e em algumas ilhas oceânicas isoladas. Estão em quase todos os tipos de habitats terrestres e de água doce, e sua distribuição é fortemente influenciada pela presença e abundância de água, muitas vezes apenas na forma de chuva. Apesar de depender muito da água para a vida e reprodução, muitas espécies apresentam adaptações à vida em ambientes com longos períodos de aridez.

A maior diversidade e abundância ocorrem nas regiões de matas úmidas neotropicais (América Central, Floresta Amazônica e Floresta Atlântica) (Duellman, 1999). Para o Brasil são conhecidas mais de 600 espécies de anfíbios (Haddad, 1998), sendo que para o Estado do Paraná, Segalla, M. (estudo em andamento), estima a existência de pouco mais de 100 espécies, representando cerca de 16% das espécies conhecidas. No entanto, o Paraná apresenta uma carência de dados taxonômicos, biológicos, ecológicos e zoogeográficos na literatura. Os trabalhos publicados, referentes à anurofauna do Estado, consistem em algumas descrições de espécies (Pombal & Haddad, 1992; Pombal *et al.*, 1998) e alguns estudos recentes sobre comunidades de anuros (Bernade & Anjos, 1999; Machado *et al.*, 1999).

Nos últimos doze anos, pesquisadores de todo o mundo vêm alertando que várias espécies de anfíbios tem desaparecido mesmo dentro de áreas protegidas como parques e reservas. Em decorrência deste fato, iniciaram-se pesquisas para identificar quais seriam os possíveis fatores que estariam contribuindo para o desaparecimento dos anfíbios e estes têm sido reconhecidos como bio-indicadores de qualidade ambiental (Vitt *et al.*, 1990). Dentre diversas causas, certamente a maior ameaça para os anfíbios é a destruição de seus habitats, seguida da poluição, de doenças, de atropelamentos e da introdução de espécies exóticas (Crump *et al.*, 1992; Sherman & Morton, 1993; Pounds *et al.*, 1999; Kiesecker *et al.*, 2001). Todos estes fatores podem atuar sinergicamente com efeitos globais tais como o aquecimento da superfície global, o aumento da exposição a raios ultravioleta e as mudanças nos padrões das estações seca e úmida (Pounds *et al.*, 1999). A perda de hábitat ocorre principalmente em decorrência das atividades agrícolas, drenagem de banhados, obras de engenharia como a construção de estradas e o represamento de rios que inundam grandes áreas, restringindo e fragmentando os ecossistemas naturais e conseqüentemente a distribuição das espécies.

As características do relevo da área estudada determinam compartimentos ambientais diferenciados pelo tipo de vegetação e pelas atividades humanas neles desenvolvidas que são determinantes para as características da anurofauna regional. Historicamente, pode-se considerar que na área estudada predominaram originalmente as áreas florestadas, a ocupação do oeste do Paraná foi intensificada em meados do século XX modificando intensamente essa paisagem, com conseqüências marcantes para a fauna de anfíbios. Após uma fase inicial onde a exploração madeireira foi predominante na economia regional, a atividade agropecuária evoluiu aumentando a densidade da população rural. Essa atividade antrópica, cuja conseqüência mais marcante foi a substituição das áreas florestadas naturais por áreas abertas, refletiu-se na anurofauna num aumento das espécies adaptadas para esses ambientes, que na maior parte dos casos tratam-se de generalistas com ampla distribuição geográfica. Sendo favorecidas também, pela formação de ambientes aquáticos lânticos pela atividade humana, criando locais para o desenvolvimento de suas formas larvais. Desta forma, esses locais de reprodução permanentes ou temporários (poças, açudes, valas, represamentos de rios) contribuíram para aumentar as populações destas espécies.

Portanto, as áreas de alguma significância florestal, que ainda subsistem, restringem-se às margens de rios e a algumas áreas isoladas em meio a plantações, já que a maior parte da região é hoje ocupada por cultivo e outras atividades de origem antrópica.

- Métodos

O método empregado para a coleta de anfíbios consistiu principalmente em busca noturna, sendo a coleta manual e com auxílio de lanterna para indivíduos adultos. Para a localização de muitas espécies, a escuta e gravação das vocalizações dos machos foi empregada. Essas vocalizações permitiram inclusive o reconhecimento específico a distância. Visitas diurnas também foram realizadas a fim de encontrar formas larvais (girinos) levadas para laboratório para que completem seu desenvolvimento, com isso tornando possível a identificação das larvas a nível específico.

Todos os pontos em que foram registrada a presença de anfíbios, as suas coordenadas foram anotadas com auxílio de GPS modelo 12CX. Além do trabalho em campo, foi realizado um levantamento junto a coleção do Museu de História Natural “Capão da Imbuia”, incluindo espécies com registro nas áreas próximas ao empreendimento, bem como utilizados dados constantes no EIA/RIMA e Relatório de Resgate da Fauna Terrestre da UH Salto Caxias.

- Resultados

Durante os trabalhos de campo foram registrados na bacia hidrográfica do rio Cantu um total de 17 espécies de anfíbios, as espécies pertencem às famílias Hylidae (com dez espécies), Leptodactylidae (com cinco espécies), Centrolenidae (com uma espécie) e Microhylidae (com uma espécie) (tabela 4.2.2.7).

Dentre os locais visitados (tabela 4.2.2.8), dois deles se mostraram mais significativos. No município de Nova Cantu, na coordenada 0350610 / 72755060 UTM, foram constatadas seis espécies: *Hyalinobatrachium uranoscopum*, *Aplastodiscus perviridis* (figura 4.2.2.5), *Scinax perereca*, *Hyla minuta*, *Eleutherodactylus binotatus* (figura 4.2.2.6) e *Proceratophrys avelinoi* (figura 4.2.2.7). Também no município de Nova Cantu, mas na coordenada 0352552 / 7275060 UTM, em um açude na borda de uma mata (figura 4.2.2.8), foram registradas 11 espécies: *Scinax fuscovaria*, *Hyla albopunctata* (figura 4.2.2.9), *Hyla caingua* (figura 4.2.2.10), *Hyla prasina*, *Hyla faber*, *Hyla minuta*, *Hyla nana*, *Aplastodiscus perviridis*, *Phyllomedusa tetraploidea*, *Leptodactylus fuscus* (figura 4.2.2.11) e *Physalaemus cuvieri*.

Com um levantamento realizado junto à coleção do Museu de História Natural "Capão da Imbuia", considerando as espécies registradas no EIA/RIMA e Relatório de Resgate da Fauna da UH Salto Caxias e para áreas próximas ao empreendimento, ampliou-se o número de espécies para 23, tendo sido incluídas as espécies: *Bufo ictericus*, *Bufo crucifer*, *Leptodactylus mystacinus*, *Odontophrynus americanus*, *Physalaemus gracilis* e *Phrynohyas venulosa*.

Na tabela 4.2.2.7 estão indicados para cada espécie os habitats preferenciais: (a) Florestal para espécies que estão associadas a formações florestais, incluindo diversos estágios de conservação desde capoeiras até floresta primária; (b) Ripário para espécies de anfíbios que possuem em comum o fato de sua fase larvária (girinos) desenvolver-se em locais de água corrente, desde pequenos córregos até em grandes rios; (c) Palustre para espécies que reproduzem em corpos d'água temporários ou permanentes lênticos, como banhados e áreas úmidas em geral, e (d) Áreas Abertas Alteradas para as espécies que se favorecem com a degradação dos habitats.

Tabela 4.2.2.7 - Lista das espécies de anfíbios com ocorrência registrada ou provável para a bacia hidrográfica do rio Cantu, com indicações de seus habitats preferenciais.

Espécies	Nome popular	Habitats				Ocorrência
		palustre	ripário	florestal	Áreas abertas alteradas	
Família Bufonidae						
<i>Bufo ictericus</i>	sapo					provável
<i>Bufo crucifer</i>	sapo					provável
Família Leptodactylidae						
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	ranzinha-tijolo					registrada
<i>Leptodactylus fuscus</i>	ranzinha					registrada
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	ranzinha-de-toca					provável
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	rã-paulista					registrada
<i>Physalaemus cuvieri</i>	foi-gol-não-foi					registrada
<i>Physalaemus gracilis</i>	rã-chorona					provável
<i>Odontophrynus americanus</i>	sapinho					provável
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	sapinho					registrada

Tabela 4.2.2.7 - Lista das espécies de anfíbios com ocorrência registrada ou provável para a bacia hidrográfica do rio Cantu, com indicações de seus habitats preferenciais (continuação).

Espécies	Nome popular	Habitats				Ocorrência
		palustre	ripario	florestal	Áreas abertas alteradas	
Família Microhylidae						
<i>Elachistocleis bicolor</i>	rã-de-barriga-amarela					registrada
Família Hylidae						
<i>Phrynohyas venulosa</i>	perereca					provável
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	perereca-verde					registrada
<i>Hyla albopunctata</i>	perereca-de-pontos-brancos					registrada
<i>Hyla caingua</i>	perereca-caingua					registrada
<i>Hyla faber</i>	sapo-ferreiro					registrada
<i>Hyla minuta</i>	perereca-pequena					registrada
<i>Hyla nana</i>	perereca-anã					registrada
<i>Hyla prasina</i>	perereca-verde					registrada
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	rã-macaco					registrada
<i>Scinax fuscovaria</i>	perereca-das-casas					registrada
<i>Scinax perereca</i>	perereca					registrada
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	perereca-de-vidro					registrada

A tabela 4.2.2.8 mostra a lista dos anfíbios registrados na bacia hidrográfica do rio Cantu, com indicação das coordenadas dos pontos amostrados em campo.

Tabela 4.2.2.8 - Lista dos anfíbios registrados na bacia hidrográfica do rio Cantu, com indicação das coordenadas dos pontos amostrados em campo.

Pontos amostrados	Coordenadas (UTM)	Espécies registradas
1	0386646 7297615	<i>Elachistocleis bicolor</i> , <i>Phyllomedusa tetraploidea</i> , <i>Hyla faber</i> , <i>H. nana</i> , <i>H. minuta</i> , <i>Scinax fuscovaria</i> , <i>Physalaemus cuvieri</i> , <i>Leptodactylus ocellatus</i> , <i>L. fuscus</i>
2	0352839 7270600	<i>L. fuscus</i> , <i>P. cuvieri</i> , <i>H. minuta</i>
3	0352656 7271088	<i>L. fuscus</i>
4	0351344 7272158	<i>Eleutherodactylus binotatus</i>
5	0350610 7275506	<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i> , <i>Aplastodiscus perviridis</i> , <i>Scinax perereca</i> , <i>H. minuta</i> , <i>E. binotatus</i> , <i>Proceratophrys avelinoi</i>
6	0352552 7275060	<i>S. fuscovaria</i> , <i>Hyla caingua</i> , <i>H. prasina</i> , <i>H. albopunctata</i> , <i>H. faber</i> , <i>H. minuta</i> , <i>H. nana</i> , <i>A. perviridis</i> , <i>P. tetraploidea</i> , <i>L. fuscus</i> , <i>P. cuvieri</i>
7	0357124 7277103	<i>H. minuta</i> , <i>S. fuscovaria</i> , <i>P. tetraploidea</i> , <i>E. bicolor</i> , <i>P. cuvieri</i>
8	0368096 7281267	<i>L. fuscus</i> , <i>H. minuta</i> , <i>P. tetraploidea</i> , <i>S. fuscovaria</i> , <i>S. perereca</i> .

- Considerações sobre a composição da fauna de anfíbios

As características da região mostram paisagens ambientais diferenciadas pelo tipo de vegetação e pelas atividades humanas nelas desenvolvidas que são determinantes para as características da fauna de anfíbios anuros. Essas atividades antrópicas, cuja consequência mais marcante foi a substituição das áreas florestadas naturais por áreas abertas e pela drenagem das áreas de várzea, refletiu-se nas populações de anfíbios como um aumento das espécies adaptadas para esses ambientes, que na maior parte dos casos tratam-se de generalistas e com ampla distribuição geográfica.

Para algumas espécies de anfíbios a formação de ambientes aquáticos lênticos pela atividade humana foi favorável ao criar locais adequados para o desenvolvimento de suas formas larvais. Esses locais de reprodução permanentes ou temporários (poças, açudes, valas, represamentos de rios) contribuíram para aumentar ainda mais as populações dessas espécies.

De um modo geral pode-se dizer que a região possui uma fauna em comum com outras regiões do estado, constituída por espécies de grande tolerância ecológica como as espécies listadas na coluna “Áreas abertas alteradas” da tabela 4.2.2.7 e que apresentam em concordância uma ampla distribuição. Porém, há o registro de outras espécies com dispersão mais restrita e que ocupam preferencialmente ambientes florestais, como

exemplo: *Hyalinobatrachium uranoscopum*, a qual vive exclusivamente em ambientes florestais com pequenos córregos encachoeirados, onde vivem seus girinos. A presença desta espécie indica uma excelente qualidade ambiental, uma vez que para sobreviver necessita de cobertura florestal, umidade e principalmente água limpa e bastante oxigenada para sobrevivência de suas formas larvais (figura 4.2.2.12). Além dessa espécie, podem ser citadas outras espécies que utilizam preferencialmente ambientes florestais e também, apresentam distribuição restrita como: *Bufo crucifer*, *Proceratophrys avelinoi*, *Phrynohyas venulosa*, *Aplastodiscus perviridis*, *Scinax perereca* e *Hyla caingua*.

As figuras 4.2.2.5 a 4.2.2.12 ilustram a anurofauna local e os locais dos pontos amostrais.



Figura 4.2.2.5. Nome da espécie *Aplastodiscus perviridis*.



Figura 4.2.2.6 - Nome da espécie: *Eleutherodactylus binottatus*.



Figura 4.2.2.7 - Nome da espécie: *Proceratophrys avelinoi*.



Figura 4.2.2.8 - Ponto amostral 6, no município de Nova Cantu (coordenadas 0352552 / 7275060 UTM).



Figura 4.2.2.9 - Nome da espécie: *Hyla albopunctata*.



Figura 4.2.2.10 - Nome da espécie: *Hyla caingua*.



Figura 4.2.2.11 - Nome da espécie: *Leptodactylus fuscus*.



Figura 4.2.2.12 - Habitat utilizado por *Hyalinobatrachium uranoscopum* durante atividade reprodutiva. Ponto amostral 5, no município de Nova Cantu (coordenadas 0350610 / 7275506).

4.2.3 Ictiofauna

4.2.3.1 Introdução

O rio Cantu, localizado na região centro-oeste do Estado, pertence à bacia hidrográfica do rio Paraná/sub bacia do rio Piquiri. A bacia hidrográfica do rio Paraná é considerada a segunda bacia hidrográfica da América do Sul, apresentando área de drenagem de aproximadamente 2.800.000 km². Entre sua formação (confluência dos rios Paranaíba e Grande; latitude 20°S) até sua foz (estuário da bacia hidrográfica do Prata; latitude 34°S), percorre cerca de 3.800 km (Stevaux *et al.*, 1997).

Na última década, os levantamentos da ictiofauna no alto rio Paraná têm se intensificado, porém, ainda são incompletos. Agostinho *et al.* (1995, 2000) listam 221 espécies de peixes para esse trecho, número que representa aproximadamente 37% do calculado por Bonetto (1986) para toda bacia hidrográfica (cerca de 600 espécies). Entretanto, como ressaltado por esse autor, não há consenso taxonômico entre os especialistas para muitos grupos e muitas famílias carecem de revisão, sendo possível que esse número seja superior a 300 espécies. Para a planície de inundação do alto rio Paraná, trecho da bacia hidrográfica localizado entre a barragem do reservatório de Porto Primavera e o lago de Itaipu, são registradas 170 espécies (Agostinho *et al.*, 1997a).

O rio Piquiri, do qual o rio Cantu é afluente pela margem direita, é considerado como um tributário de alta declividade do rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1995). É caracterizado por fortes corredeiras e fundo predominantemente rochoso, sendo essas características mais conspícuas no início de seu terço inferior (Agostinho & Julio Jr., 1999). Estudos conduzidos por FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional (1990) nesse rio, registraram a presença de 62 espécies de peixes pertencentes às ordens Characiformes (31 espécies), Siluriformes (19 espécies), Gymnotiformes (6 espécies), Perciformes (5) e Cypriniformes (1). O predomínio de Characiformes e Siluriformes no rio Piquiri reflete a situação descrita para os rios da região Neotropical (Matthews, 1998; Lowe McConnel, 1999). As espécies mais frequentes nesse rio são *Astyanax sp.* (lambaris), *Acestrorhynchus lacustris* (peixe cachorro) *Steindachnerina insculpta* (saguiru) *Apareiodon sp.* (canivete), *Prochilodus lineatus* (curimba), todas com ampla distribuição na bacia hidrográfica. Além dessas, destacam-se pela abundância em relação a outros rios da região os pacus *Myloplus*, *Metynnis*, o peixe cadela *Galeocharax knerii*, o saicanga *Oligosarcus spp.*, o solteira *Leporellus vittatus*, o bagre *Steindachneridion*, o piau *Leporinus ambliorhynchus*, o ximboré *Schizodon nasutus*, o dourado *Salminus maxillosus*, o pintado *Pseudoplatystoma corruscans* e o piapara *Leporinus obtusidens*. Já entre as espécies introduzidas foram registradas apenas duas, ou seja, a carpa *Cyprinus carpio* e o trairão *Hoplias lacerdae*.

Dentre as espécies comuns no restante da bacia hidrográfica do rio Paraná, algumas não foram registradas no rio Piquiri, destacando-se entre elas o cangati *Parauchenipterus galeatus*, a curvina *Plagioscion squamosissimus*, o dourado cachorro *Raphiodon vulpinus*, o cascudo viola *Loricariichthys*, o dentado *Roeboides* e as famílias de bagres Ageneiosidae e Doradidae, sendo o fato atribuído as fortes corredeiras presentes nesse rio. A existência desses obstáculos no rio Piquiri e seus tributários permite supor que o número de espécies seja maior, com a eventual ocorrência de espécies endêmicas, como registrado no rio Iguaçu (Agostinho *et al.*, 1997b).

Porém, o número de espécies registradas até o momento no rio Piquiri (FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional, 1990) é bastante inferior ao observado em outros tributários do rio Paraná, como o rio Ivinhema (91 espécies), Iguatemi (77 espécies) (Agostinho *et al.*, 1997a) e Iguaçu (75 espécies) (Vinícius Abilhoa, comun. pessoal). Deve ser ressaltado que as amostragens nesse rio estiveram restritas à calha principal e desembocadura dos principais tributários. Mesmo assim, é esperado que número de espécies deva ser menor que nos demais em razão de sua menor bacia hidrográfica (Wootton, 1990).

4.2.3.2 Metodologia

O diagnóstico da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Cantu foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica e em campo, usando como base estudos realizados na bacia hidrográfica do Rio Piquiri conduzidos por UEM/Nupelia (1990) onde foram realizadas amostragens na foz do rio Cantu (figura 4.2.3.1) e UEM/Nupélia (1997) quando foram realizados estudos em diversos rios da bacia hidrográfica do alto rio Paraná, buscando-se comparar os atributos da assembléia de peixe da estação de amostragem localizada nas imediações da foz do rio Cantu com outros locais da bacia hidrográfica.



Figura 4.2.3.1 – Foz do rio Cantu

4.2.3.3 Análise

- **Relação das espécies**

Nas amostragens conduzidas na desembocadura do rio Cantu foram capturadas 51 espécies de peixes (FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional, 1990), distribuídas em 5 ordens e 13 famílias. A relação das espécies está apresentada na tabela 4.2.3.1

Tabela 4.2.3.1 – Relação das espécies de peixes registradas na desembocadura do rio Cantu (FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional, 1990).

Posição Taxinômica	Nome Comum
CLASSE OSTEICHTHYES	
ORDEM CHARACIFORMES	
FAMILIA CHARACIDAE	
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	peixe-cachorro
<i>Astyanax altiparanae</i>	tambuí
<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari
<i>Astyanax marione</i>	lambari
<i>Astyanax schubart</i>	lambari)
<i>Astyanax sp</i>	lambari)
<i>Brycon obignyanus</i>	piracanjuba
<i>Galeocharax knerii</i>	cigarra
<i>Oligosarcus sp.</i>	peixe cadela
<i>Salminus maxillosus</i>	dourado
FAMILIA SERRASALMIDAE	
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	piranha
<i>Myloplus levis</i>	pacu prata
<i>Mylossoma sp</i>	pacu
FAMILIA CURIMATIDAE	
<i>Cyphocarax modesta</i>	saguiru
<i>Steindachnerina insculpta</i>	saguiru
FAMILIA PARODONTIDAE	CANIVETE
<i>Apareidon affinis</i>	canivete
<i>Apareiodon sp.</i>	canivete
<i>Parodon tortuosus</i>	
FAMILIA ANOSTOMIDAE	
<i>Leporelus vittatus</i>	solteira
<i>Leporinus ambliorhynchus</i>	piau
<i>Leporinus elongatus</i>	piapara
<i>Leporinus friderici</i>	piau
<i>Leporinus obtusidens</i>	piau
<i>Leporinus octofasciatus</i>	ferreirinha
<i>Leporinus striatus</i>	piau
<i>Schizodon nasutus</i>	ximborê
FAMILIA PROCHILODONTIDAE	
<i>Prochilodus lineatus</i>	curimba
FAMILIA ERYTHRINIDAE	
<i>Hoplias lacerdae</i>	trairão
<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra
ORDEM GYMNOTIFORMES	
FAMILIA GYMNOTIDAE	
<i>Gymnotus carapo</i>	morenita, tuvira

Tabela 4.2.3.1 – Relação das espécies de peixes registradas na desembocadura do rio Cantu (FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional,1990) (continuação)

Posição Taxinômica	Nome Comum
FAMILIA STERNOPYGIDAE	
<i>Eigenmannia sp</i>	peixe espada
<i>Eigenmannia trilineata</i>	peixe espada
<i>Eigenmannia virescens</i>	peixe espada
<i>Sternopygus macrurus</i>	ituí
ORDEM SILURIFORMES	
FAMILIA PIMELODIDAE	
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	jurupoca, jurupensem
<i>Iheringichthys labrosus</i>	mandi beíçudo
<i>Pimelodus fur</i>	mandi
<i>Pimelodus maculatus</i>	mandi guaçu
<i>Pimelodus sp</i>	mandi
<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	bagre sapo
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	pintado
<i>Rhamdia sp.</i>	bagre
<i>Steindachneridion sp</i>	bagre
FAMILIA AUCHENIPTERIDAE	
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	surumanha
FAMILIA LORICARIIDAE	
<i>Hypostomus sp</i>	casculo
<i>Megalancistrus aculeatus</i>	casculo abacaxi
ORDEM PERCIFORMES	
FAMILIA CICHIDAE	
<i>Aquidens plagiozonatus</i>	acará
<i>Crenicichla haroldoi</i>	joaninha
<i>Crenicichla lepidota</i>	joaninha
<i>Crenicichla nierdeleinii</i>	joaninha
<i>Crenicichla sp.</i>	joaninha

• Resultados

Comparando os resultados encontrados nos estudos conduzidos FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional (1990) onde foram realizadas amostragens na foz do rio Cantu e nos estudos realizados por UEM/Nupélia (1997) na bacia hidrográfica do rio Piquiri, verifica-se que a foz dos rios Cantu e Bandeira apresentam maior número de espécies (52 e 51 espécies, respectivamente) quando comparadas com a do rio Goioerê (39) e a região do Apertado (36). Para o conjunto dos locais amostrados do rio Piquiri, o número de espécies (62) foi inferior ao do rio Ivinheima (Agostinho *et al.*,1997), um rio essencialmente de planície e, portanto, meandrante.

Observando a dominância avaliada através da relação espécie/abundância ou “Wittaker Plots” (Magurran, 1988) apresentada no estudo de FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional (1990) (figura 4.2.3.2) observa-se que a assembléia de peixes na estação próxima à foz do rio Cantu apresenta 7 espécies dominantes, sendo elas: saguiru *Steindachnerina insculpta*,

peixe cachorro *Acestrorhynchus lacustris*, peixe cadela *Galeocharax knerii*, tambuí *Astyanax altiparanae*, cascudo *Hypostomus* sp., ximboré *Schizodon nasutus* e curimba *Prochilodus lineatus*. Observa-se também, um elevado número de espécies raras, sendo elas jurupoca *Hemisorubim platyrhynchos*, pacu *Mylossoma* sp., espada *Eigenmannia* sp., piauí *Leporinus friderici*, bagre *Steindachneridion* sp., joaninha *Crenicichla* sp., espada *Eigenmannia virescens*, ituí *Stenorpygus macrurus* e acará *Aequidens plagiozonatus*. Esse padrão de dominância é similar ao encontrado em outros rios da bacia hidrográfica do alto rio Paraná (Agostinho *et al.*, 1997a) e para o rio Iguaçu (Agostinho *et al.*, 1997b).

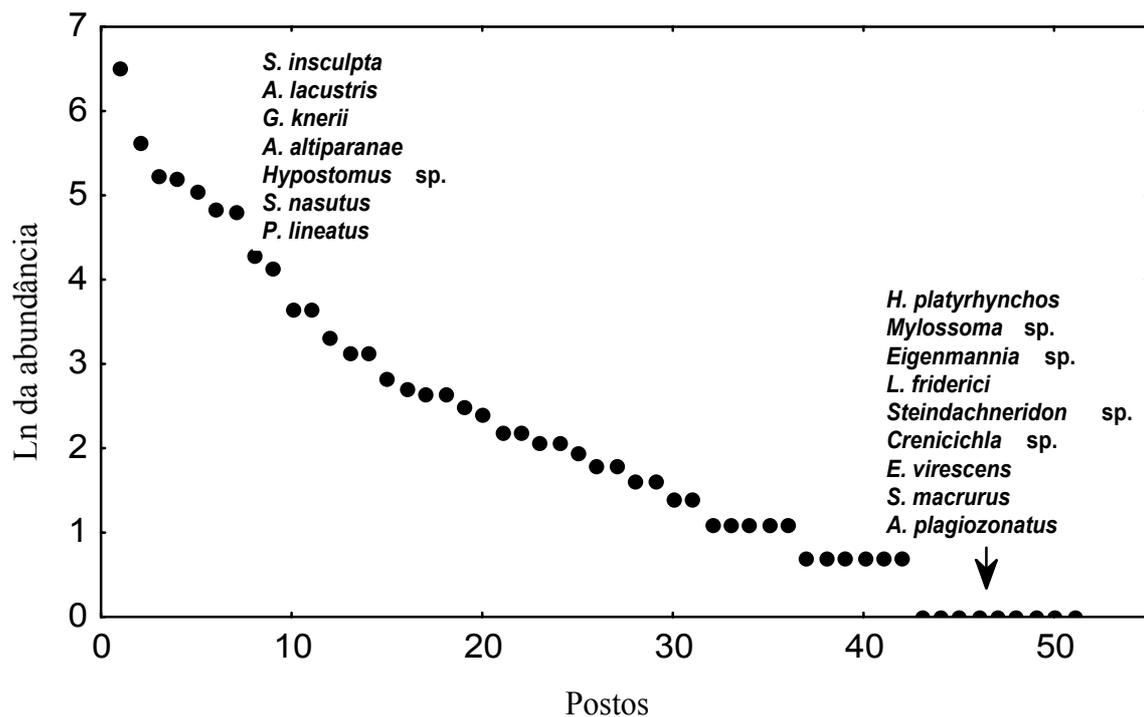


Figura 4.2.3.2 - Relação entre o logaritmo natural (Ln) da abundância com os postos das espécies (relação espécie-abundância ou “Whittaker Plots”) da assembléia de peixes coletada nas imediações da foz do rio Cantu

• Caracterização reprodutiva da assembléia de peixes

As espécies registradas na região próxima a foz do rio Cantu podem ser classificadas, de acordo com a estratégia reprodutiva, em 4 categorias (Miyamoto, 1990; Vazzoler e Menezes, 1992; Agostinho e Júlio Jr., 1999):

1 - Fecundação interna, não migradora

Esse grupo esteve pouco representado na região próximo a foz do rio Cantu, com apenas uma espécie (cerca de 2% das espécies; figura 4.2.3.3), que é inferior ao encontrado no alto rio Paraná (9%; Agostinho *et al.*, no prelo). Também sua participação no total de indivíduos capturados foi baixa.

2 - Fecundação externa, grandes migradoras, sem cuidado parental

Essas espécies, em geral, têm ocorrência generalizada na bacia hidrográfica do alto rio Paraná e usam a calha dos rios da região para deslocamentos reprodutivos, alimentares e/ou crescimento. Geralmente são de grande porte, especialmente o caracídeo *S. maxillosus* e o pimelodídeo *P. corruscans*. A contribuição dessa categoria nas imediações da foz do rio Cantu (cerca de 21%; figura 4.2.3.3) é similar ao restante da bacia hidrográfica do alto rio Paraná (cerca de 18%; Agostinho *et al.*, no prelo).

3 - Fecundação externa, não-migradora, com cuidado parental

Essas espécies geralmente são de pequeno e médio porte e inclui a maioria das espécies da família Cichlidae. A contribuição dessa categoria para o total de espécies foi de cerca de 20% (figura 4.2.3.3), valor muito semelhante ao verificado para a bacia hidrográfica do alto rio Paraná, que é de 21% (Agostinho *et al.*, no prelo).

4 - Fecundação externa, não-migradora, sem cuidado parental

Estas espécies, geralmente são de pequeno ou médio porte, algumas com ampla distribuição na bacia hidrográfica do alto rio Paraná. Essa categoria contribui com cerca de 53% (figura 4.2.3.3) do total de espécies, valor coincidente ao registrado para o alto rio Paraná (com 52,5%; Agostinho *et al.*, no prelo).

A tabela 4.2.3.2 mostra as categorias reprodutivas citadas acima das espécies de peixes com potencial ocorrência no rio Cantu.

Tabela 4.2.3.2 – Caracterização reprodutiva das espécies com potencial ocorrência no rio Cantu

Posição Taxinômica	Nome Comum	Categorias reprodutivas			
		1	2	3	4
CLASSE OSTEICHTHYES					
ORDEM CHARACIFORMES					
FAMILIA CHARACIDAE					
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	peixe-cachorro				
<i>Astyanax altiparanae</i>	tambuí				
<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari				
<i>Astyanax marione</i>	lambari				
<i>Astyanax schubart</i>	lambari)				
<i>Astyanax sp</i>	lambari)				
<i>Brycon obignyanus</i>	piracanjuba				
<i>Galeocharax knerii</i>	cigarra				
<i>Oligosarcus sp.</i>	peixe cadela				
<i>Salminus maxillosus</i>	dourado				
FAMILIA SERRASALMIDAE					
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	piranha				

Tabela 4.2.3.2 – Caracterização reprodutiva das espécies com potencial ocorrência no rio Cantu (continuação)

Posição Taxinômica	Nome Comum	Categorias reprodutivas			
<i>Myloplus levis</i>	pacu prata				
<i>Mylossoma sp</i>	pacu				
FAMILIA CURIMATIDAE					
<i>Cyphocarax modesta</i>	saguiru				
<i>Steindachnerina insculpta</i>	saguiru				
FAMILIA PARODONTIDAE					
<i>Apareidon affinis</i>	canivete				
<i>Apareiodon sp.</i>	canivete				
<i>Parodon tortuosus</i>	canivete				
FAMILIA ANOSTOMIDAE					
<i>Leporelus vittatus</i>	solteira				
<i>Leporinus ambliorhynchus</i>	piau				
<i>Leporinus elongatus</i>	piapara				
<i>Leporinus friderici</i>	piau				
<i>Leporinus obtusidens</i>	piau				
<i>Leporinus octofasciatus</i>	ferreirinha				
<i>Leporinus striatus</i>	piau				
<i>Schizodon nasutus</i>	ximborê				
FAMILIA PROCHILODONTIDAE					
<i>Prochilodus lineatus</i>	curimba				
FAMILIA ERYTHRINIDAE					
<i>Hoplias lacerdae</i>	trairão				
<i>Hoplias malabaricus</i>	traira				
ORDEM GYMNOTIFORMES					
FAMILIA GYMNOTIDAE					
<i>Gymnotus carapo</i>	morenita, tuvira				
FAMILIA STERNOPYGIDAE					
<i>Eigenmannia sp</i>	peixe espada				
<i>Eigenmannia trilineata</i>	peixe espada				
<i>Eigenmannia virescens</i>	peixe espada				
<i>Sternopygus macrurus</i>	itui				
ORDEM SILURIFORMES					
FAMILIA PIMELODIDAE					
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i>	jurupoca, jurupensem				
<i>Iheringichthys labrosus</i>	mandi beíçudo				
<i>Pimelodus fur</i>	mandi				
<i>Pimelodus maculatus</i>	mandi guaçu				
<i>Pimelodus sp</i>	mandi				
<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	bagre sapo				
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	pintado				
<i>Rhamdia sp.</i>	bagre				
<i>Steindachneridion sp</i>	bagre				
FAMILIA AUCHENIPTERIDAE					
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	surumanha				
FAMILIA LORICARIIDAE					
<i>Hypostomus sp</i>	casudo				
<i>Megalancistrus aculeatus</i>	casudo abacaxi				
ORDEM PERCIFORMES					
FAMILIA CICHIDAE					
<i>Aquidens plagiozonatus</i>	acarã				

Tabela 4.2.3.2 – Caracterização reprodutiva das espécies com potencial ocorrência no rio Cantu (continuação)

Posição Taxinômica	Nome Comum	Categorias reprodutivas			
<i>Crenicichla haroldoi</i>	joaninha				
<i>Crenicichla lepidota</i>	joaninha				
<i>Crenicichla nierdeleinii</i>	joaninha				
<i>Crenicichla sp.</i>	joaninha				

Legenda:

- 1 - Fecundação interna, não migradora
- 2 - Fecundação externa, grandes migradoras, sem cuidado parental
- 3 - Fecundação externa, não-migradora, com cuidado parental
- 4 - Fecundação externa, não-migradora, sem cuidado parental

De maneira geral, a assembléia de peixes da região próxima a foz do rio Cantu, quanto a estratégia reprodutiva, segue o padrão encontrado nos demais rios do alto rio Paraná. Somente o número de espécies com fecundação interna foi menor, porém, parece que as espécies com essa estratégia reprodutiva são melhor sucedidas em reservatórios, especialmente no reservatório de Itaipu (Agostinho *et al.*, 1999).

Em relação à participação das diferentes categorias de estratégias reprodutivas nas capturas (número de indivíduos), constata-se que aquelas não migradoras ou que desenvolvem curtas migrações foram dominantes, seguindo o padrão da bacia hidrográfica do rio Paraná (Agostinho *et al.*, no prelo).

As espécies consideradas migradoras de longa distância, de maior interesse dado o fato que são, em geral, as mais impactadas pelos represamentos, apresentaram uma pequena participação nas capturas totais (cerca de 10%).

A figura 4.2.3.3 demonstra a percentagem das diferentes estratégias reprodutivas da assembléia de peixes coletada nas imediações da foz do rio Cantu.

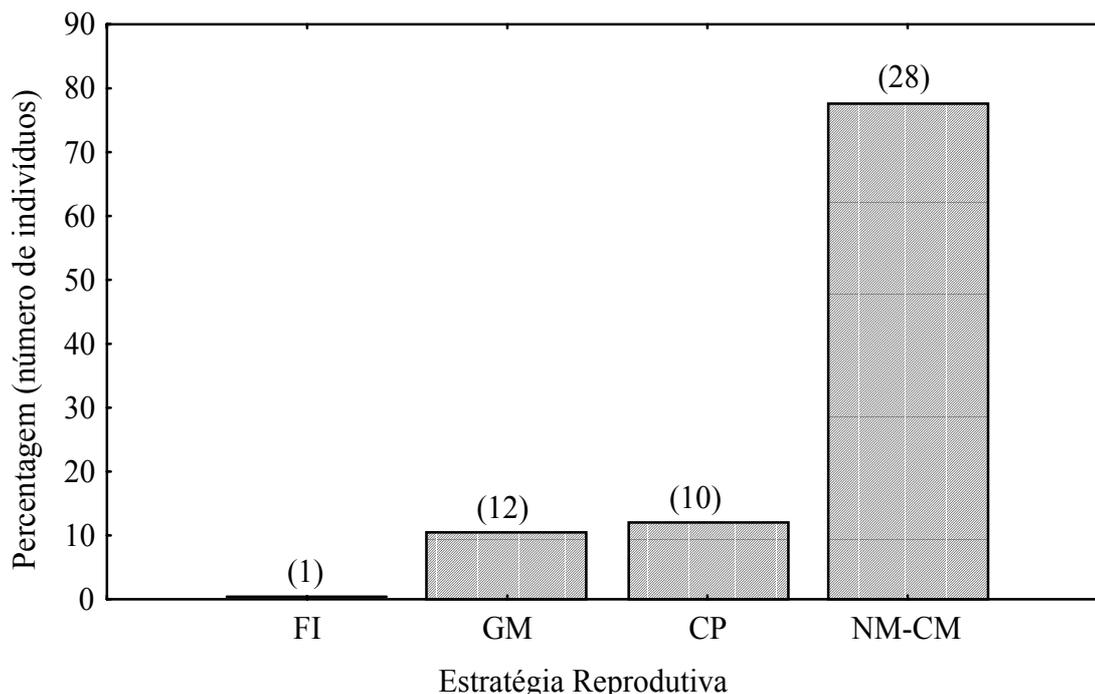


Figura 4.2.3.3 - Percentagem das diferentes estratégias reprodutivas da assembleia de peixes coletada nas imediações da foz do rio Cantu (FI=fecundação interna, não migradora; GM=migradores de longa distância, fecundação externa e sem cuidado parental; CP=com cuidado parental, fecundação externa, não migradora; NM-CM=não migradora ou de curtas migrações, fecundação externa, sem cuidado parental). O número de espécies em cada estratégia reprodutiva está entre parênteses

A ocorrência de ovos e larvas de peixes, indicando locais de desova, foi registrada em diversos tributários do rio Paraná (Iguatemi, Piquiri, Ivinheima, Ivai; Nakatani *et al.*, 1997), demonstrando a importância desses rios para a manutenção dos estoques pesqueiros do rio Paraná e reservatório de Itaipu.

Para o rio Piquiri, Nakatani *et al.* (1997) registraram maior abundância de ovos (cerca de 12 ind./10m³) na estação Bananeira (município de Campina da Lagoa, próximo a confluência do rios Cantu e Bandeira), revelando ser este, um local de desova. Entretanto, não há dados de densidade de ovos e larvas por espécie, sendo difícil estabelecer a importância da área para as espécies migradoras, que são as mais suscetíveis a impactos negativos de represamentos.

Cabe ressaltar que duas espécies de caracídeos, (curimba *Prochilodus lineatus* e dourado *Salminus maxillosus*), tipicamente migradoras de longa distância, têm as maiores frequências de indivíduos preparados para a desova na foz do rio Cantu (Vazzoler *et al.*, 1997), sendo possível que o ascenda para a desova.

4.2.3.4 Conclusão

A fauna ictíica potencial estimada para o rio Cantu baseada em amostragens realizadas na foz do rio Cantu por FUEM/Nupelia/Itaipu Binacional (1990) e estudos realizados por UEM/Nupélia (1997) em diversos rios da bacia hidrográfica do alto Paraná, é comum ao resto da bacia hidrográfica. Embora seja possível a existência de espécies endêmicas, essas não foram registradas nas amostragens realizadas. Assim, a persistir as tendências dos dados disponíveis, os efeitos previstos pelo represamento não devem afetar de forma relevante as comunidades da bacia hidrográfica, sendo as alterações de caráter mais localizado. Entretanto, a presença de espécies migradoras como o *Salminus maxillosus* (dourado) e *Prochilodus lineatus* (curimba), esta última verificada em campo (figura 4.2.3.4), demanda que levantamentos mais detalhados sejam realizados, para identificar as possíveis áreas de desova de espécies migradoras. Caso as áreas de desova se localizem em trechos a jusante do empreendimento, não haverá riscos relevantes para os estoques. Por outro lado, caso as áreas de desova se localizem acima da futura barragem, essa poderá afetar os estoques dessas espécies. A intensidade desse eventual impacto será proporcional à importância das áreas a montante da barragem para a desova da espécie.



Figura 4.2.3.4 – Espécies verificadas em campo, *Prochilodus lineatus* (curimba), espécie migradora e *Hypostomus sp.* (cascudo), espécie não migradora.

4.3 Meio Humano

Este capítulo dedica-se à caracterização do meio antrópico da Área de Influência Humana da PCH Plena Energia I. Fazem parte desta análise os municípios de Nova Cantu e Roncador na margem direita e Laranjal e Palmital na margem esquerda. Em alguns aspectos, foram considerados dados também de Mato Rico devido a sua proximidade com a área de inserção do empreendimento.

São delimitadas duas unidades espaciais neste capítulo relativo à esfera humana: Área de Influência Humana – AIH, constituída pelos municípios citados que terão terras afetadas; e Área de Influência Direta – AID, formada pelas propriedades rurais próximas ao reservatório, canteiro, casa de força, canal adutor e faixa de proteção, ou seja, a área a ser diretamente afetada pelo empreendimento.

Desse modo, para realização deste diagnóstico, é feita uma avaliação conjuntural dos seguintes aspectos: arqueologia, processo de ocupação, dinâmica demográfica, condições de saúde, educação, abastecimento de serviços públicos, comunicação, uso do solo e aspectos econômicos; além de aspectos específicos da área de influência direta, compreendendo as propriedades das áreas a serem afetadas pelo empreendimento. Cada item é apresentado a seguir:

- a) Arqueologia – esta região, assim como todo Estado do Paraná, foi amplamente ocupada por populações nativas no passado. Desse modo, e em atendimento à legislação pertinente, foi feito um breve levantamento no sentido de indicar a necessidade ou não de realizar, posteriormente, um trabalho de resgate arqueológico principalmente junto à AID.
- b) Ocupação do Território – é feita uma análise de todo o processo histórico de ocupação, procurando identificar a origem de cada um dos municípios que compõem a AIH.
- c) Dinâmica Demográfica – com base em dados dos censos demográficos, é avaliado o perfil demográfico da AIH, procurando identificar características demográficas da população dos municípios em questão.
- d) Condições de saúde – é analisado o perfil de saúde da população da AIH, tendo por base a disponibilidade de infra-estrutura básica (leitos, postos de saúde e hospitais) através de dados provenientes de instituições públicas, assim como o PARANACIDADE.

- e) Educação – são considerados dados sobre o número de matrículas em cada nível de ensino e analisada a estrutura física dos estabelecimentos de ensino para diagnosticar a situação educacional nos municípios em questão.
- f) Abastecimento de serviços públicos – é analisada a situação de atendimento à rede de água, rede de esgoto, energia elétrica e coleta de lixo em cada município da AIH.
- g) Comunicação e circulação – é analisada a malha rodoviária dos municípios que compõem a AIH, a presença de agências bancárias, de agências de correios e emissoras de radiodifusão e radiotelevisão.
- h) Uso do solo – são analisados os estabelecimentos agropecuários e a respectiva utilização de suas áreas para posteriormente poder contextualizar a utilização do solo dentro da AID.
- i) Aspectos econômicos – com base em dados referentes ao setor primário, secundário e terciário o perfil econômico dos municípios da AIH é avaliado.
- j) AID – após o levantamento dos dados referentes ao município, são definidos os limites da Área de Influência Direta – AID visando realizar uma análise mais aprofundada destas propriedades, onde são considerados dados demográficos, de infra-estrutura e de uso de solo, entre outros. Esta parte foi feita através de pesquisa de campo realizada nos meses de fevereiro e março de 2002.

A metodologia utilizada para a AIH baseia-se na leitura de bibliografias secundárias, consulta às bases de dados socioeconômicos, como o PARANACIDADE e o IBGE. Além disso, foram incluídas informações e observações incorporadas aos estudos durante a fase de campo, principalmente no que tange à AID.

No final deste capítulo, são apresentadas fotos para ilustrar esta região, com destaque para a AID.

4.3.1 Arqueologia

De acordo a legislação vigente no país, em especial a Lei nº 3924 de 1961, que dispõem sobre os locais pré-históricos e históricos e a Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, existe a necessidade de pesquisas que caracterizem o patrimônio arqueológico, para mitigar os impactos negativos que a implantação de obras civis podem provocar neste rico acervo.

De acordo com Parellada (2001), especialista em arqueologia, entende-se por patrimônio arqueológico, segundo Schmitz (1988) a parcela de uma herança maior, deixada pelas gerações passadas, administrada, usada e usufruída pela presente, mas com transmissão obrigatória para as gerações futuras. De acordo com a terminologia do PRONAPA (1976), sítio arqueológico é o local onde se encontram vestígios de culturas passadas.

Desse modo, diante da possível implementação da PCH Plena Energia I, no rio da Cantu, no centro-ocidental do Paraná, torna-se essencial o levantamento arqueológico de modo a identificar a possibilidade identificação do patrimônio arqueológico existente na região, que é descrito a seguir.

4.3.1.3 Histórico das Pesquisas Arqueológicas da Região

Nesta região, ocorreram poucas pesquisas arqueológicas que pudessem evidenciar ou não a existência de sítios arqueológicos, sendo que para a elaboração desse diagnóstico nesta fase preliminar do estudo contou-se com dados bibliográficos já cadastradas no IPHAN ou ainda com informações prestadas pela população local, sem que tivesse ocorrido qualquer coleta nesta fase.

Nos municípios da AIH ainda não há registro de sítios arqueológicos junto ao IPHAN. Entretanto encontram-se cadastrados 12 sítios arqueológicos no município de Campina da Lagoa, que não está na Área de Influência Humana definida, mas também faz parte da bacia do rio Cantu (fica mais a jusante do local do empreendimento). A tabela 4.3.1.1 apresenta um resumo destes sítios.

Com relação à Área de Influência Direta, durante os levantamentos de campo para cadastramento de propriedades, em duas propriedades (João Fitz e Albino Gruss) da margem direita, os residentes informaram que já encontraram vestígios de populações passadas dentro do limite de cada propriedade.

Na propriedade de João Fitz (CT- 12), seu filho informou que já encontrou pedaços de urnas de barro junto à área da lavoura.

Na propriedade de Albino Gruss (CT-16), sua esposa informou que já foram encontrados pedaços de potes de barro e cerâmica, no terreno próximo ao rio Cantu.

Nas demais propriedades, o fato de que a maior parte do solo é destinada a pastagem acaba não dando condições mais propícias para que demais vestígios arqueológicos fossem encontrados (normalmente é na preparação do solo para a agricultura que são encontrados estes vestígios). Diante do histórico da região, há grandes indícios de que um levantamento

arqueológico mais apurado acabe identificando e cadastrando novos sítios. Portanto, para a obtenção de Licença de Instalação será necessário a realização deste estudo mais aprofundado com aprovação do IPHAN.

Tabela 4.3.1.1 – Sítios Arqueológicos cadastrados em Campina da Lagoa - PR

Responsável pelo Registro	Nome	Água próxima	Filiação Cultural	Descrição Sumária
Igor Chimz	Aeroporto	Ribeiro Azul	Pré-colonial Itararé	Sítio a céu aberto, constituído por aterros alongados
Igor Chimz	Afluente da Erveira	Riacho sem nome		Sítio lítico a céu aberto
Igor Chimz	Estrada	-	Itararé	Caminho indígena associado a casas subterrâneas, aterros, e a material lítico e cerâmico
Igor Chimz	Moch I	Riacho do Meio	Itararé	Sítio a céu aberto constituído por aterros alongados
Igor Chimz	Moch II	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio a céu aberto, constituído por pequenos aterros (túmulos ?).
Igor Chimz	Moch III	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio a céu aberto, constituído por casas subterrâneas e vestígios de caminho indígena
Igor Chimz	Morro Vermelho I	Água do Gatão	Itararé	Sítio cerâmico e lítico a céu aberto, constituído por 10 casas subterrâneas
Igor Chimz	Moro Vermelho II	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio cerâmico e lítico a céu aberto, constituído por quatro casas subterrâneas associadas a aterros
Igor Chimz	Rio Erveira	Rio Erveira	Itararé	Sítio a céu aberto, constituído por oito casas subterrâneas associadas a pequenos aterros alongados.
Igor Chimz	Roseira I	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio cerâmico e lítico a céu aberto, associado a aterros (túmulos ?).
Igor Chimz	Roseira II	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio cerâmico e lítico a céu aberto, associado a caminho indígena.
Igor Chimz	Três Buracos	Ribeiro Azul	Itararé	Sítio constituído por pequenos aterros, e três buracos verticais (possivelmente casas subterrâneas) , que se comunicam com uma galeria subterrânea

Fonte: IPHAN (www.iphan.gov.br), 2002.

4.3.2 Ocupação do Território

A primeira vez que esta região foi citada por documentos históricos refere-se ao primeiro período de descobrimento do interior paranaense através da expedição do capitão espanhol D. Alvares Nunez Cabeza de Vaca, nomeado pelo governador do Paraguai. Esta expedição saiu de São Francisco do Sul em 1541 com cerca de 250 homens, para chegar em Assunção em 1542, cruzando o território paranaense de leste para oeste, quando passou pela nascente do rio Cantu.

Nesta época, os portugueses se mantinham na costa leste da América do Sul e os espanhóis na costa oeste e sul do continente, mas com forte penetração no interior. A

decisão de realizar tal viagem através deste território só foi possível com base em informações obtidas pelos índios pré-colombianos. Estrategicamente foram mantidas relações amistosas com as Tupi-Guaranis em Abapany para obter guias e tropas auxiliares. Cabeza de Vaca seguiu então o Peabiru em direção oeste, transpôs o rio Ivaí acima do salto Ubá e venceu, em fins de dezembro, com a sua tropa exausta e com grandes sacrifícios, a escarpa para o terceiro planalto, pelo vale do rio Pedra Preta, para descansar nas nascentes da rio Cantu durante algum tempo.

Em seguida, Cabeza de Vaca abandonou o Peabiru e, tomando um ramal para o sul, transpôs o alto Piquiri e o rio Cobre para atingir, em 31 de janeiro de 1542, o rio Iguaçu nas proximidades da foz do Cotegipe. Enquanto parte da expedição espanhola foi enviada por caminho terrestre ao longo do vale do Iguaçu; o próprio Cabeza de Vaca seguiu rio abaixo em canoas com o restante da tropa. A viagem por via terrestre durou dez meses, durante os quais cem homens do capitão espanhol foram vítimas da selva.

A expedição de Cabeza de Vaca representa o primeiro reconhecimento, em grande estilo, do interior paranaense, e com ela ficou aberto o caminho aos europeus para o centro do continente. Depois seria a vez da expedição de Sanabria.

Em 1552, Ulrich Schmidel foi o primeiro europeu a atravessar o novo continente de oeste para leste, saindo de Assunção no Paraguai para chegar em São Vicente na costa brasileira, seguindo em direção contrária à seguida por Cabeza de Vaca e os homens de Sanabria. Tendo testemunhado a chegada destas expedições anteriores, resolveu organizar, baseado no conhecimento da existência das primitivas trilhas de índios, a viagem por terra até São Vicente. Schmidel escolheu os índios Carijós como companheiros pois estes iam freqüentemente ao Atlântico e eram bons conhecedores dos caminhos através da terra recém-descoberta. O problema era atingir o Peabiru a partir do sul, pois constava que os viajantes vindos da costa oriental sempre o abandonavam nas nascentes do rio Cantu, evitando transpor o rio Paraná acima das Sete Quedas.

Como se percebe, as primeiras expedições européias pelo interior do Paraná cruzaram o rio Cantu. Entretanto isto não representou uma ocupação definitiva do local. O processo de ocupação definitiva por parte da população branca (não índios) nesta região permaneceu estagnado por mais de 3 séculos, sendo retomada apenas no início do século XX com o movimento de tropeiros, quando alguns se estabeleceram na região, dando início aos povoados que mais tarde se transformaram nos municípios de Palmital, Rocandor e Nova Cantu.

No final do século XIX, quando estreitaram-se as relações comerciais entre os Estados de São Paulo (via Sorocaba) e Rio Grande do Sul, através do caminho de Viamão, a região dos Campos de Guarapuava passou a entrar na rota dos tropeiros, que realizavam o transporte dos produtos comercializados. O tropeirismo acabou se constituindo em um movimento fundamental para a viabilização da ocupação do território, uma vez que aumentou de maneira significativa a circulação de mercadorias na região e, conseqüentemente, de renda.

Atualmente estes municípios localizam-se em uma região sob influência de dois pólos de atração econômica e populacional: Guarapuava e Campo Mourão. No entanto, quatro dos cinco municípios fazem parte da Associação dos Municípios do Centro do Paraná – AMOCENTRO, que tem Pitanga como cidade pólo. Apenas Nova Cantu faz parte da Comunidade dos Municípios da Região de Campo Mourão – COMCAM, que tem Campo Mourão como cidade pólo.



Figura 4.3.3.1 Aspecto geral da cidade de Palmital

A seguir, estão os dados referentes à origem de cada município, retirados da página da internet do PARANACIDADE.

Laranja - Nos primeiros anos da década de 1930, chegou na região onde se localiza este município, o primeiro morador para tentar o cultivo do café. A região começou a se desenvolver a partir de 1958 com a chegada de outros pioneiros que vieram para o plantio do milho e engorda de suínos. Descobriu-se, nesta época, a fertilidade do solo e plantou-se

algodão e hortelã. Criado através da Lei Estadual nº9533 de 09 de janeiro de 1991, foi desmembrado de Palmital.

Nova Cantu - A região onde se encontra este município foi uma das últimas fronteiras agrícolas do Paraná, e sua ocupação deu-se por volta de 1955. O povoado formado próximo ao rio Cantu, levou o nome do rio. Os migrantes vindos de outras regiões paranaenses e de outros cantos da Brasil desenvolveram suas plantações e trouxeram a cultura de variadas etnias. Criado através da Lei Estadual nº 4778 de 29 de novembro de 1963, e instalado em 14 de dezembro de 1964, foi desmembrado de Roncador.

Palmital – O pioneiro deste município era originário do tropeirismo, movimento freqüente no início do século nas expedições em terras paranaenses. Esse pioneiro, instalou-se por volta de 1929, com uma plantação de 30 alqueires de roça, dando início ao povoado onde está atualmente a sede. A origem do nome decorre da grande quantidade de palmito que existia na região. Criado através da Lei Estadual nº 4.338 de 25 de janeiro de 1961, foi instalado em 15 de novembro do mesmo ano desmembrado de Pitanga.

Roncador – Por volta de 1920, uma Comissão Exploradora encarregada de demarcar a estrada que faria a ligação do Paraná ao Mato Grosso, instalou um acampamento, dando início ao povoado onde se localiza a sede do município. A colonização cresceu e, por volta de 1923, chegaram famílias à localidade, consolidando a ocupação territorial. Criado através da Lei Estadual nº 4245 de 25 de julho de 1960, foi desmembrado de Campo Mourão.

Mato Rico - As terras da região foram ocupadas por volta de 1940 por pioneiros migrantes que adquiriram a posse junto ao Governo Estadual para desenvolvimento agrícola. O povoamento cresceu e se desenvolveu a partir de 1941 quando os moradores começaram a se estabelecer ao longo da estrada que dava acesso à cidade. Já em 1942 foi implantado o cemitério e a primeira escola por volta de 1945. Criado através da Lei Estadual nº 9.563 de 31 de janeiro de 1991 foi desmembrado de Pitanga.

4.3.3 Dinâmica Demográfica

Dentro da análise da dinâmica demográfica, o primeiro aspecto a ser abordado refere-se à população e sua distribuição espacial (zona urbana e rural) nos 4 municípios que compõem a AIH, além de Mato Rico. Para tal, é apresentada a tabela 4.3.4.1 com dados da Contagem de 1996 e do Censo 2000 para estes cinco municípios.

Tabela 4.3.3.1 - População 1996 – 2000 e distribuição em Zona Urbana e Rural

Municípios	População 1.996					População 2.000				
	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total
Laranjal	1.142	15,3	6.312	84,7	7.454	1.510	21,2	5.611	78,8	7.121
Mato Rico	549	10,8	4.529	89,2	5.078	652	14,5	3.844	85,5	4.496
Nova Cantu	4.361	45,3	5.267	54,7	9.628	3.916	39,5	5.998	60,5	9.914
Palmital	6.620	38,2	10.709	61,8	17.329	7.170	42,3	9.788	57,7	16.958
Roncador	6.280	47,3	6.985	52,7	13.265	6.826	50,1	6.806	49,9	13.632

Fonte: IBGE

Através da análise destes dados percebe-se que a população destes municípios continua a ser predominantemente rural, com poucas alterações nesses 4 anos. Apenas Roncador, a partir de 2000, passou a ter a maior parte de sua população vivendo na zona urbana (e mesmo assim a diferença é ínfima, de 0,20%). Em 4 municípios a população rural tem decrescido nos últimos anos, exceção feita a Nova Cantu, que diferentemente da maioria dos municípios brasileiros, tem sofrido um decréscimo da população urbana enquanto a população rural tem aumentado. Este aspecto pode ser mais bem visualizado na tabela 4.3.3.2.

Tabela 4.3.3.2 - Taxa de crescimento 1996 – 2000

Municípios	População		Taxa de crescimento 1.996 - 2.000		
	1.996	2.000	Total	Urbano	Rural
Laranjal	7.454	7.121	-4,50%	32%	-11%
Mato Rico	5.078	4.496	-11,50%	18%	-15%
Nova Cantu	9.628	9.914	3%	-10,10%	13,90%
Palmital	17.329	16.958	-2,10%	8,30%	-8,50%
Roncador	13.265	13.632	2,80%	8,70%	-2,60%
Total	52.754	52.121			
PARANÁ	9.003.804	9.558.454	6,20%		
BRASIL	157.070.163	169.590.693	8%		

Fonte: IBGE

Os dados presentes nesta tabela indicam que não só a população rural como um todo diminuiu, mas a população total diminuiu. É o caso de Laranjal, Mato Rico e Palmital. Nestes 3 municípios, o crescimento da população urbana não foi suficiente para superar a queda da população rural. Por outro lado, Roncador e Nova Cantu tiveram um ligeiro aumento populacional, ainda que muito aquém da média estadual e nacional. Esta constatação aponta para o fato de que, mesmo com o movimento de aumento dos números totais e percentuais das populações urbanas na região, Roncador não oferece condições para se tornar um pólo de atração populacional.

Outro aspecto importante dentro da dinâmica demográfica refere-se às condições de habitação, entre elas, o número de domicílios e a média de moradores por domicílio. Estes dados estão presentes na tabela 4.3.3.3.

Tabela 4.3.3.3 - Número de domicílios e média de moradores – 1996

Municípios	Zona urbana		Zona rural		Total	
	Nº domicílios	MM	Nº domicílios	MM	Nº domicílios	MM
Laranjal	284	4	1.161	5,4	1.445	5,1
Mato Rico	148	3,7	1.097	4,1	1.245	4
Nova Cantu	1.070	4	1.223	4,3	2.293	4,2
Palmital	1.692	3,9	2.329	4,6	4.021	4,3
Roncador	1.694	3,7	1.722	4	3.416	3,9

Fonte: IBGE

MM – média de moradores

Considerando os valores totais, a média na AIH é de 4,3 habitantes por domicílio, sendo que Roncador tem a menor média com 3,9; enquanto Laranjal a maior com 5,1. É interessante notar as diferenças entre a zona urbana e a rural: enquanto a média na zona urbana da AIH é de 3,8 habitantes por domicílio, sendo que Laranjal e Nova Cantu possuem as maiores médias (4 habitantes por domicílio), a média na Zona rural da AIH é de 4,4 habitantes por domicílio, sendo que Laranjal tem uma média de 5,4 habitantes por domicílio. Estes dados corroboram a tese de que, nas zonas rurais, as famílias tendem a ser mais numerosas visto a relevância da mão de obra familiar na manutenção dos estabelecimentos agropecuários.

O último aspecto a ser trabalhado na dinâmica demográfica diz respeito à densidade demográfica de cada município da AIH. Estes dados encontram-se na tabela 4.3.3.4.

Tabela 4.3.3.4 - Densidade demográfica – 2000

Municípios	População 2000	Área (Km ²)	Habitantes por Km ²
Laranjal	7.121	716	9,9
Mato Rico	4.496	392	11,4
Nova Cantu	9.914	585	16,9
Palmital	16.958	660	25,6
Roncador	13.632	715	19

Fonte: IBGE

A densidade demográfica é um importante parâmetro para se analisar a distribuição espacial de uma população e para constatar se há ou não uma situação de superpovoamento. Entretanto, esta variável tem que ser vista com uma certa reserva quando se refere a municípios, pois nestas unidades de análise a população sempre se concentra nas respectivas sedes urbanas e nos distritos. Por isso, este parâmetro acaba não se constituindo em um parâmetro muito confiável.

Considerando estas ressalvas, percebe-se que no caso dos municípios desta região, as suas áreas são grandes em relação ao tamanho das respectivas populações, o que resulta em taxas de densidade demográfica pequenas.

Para efeito de comparação, a taxa de densidade demográfica no Brasil no ano de 2.000 era de 19,9 habitantes/km², o que faz com que apenas Palmital ficasse acima desta média, com uma taxa de densidade demográfica de 25,6 habitantes/km².

4.3.4 Condições de Saúde

Quanto ao sistema de saúde, serão abordados aqui aspectos referentes à estrutura física de saúde na AIH, assim como as taxas de mortalidade infantil e de mortalidade materna, itens que servem como indicadores das condições de saúde de um município. O número de unidades básicas, de unidades hospitalares e de leitos ofertados, encontra-se na tabela 4.3.4.1.

Tabela 4.3.4.1 - Unidades básicas, unidades hospitalares e leitos ofertados – 1999

Municípios	Unidades básicas*	Unidades hospitalares	Leitos/1.000 hab	
			Leitos SUS	Leitos total
Laranjal	2	0	0	0
Mato Rico	1	0	0	0
Nova Cantu	3	1	2,42	2,42
Palmital	5	1	3,37	3,37
Roncador	6	2	5,08	5,08
PARANÁ			3,22	
BRASIL			2,99	

Fonte: PARANACIDADE, DATASUS

* Inclui posto de saúde rural, posto de saúde urbano, centro de saúde e pronto atendimento 24 horas

As unidades básicas estão presentes em toda AIH, mas no caso de Laranjal e Mato Rico, elas são as únicas unidades de atendimento na área de saúde, visto que estes 2 municípios não possuem nenhuma unidade hospitalar. Isto ocorre provavelmente devido ao fato de que estes 2 municípios têm populações muito pequenas (7.121 habitantes em Laranjal e 4.496 habitantes em Mato Rico), o que torna mais cara a construção e manutenção de uma unidade hospitalar. Além disso, ambos foram emancipados há pouco tempo. Quando os casos de saúde nestes municípios são mais graves, é necessário um deslocamento para outros municípios, que além de causar transtornos para os seus moradores, pode sobrecarregar estes outros hospitais.

Como não há unidades hospitalares em Laranjal e Mato Rico, não há também leitos hospitalares disponíveis. Já os outros municípios da AIH encontram-se em 2 situações distintas:

Nova Cantu tem poucos leitos em comparação com o tamanho de sua população, o que faz com que a média de leitos por 1000 habitantes seja pequena (2,42), menor do que as médias verificadas no Paraná e no Brasil.

Já Palmital e Roncador encontram-se em uma situação melhor, com médias de 3,37 e 5,08 leitos por mil habitantes, respectivamente, colocando-os acima inclusive da média estadual e da nacional. Dentro deste contexto, o melhor índice de Roncador provavelmente faz com que sejam atraídos pacientes dos municípios vizinhos, sobrecarregando o seu atendimento.

Com relação às taxas de mortalidade infantil e de mortalidade materna, a tabela a seguir apresenta os dados dos municípios da AID, além das médias estadual e nacional em três anos consecutivos.

Tabela 4.3.4.2 - Mortalidade infantil e mortalidade materna – 1998, 1999 e 2000

Municípios	Mortalidade infantil (1.000 NV)			Mortalidade materna (100.000 NV)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Laranjal	12,9	32,26	44,78	0	0	0
Mato Rico	29,41	10,87	10,31	0	1.086,96	0
Nova Cantu	24,69	18,87	18,29	0	0	0
Palmital	31,48	41,9	23,92	0	279,33	239,23
Roncador	19,84	35,56	27,78	793,65	0	462,96
PARANÁ	28,02			84,15		
BRASIL	36,1			68		

Fonte: PARANACIDADE, DATASUS

Com relação à mortalidade infantil na AIH e o período aqui estudado, pode-se notar 3 situações distintas.

Na primeira, onde se enquadram Palmital e Roncador, a taxa de mortalidade infantil cresceu entre 1998 e 1999, para cair em 2000. Em Palmital, a taxa de mortalidade infantil em 2000 era menor do que a verificada em 1998, enquanto que em Roncador, a taxa de 2000, apesar de ser menor do que a de 1999, é maior do que a de 1998.

Na segunda situação, onde aparecem Mato Rico e Nova Cantu, a taxa de mortalidade sofreu consecutivas diminuições no período delimitado.

Laranjal se enquadra em outra situação, que pode ser considerada a mais grave: as taxas de mortalidade cresceram de ano a ano, chegando à assustadora marca de 44,78 mortos a cada 1.000 nativos. Isto decorre provavelmente da falta de estrutura básica de saúde.

Apesar de alguns municípios da AIH terem apresentado melhoras nas taxas de mortalidade, e de estarem, salvo o caso de Laranjal, abaixo da média estadual e da nacional, estes índices ainda são insatisfatórios, longe do ideal quando comparados com o padrão dos países desenvolvidos, que é na faixa de 6 óbitos para cada mil nascidos vivos.

Quanto às taxas de mortalidade materna, foram diagnosticadas duas situações diferentes: enquanto em Laranjal e em Nova Cantu não foi registrado nenhum caso de mortalidade

materna entre 1998 e 2000, Mato Rico, Palmital e Roncador registraram índices alarmantes de mortalidade materna.

Em 1999, Mato Rico e Palmital apresentaram taxas de mortalidade materna de 1.086,96 e 279,33 óbitos maternos a cada 100.000 nascimentos respectivamente, sendo que no ano seguinte este índice continuou elevado em Palmital (239,23). Já Roncador apresentou um alto índice de mortalidade materna nos anos de 1.998 e de 2.000, quando foram verificadas as respectivas taxas de 793,65 e 462,96 óbitos maternos a cada 100.000 nascimentos.

Em Mato Rico, Palmital e Roncador, todas as taxas de mortalidade materna ficaram muito acima da média estadual e da média nacional do ano de 1998.

É importante notar que a quantidade de nascimentos por ano em pequenos municípios, do porte dos aqui analisados, acaba não proporcionando uma amostragem muito significativa, o quê resulta em taxas muito diferentes de um ano para outro. Diante deste quadro, torna-se fundamental adotar dados de mais de um ano. Mesmo fazendo esta ressalva, uma observação precisa destes indicativos demonstra que o cenário nesses municípios está longe de ser considerado satisfatório, uma vez que a OMS considera aceitável o índice de 20 óbitos maternos para cada 100.000 nascidos vivos.

Em linhas gerais, os altos índices de mortalidade infantil e materna indicam má qualidade ou até mesmo a inexistência de acompanhamento pré-natal, seguido de uma assistência médica inadequada durante o parto, configurando-se num indicativo bastante expressivo quando se pretende avaliar a qualidade e a estrutura dos serviços de saúde de uma unidade territorial. Entretanto, fatores como educação e saneamento também acabam influenciando estes índices.

4.3.5 Educação

A questão ligada à educação é também muito importante para o diagnóstico humano da região. Uma ampla análise envolveria o estudo de aspectos tais como a taxa de reprovação e evasão escolar nos últimos anos e suas causas, a qualidade do corpo docente, o orçamento municipal e estadual para a educação, entre outros. No entanto, dentro do escopo deste estudo, procurar-se-á verificar alguns indicadores como a taxa de alfabetização - índice relevante em análises sobre a qualidade de vida realizada por organismos como o Banco Mundial e a Organização das Nações Unidas. Serão levantados ainda outros indicadores tais como o número de alunos matriculados e de estabelecimentos existentes no âmbito dos ensinos fundamental e médio.

Com relação à alfabetização nos municípios da AIH, a tabela 4.3.5.1 apresenta os dados deste aspecto, considerando aqui, apenas para efeito comparativo, a população residente acima de 10 anos.

Tabela 4.3.5.1 - População alfabetizada e taxa de alfabetização da população de 10 anos ou mais de idade – 2000

Municípios	População de 10 anos ou mais	Alfabetizada	Taxa de alfabetização
PARANÁ	7.752.774	7.088.061	91,4%
Laranjal	5.210	4.101	78,7%
Mato Rico	3.577	2.874	80,3%
Nova Cantu	7.728	6.425	83,1%
Palmital	13.003	10.766	82,8%
Roncador	11.072	9.273	83,8%

Fonte: IBGE

As taxas de alfabetização dos municípios da AIH, conforme os dados do IBGE, são baixíssimas, ficando muito aquém da média verificada no Paraná. Até mesmo Nova Cantu e Roncador, que têm as maiores taxas de alfabetização dentre estes municípios com 83,10% e 83,80% respectivamente, estão longe do padrão considerado satisfatório. É preciso lembrar aqui que a maior parte da população da AIH está concentrada nas zonas rurais, onde historicamente o acesso à educação é mais difícil. Este fato certamente contribuiu para as baixas taxas de alfabetização nesta região.

Cabe enfatizar que as taxas de alfabetização do Paraná e do Brasil estão longe do ideal, semelhantes a países como a Bolívia na América do Sul e Zimbábue na África. Países latino-americanos, como a Argentina, Uruguai, Paraguai e Cuba têm a taxa de alfabetização de 96%, 97,6%, 92% e 96% respectivamente, enquanto os países desenvolvidos têm taxas maiores que 95%.

O número de alunos matriculados no ensino fundamental e no ensino médio, presente na tabela 4.3.5.2, é importante para nos dar uma idéia da evasão escolar, já que dados deste tipo mais recentes ainda não se encontram disponíveis em órgãos como IBGE e IPARDES.

Tabela 4.3.5.2 – Número de alunos matriculados no ensino fundamental e no ensino médio – 1999

Municípios	Ensino Fundamental			Ensino Médio		
	Público	Particular	Total	Público	Particular	Total
Laranjal	1.582	0	1.582	250	0	250
Mato Rico	817	0	817	280	0	280
Nova Cantu	2.007	0	2.007	494	0	494
Palmital	3.779	140	3.919	1.012	0	1.012
Roncador	2.951	71	3.022	841	0	841

Fonte: FUNDEPAR

Através dos dados desta tabela percebe-se que a grande maioria dos alunos está matriculada em escolas públicas. Outro aspecto importante é a grande diferença existente entre o número de alunos matriculados no ensino fundamental e o número de alunos matriculados no ensino médio. Em que pese o fato de que o ensino fundamental englobar 8 anos letivos enquanto o médio apenas 3, considerando ainda a pirâmide etária, o que justificaria um número menor de alunos no ensino médio; o fato é que a diferença encontrada supera esta proporção.



Figura 4.3.5.1 - Uma das principais escolas da sede de Palmital

O principal fator determinante para esta grande debandada que ocorre na passagem do ensino fundamental para o médio é a necessidade de complementação da renda familiar. Muitos jovens em idade escolar acabam tendo que trabalhar antes mesmo de completar o ensino médio, e como na maioria das vezes torna-se impossível conciliar trabalho com estudos, acabam largando a escola antes do término desta etapa. Isto é um forte indicativo do baixo poder aquisitivo da população desta região.

Infelizmente esta é uma situação que tem se verificado no país inteiro, o que demonstra ser este um grande problema estrutural, ligado não somente à questão da educação, mas também à questão de empregos e poder aquisitivo.

Para finalizar, será visto o número de estabelecimentos de ensino fundamental e de ensino médio na AIH, cujos dados estão presentes na tabela 4.3.5.3.

Tabela 4.3.5.3 - Estabelecimentos de ensino fundamental e ensino médio – 1999

Municípios	Ensino Fundamental			Ensino Médio		
	Público	Particular	Total	Público	Particular	Total
Laranjal	22	0	22	1	0	1
Mato Rico	9	0	9	1	0	1
Nova Cantu	12	0	12	1	0	1
Palmital	51	2	53	2	0	2
Roncador	29	1	30	1	0	1

Fonte: FUNDEPAR

O número de estabelecimentos de ensino também é importante pois serve como um indicativo da disponibilidade e da distribuição das escolas em públicas e particulares. Através desta tabela, verifica-se que só há 3 escolas particulares na AIH, ambas de ensino fundamental (2 em Palmital e 1 em Roncador). Da mesma maneira que há uma grande diminuição do número de alunos matriculados no ensino médio em comparação com o ensino fundamental, há uma grande diminuição do número de escolas de ensino médio em comparação com o número de escolas de ensino fundamental.

É importante frisar que, como não há escolas de ensino médio na zona rural da AIH, e pelo fato desta região ter um perfil predominantemente rural, esta ausência acaba se constituindo em outro fator que dificulta o acesso ao ensino médio por grande parte da população.

Outro aspecto a ser considerado é a recente reorientação da política educacional do estado, que fechou muitas pequenas escolas rurais que tinham poucos alunos e deficiente estrutura desde o ano 2000. Esta política dificultou ainda mais o acesso da população rural ao ensino básico, pois passaram a depender diretamente de transporte coletivo. Em alguns municípios esta questão está um pouco equacionada através do fornecimento de transporte coletivo, mas ainda há muitos outros lugares onde ainda não há disponibilidade deste tipo de transporte para levar as crianças até as escolas.

4.3.6 Abastecimento de Serviços Públicos

A presença e a qualidade de serviços, como o abastecimento de água, a rede de esgoto e o fornecimento de energia elétrica são essenciais para a qualidade de vida de qualquer município, e assim sendo, essenciais para o diagnóstico do presente estudo.

A tabela 4.3.6.1 apresenta dados referentes ao abastecimento de água para os municípios da AIH no ano de 1996.

Tabela 4.3.6.1 - Abastecimento de água - 1996

Municípios	Abastecimento de Água		
	Nº de Economias	Nº de Domicílios	% de Atendimento*
Laranjal	340	1.706	20,0%
Mato Rico	192	1.248	15,4%
Nova Cantu	972	2.363	41,0%
Palmital	2.002	4.252	47,1%
Roncador	1.884	3.425	55,0%

Fonte: Economias - PARANÁCIDADE, Domicílios - IBGE

*o percentual de atendimento foi obtido através do cruzamento dos dados do PARANÁCIDADE com os dados do IBGE

Através do cruzamento de dados do PARANACIDADE com dados do IBGE, obtém-se o percentual de atendimento, que é bastante insatisfatório nestes municípios; mesmo em Palmital onde o índice é maior dentro da AIH. De modo geral, estes índices demonstram carências muito grandes nesta área, e a falta de água tratada tem sinergia direta com outros aspectos, principalmente relacionados à saúde. Os baixos índices de atendimento mostram que ainda é necessário investir muito para melhorar a situação.

Estas taxas só não são tão preocupantes devido ao fato de que a maior parte da população da AIH está concentrada na zona rural, onde em grande parte das propriedades, a água provém de poço ou de fonte existente no local.

Outro aspecto a ser avaliado refere-se à rede de esgoto na AIH. De acordo com dados do PARANACIDADE, não há nenhuma economia ligada à rede de esgoto nos 5 municípios (diferentemente do caso de economias de água e de ligações de energia elétrica). Mesmo que este dado esteja desatualizado, certamente a rede de esgoto nesta região é insuficiente, situação que é bastante comum nos pequenos municípios paranaenses.

Os serviços de abastecimento de água e esgoto, na grande maioria dos municípios paranaenses são de responsabilidade do governo estadual, através da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, mas de modo geral está restrito, quando muito, às principais áreas urbanas dos municípios. O governo do Estado está implementando um programa específico para elevar os índices de atendimentos de água, tratamento de esgoto e de agrotóxicos em todo o território paranaense, denominado PARANASAN, mas seus resultados ainda estão longe do esperado.

Por último, serão abordados dados relativos às ligações de energia elétrica (números absolutos e percentuais de atendimento), apresentados na tabela 4.3.6.2.

Tabela 4.3.6.2 - Ligações de energia elétrica - 1996

Municípios	Ligações de energia elétrica		
	Nº de Economias	Nº de Domicílios	% de Atendimento*
Laranjal	529	1.706	31,0%
Mato Rico	242	1.248	19,4%
Nova Cantu	1.978	2.363	83,6%
Palmital	2.894	4.252	68,1%
Roncador	3.162	3.425	92,2%

Fonte: Economias - PARANÁCIDADE, Domicílios – IBGE

*a porcentagem de atendimento foi obtida através do cruzamento dos dados do PARANÁCIDADE com os dados do IBGE

Como se pode observar, os municípios da AIH apresentam situações distintas quanto à presença de rede de energia elétrica. Roncador é o município que tem o maior índice de atendimento pela rede de energia elétrica, com 92,2%; sendo que Nova Cantu vem logo em seguida, com 83,60%. Estes índices são apenas razoáveis, visto que a energia elétrica já é há muito tempo imprescindível na nossa sociedade, até mesmo no meio rural quando se ambiciona uma inserção no mercado.

Palmital está num patamar mediano, com 68,1% de atendimento, enquanto que Laranjal e Mato Rico, com 31,0% e 19,4% de atendimento respectivamente, apresentam índices extremamente deficitários e preocupantes.

Ao analisar estes índices, é necessário fazer duas ressalvas: primeiro, a população da AIH é predominantemente rural, e é historicamente posto que, no meio rural, o acesso à energia elétrica é muito mais restrito e custoso do que no meio urbano; segundo, estes dados são de 1996 e, provavelmente este quadro melhorou um pouco, visto os esforços da Cia. Paranaense de Energia - COPEL em levar energia elétrica para o meio rural.

4.3.7 Comunicação e Circulação

Os acessos rodoviários e a sua distribuição ao longo dos municípios demonstram a forma de integração de cada município com os seus vizinhos. Com relação aos municípios em análise, de modo geral a rede viária não tem ampla cobertura, sendo que as vias de comunicação existentes entre estes municípios são precárias e a situação piora quando se verifica a interligação entre municípios das duas margens.

O principal acesso para Palmital é através da PR-456, que liga este município até a BR-466, em um trecho próximo ao município de Pitanga. Outro acesso principal é através da BR-158, que liga este município a Laranjeiras do Sul, junto à BR-277. Além destas, há uma rodovia municipal que liga até Altamira do Paraná, passando por Laranjal, mas em sua maior parte é de terra. Além desses, há outros acessos municipais, principalmente uma estrada de terra

que liga até Rocador. Entretanto, a mesma não apresenta condições muito favoráveis de tráfego, com restrições em períodos de chuva.

Em Laranjal a situação é mais precária, pois não existe nenhum acesso asfaltado. Suas únicas conexões são feitas através de estradas de terra municipais, como a que liga até Palmital, Altamira do Paraná e Diamante do Sul.

Nos municípios da margem direita do rio Cantu (Nova Cantu e Roncador), os acessos são completamente diferentes. Estes municípios estão ligados à BR-369 através da rodovia PR-239, asfaltada neste trecho. Roncador liga-se a Iretama e à BR-487 através da rodovia PR-462, asfaltada.

Praticamente não há interligação entre as duas margens do rio Cantu, sendo que a única ponte asfaltada fica entre Altamira do Paraná e Campina da Lagoa, bem a jusante do local do empreendimento. Há ainda uma ponte entre Palmital e Roncador, mas a estrada, conforme descrito anteriormente, apresenta restrições de tráfego em períodos de chuva (figura 4.3.7.1). Deste modo, percebe-se que apesar da proximidade, o fato de não haver acesso asfaltado direto entre diferentes municípios da Área de Influência Humana é indicativo de que não há uma grande integração entre eles.



Figura 4.3.7.1 - Ponte interrompida na estrada entre Roncador e Palmital. Posteriormente este acesso foi refeito.

O quadro geral das estradas, incluindo ainda os limites dos municípios que compõem a AIH, pode ser mais bem visualizado na figura 4.3.7.2.



Figura 4.3.7.2 – Acessos rodoviários existentes na região (demarcados em preto os municípios da AIH e, circulado em azul, está a região do empreendimento)

Na AIH há apenas 1 aeroporto, de administração pública, que é o Aeroporto Municipal de Palmital (pista de terra, 1.000 x 23 m). Não há nenhuma ferrovia que passe por estes municípios.

Os próximos aspectos a serem analisados neste item dizem respeito ao número de emissoras de radiodifusão e televisão e ao número de agências bancárias, presentes nas tabelas 4.3.7.1.

Tabela 4.3.7.1 - Emissoras de radiodifusão e televisão – 1.999

Municípios	Radiodifusão	Televisão
Laranjal	0	0
Mato Rico	0	0
Nova Cantu	0	0
Palmital	1	0
Roncador	1	0

Fonte: ANATEL

Quanto ao número de emissoras de radiodifusão e de televisão, a situação também é insatisfatória. Apenas Palmital e Roncador possuem emissoras de radiodifusão, com uma em cada. Já com relação ao número de emissoras de televisão, não há nenhuma na AIH, fato este que se explica pelo baixo contingente populacional da região. O mesmo motivo pode ser aplicado ao número de emissoras de rádio, pois dentro da AIH estão presentes apenas em Palmital e Roncador, os únicos municípios com mais de 10.000 habitantes.

Com relação ao número de agências bancárias, dois destes municípios – Laranjal e Mato Rico não possuem agências bancárias. Nestes a população acaba dependendo de Palmital e Roncador para estes serviços, pois os mesmos contam com 2 agências bancárias cada, enquanto que Nova Cantu possui apenas 1 agência bancária. A pouca disponibilidade de agências bancárias pode ser visto como um indicativo do baixo poder aquisitivo da população residente nestes municípios. A tabela 4.3.7.2 apresenta o resumo destes dados.

Tabela 4.3.7.2 - Agências bancárias – 1999

Municípios	Banco do Brasil	CEF	Outros bancos	Total
Laranjal	0	0	0	0
Mato Rico	0	0	0	0
Nova Cantu	1	0	0	1
Palmital	1	0	1	2
Roncador	1	0	1	2

Fonte: BANESTADO

O último aspecto aqui relacionado é o número de agências de correio, que está presente na tabela 4.3.7.3.

Tabela 4.3.7.3 - Agências de correio – 2002

Municípios	Agências
Laranjal	0
Mato Rico	0
Nova Cantu	1
Palmital	2
Roncador	1

Fonte: ECT

A exemplo do número de agências bancárias, Laranjal e Mato Rico não possuem agências de correio, fato este que deve causar certos transtornos para suas populações. Palmital é o município da AIH melhor servido de agências de correio, com 2; enquanto que Nova Cantu e Roncador têm uma agência cada.

A presença ou a falta de emissoras de radiodifusão, emissoras de televisão, agências bancárias e agências de correio nos municípios da AIH está diretamente relacionada com a população de cada município e a sua importância no contexto regional. É por isso que,

nestes últimos aspectos analisados, Palmital e Roncador, e um pouco menos Nova Cantu, estão em posição de destaque com relação a Laranjal e Mato Rico.

Com relação à área de lazer, esta região não tem muitas opções. O destaque fica por conta das diversas quedas d'água existentes em Roncador, como a cachoeira do Sassá, localizada no distrito de Alto São João.

4.3.8 Produção Agropecuária

A destinação do solo para atividades agrícolas é um aspecto importantíssimo para o diagnóstico humano da AIH, pois contribui diretamente para contextualizar aspectos relacionados às propriedades da Área de Influência Direta – AID que serão avaliados posteriormente. Com base nos dados apresentados nas tabelas 4.3.8.1 e 4.3.8.1a, será feita uma breve análise deste aspecto.

Tabela 4.3.8.1 - Estabelecimentos agropecuários, por utilização das terras em lavouras, pastagens, matas e florestas e terras produtivas não utilizadas – 1996 (parte 1)

Municípios	Lavouras						Pastagens			
	Permanentes		Temporárias		Temporárias em descanso		Naturais		Plantadas	
	NI	Área (ha)	NI	Área (ha)	NI	Área (ha)	NI	Área (ha)	NI	Área (ha)
Laranjal	48	22	1.011	7.463	151	1.025	345	6.492	657	26.580
Mato Rico	196	51	909	9.283	144	986	166	2.591	620	16.996
Nova Cantu	13	101	1.023	21.247	23	246	256	4.925	640	16.435
Palmital	322	321	1.931	13.837	470	5.932	367	6.188	1.203	38.923
Roncador	543	650	1.347	21.307	145	1.359	266	3.091	954	23.861
Total na AIH	1.122	1.145	6.221	73.137	933	9.548	1.400	23.287	4.074	122.795
Percentual		0,4		26,9		3,5		8,6		45,2

Fonte: IBGE

NI – número de informantes

Tabela 4.3.8.1a - Estabelecimentos agropecuários, por utilização das terras em lavouras, pastagens, matas e florestas e terras produtivas não utilizadas – 1996 (parte 2)

Municípios	Matas e florestas				Terras produtivas não utilizadas	
	Naturais		Plantadas		NI	Área (ha)
	NI	Área (ha)	NI	Área (ha)		
Laranjal	953	5.102	21	135	236	1.438
Mato Rico	725	3.881	80	61	121	727
Nova Cantu	489	6.822	25	491	23	116
Palmital	1.299	8.765	75	144	161	1.194
Roncador	1.000	11.735	200	531	131	552
Total na AIH	4.466	36.305	401	1.362	672	4.027
Percentual		13,40%		0,50%		1,50%

Fonte: IBGE

NI – número de informantes

Considerando a área total da AIH, o tipo de utilização da terra que prevalece são as pastagens, com 53,80%, seguidos pelas lavouras, 30,80%, matas e florestas, 13,90%, e por último as terras produtivas não utilizadas, com apenas 1,50% do total.

Dentro da categoria de pastagens, as pastagens plantadas constituem a maioria, com 45,20%, sendo que o restante, 8,60%, é de pastagens naturais, o que mostra que o solo da região já foi bastante modificado. A predominância das pastagens na AIH demonstra a importância da pecuária na região, especialmente a pecuária bovina, que é destaque em todos os municípios da AIH.

As lavouras, principalmente as lavouras temporárias, desempenham juntamente com as pastagens, um papel econômico importantíssimo. Na AIH a principal cultura agrícola é o milho, seguido pela batata doce e pela soja.

Um ponto negativo aqui diz respeito à porcentagem dedicada às matas e florestas, apenas 13,90% do total, abaixo portanto, do percentual de 20% que deve ser destinado para reserva legal para propriedades do meio rural.

A condição do proprietário é outro fator relevante na análise do uso do solo já que ela determina as parcelas de gastos e os lucros do produtor.

Tabela 4.3.8.2 - Condição do produtor - 1995

Municípios	Produtores									
	Arrendatários		Ocupantes		Parceiros		Proprietários		Total	
	Est.	Área (ha)	Est.	Área (ha)	Est.	Área (ha)	Est.	Área (ha)	Est.	Área (ha)
Laranjal	13	244	229	2.130	105	716	789	46.909	1.136	49.999
Mato Rico	65	524	173	1.394	109	955	609	32.894	956	35.768
Nova Cantu	183	5.157	50	705	64	1.007	824	44.497	1.121	51.365
Palmital	61	518	372	8.286	310	2.688	1.347	66.864	2.090	78.356
Roncador	127	4.427	207	2.523	171	1.386	1.009	56.304	1.514	64.641
Total na AIH	449	10.870	1.031	15.038	759	6.752	4.578	247.468	6.817	280.129
Percentual	6,6	3,9	15,1	5,4	11,1	2,4	67,2	88,3		

*considerando os valores totais

Est. – número de estabelecimentos

Através da tabela 4.3.8.2 percebe-se que os produtores proprietários são a maioria, ocupando 67,20% do total dos estabelecimentos e ocupando 88,30% da área total. Neste quadro, percebe-se que além dos proprietários serem hegemônicos quanto ao número de propriedades, são também com relação ao tamanho destas. Isto indica que as terras dos produtores proprietários são maiores do que as dos outros produtores, o que lhes garante, fora o próprio fato de serem proprietários da terra onde produzem, maiores rendimentos. Esta desproporção existente entre o número de estabelecimentos de produtores

proprietários e a área por eles ocupada, reflete no tamanho das áreas ocupadas pelos outros tipos de proprietários, que será sempre menor do que a sua porcentagem dentro do total de estabelecimentos.

Em segundo lugar aparecem os produtores ocupantes, com 15,10% dos estabelecimentos e 5,40% da área. Em terceiro lugar aparecem os produtores parceiros, com 11,10% dos estabelecimentos, seguidos dos proprietários arrendatários, 6,60% do total de estabelecimentos agropecuários. Interessante notar que, embora os produtores parceiros estejam presentes em mais estabelecimentos do que os arrendatários, a área ocupada por eles, 2,40% do total, é menor do que a área ocupada pelos arrendatários, que compreende 3,90% do total

Os principais produtos agrosilvopastoris de Nova Cantu e Roncador (margem direita) são o milho, a soja e a bovinocultura. Em Palmital e Laranjal (margem esquerda), os principais produtos são a bovinocultura e milho também, mas com a batata-doce no lugar da soja. Na região mais próxima ao empreendimento, o predomínio é da bovinocultura, pois o relevo acidentado não é favorável a culturas mecanizáveis.

Outro aspecto relevante na ocupação rural nestes municípios é o estabelecimento de vários assentamentos rurais do INCRA. Atualmente há 13 assentamentos nestes municípios, sendo que um em especial, denominado Chapadão, no município de Laranjal, fica próximo ao empreendimento, junto ao afluente rio Branco.

A implantação de alguns destes assentamentos rurais pode ser vista como fruto de diversos conflitos rurais entre agricultores sem terra e latifundiários que ocorreram nesta região entre a década de 1970 e 1990.

4.3.9 Aspectos Econômicos

Dentro dos aspectos econômicos da AIH é relevante observar a importância de cada setor para a economia desses municípios.

A distribuição do PIB dentro dos diferentes setores da economia de um município é um indicativo básico da situação econômica dos municípios da AIH. Já o PIB e o PIB *per capita* oferecem uma visão quantitativa desta dinâmica. A tabela 4.3.9.1 demonstra estes dados na AIH referentes ao ano de 1993.

Tabela 4.3.9.1 - Participação no PIB, PIB US\$ e PIB per capita – 1993

Municípios	Participação no PIB municipal			PIB US\$	PIB per capita US\$
	Agropecuária	Indústria	Serviços		
Laranjal	51,20%	0,94%	47,87%	5.580.098	660
Mato Rico	49,70%	0,15%	50,14%	5.973.802	1.155
Nova Cantu	39,98%	1,24%	58,79%	17.581.040	1.658
Palmital	26,32%	2,41%	71,27%	16.903.732	1.054
Roncador	29,04%	24,16%	46,81%	28.029.438	1.781

Fonte: PARANACIDADE

Como se pode observar, o setor terciário é o mais forte da AIH, seguido de perto pelo setor primário e, com uma participação irrisória do setor secundário, sendo que apenas em Roncador este setor tem uma participação razoável (24,16% do PIB municipal), mas mesmo assim é uma participação pequena. Isto demonstra que estes municípios são muito pouco industrializados.

O domínio do setor terciário na AIH mostra a importância deste setor para os sistemas econômicos locais, pois além de ser um setor que gera bastante renda proporcional, ele é responsável também pela geração de muitos postos de trabalho.

O setor primário, que aparece em segundo lugar em participação no PIB municipal, é resultado da vocação para a agricultura na AIH, visto o seu perfil basicamente rural. O número de estabelecimentos por atividade econômica, apresentado na tabela, complementa esta análise.

Tabela 4.3.9.2 - Número de estabelecimentos por atividade econômica – 1.996

Municípios	Indústria	Comércio		Serviços
		Varejista	Atacadista	
Laranjal	3	21	0	1
Mato Rico	3	9	0	1
Nova Cantu	6	62	4	10
Palmital	14	126	7	14
Roncador	11	96	7	15

Fonte: PARANACIDADE

A grande diferença entre o número de estabelecimentos industriais (setor secundário) em comparação com o número de estabelecimentos comerciais e de serviços (setor terciário), está intimamente ligada com a distribuição dos PIBs municipais em cada setor econômico.

De acordo com estes dados, o tipo de estabelecimento econômico que prevalece na AIH é o de comércio, especificamente o varejista. Palmital e Roncador têm o maior número deste tipo de estabelecimento, 126 e 96 respectivamente. De qualquer modo, estes números corroboram a tese de que a participação da indústria na economia destes municípios é muito pequena, inclusive em Roncador, Nova Cantu e Palmital, que detêm os maiores PIBs na região.

Outro item a ser analisado dentro dos aspectos econômicos da AIH diz respeito às receitas e as despesas municipais, pois elas retratam a saúde financeira de cada município. Estes dados estão na tabela 4.3.9.3.

Tabela 4.3.9.3 - Receitas e despesas municipais, por categoria – 1.997

Receitas e despesas (R\$ 1,00)	Laranjal	Mato Rico	Nova Cantu	Palmital	Roncador
Receitas municipais	1.812.968	1.658.669	2.898.733	3.972.003	3.029.405
Receitas correntes	1.785.468	1.400.157	2.673.085	3.949.143	3.027.210
Receitas de capital	27.500	258.512	225.648	22.860	2.194
Despesas municipais	1.857.484	1.418.746	3.428.391	3.607.835	3.049.290
Despesas correntes	1.788.775	1.186.941	2.700.190	3.428.542	2.764.074
Despesas de capital	68.708	231.805	728.200	179.292	285.215
Receita - Despesa	-44.516	239.923	-529.658	364.168	-19.885

Fonte:DMF

Segundo os dados apresentados nesta tabela, no ano de 1997, apenas Mato Rico e Palmital estavam com as contas municipais em dia, enquanto que Laranjal, Nova Cantu e Roncador, apresentavam um déficit entre o valor de suas receitas e o de suas despesas. A relação entre as receitas e as despesas municipais é muito importante dentro dos objetivos desta análise, uma vez que elas demonstram a capacidade de administrar financeiramente em cada município, assim como a perspectiva de atuação dos mais diversos órgãos e programas governamentais nas mais diferentes esferas sociais.

Cabe aqui uma ressalva quanto ao uso destes dados, haja vista que não foi possível obter números mais atuais do que dos anos de 1993 e 1996. Provavelmente hoje a situação deve ser outra, mas isto não elimina a possibilidade de utilizar estes dados apenas como comparativo entre os municípios. O mesmo ocorre com os valores das receitas e das despesas municipais (1997), mas neste caso é preciso considerar o estabelecimento da Lei de Responsabilidade Fiscal - LRF em maio de 2000, que visa o equilíbrio das contas públicas e obriga uma nova postura por parte do executivo, do legislativo e do judiciário.

Para abordar a renda, o mesmo tipo de problema foi detectado: os dados mais completos sobre renda em cada unidade da federação eram os referentes ao Censo de 1991, portanto defasados para o tipo de análise aqui pretendido. Desse modo, optou-se então por utilizar os dados da Fundação Getúlio Vargas sobre a proporção de indigentes entre 1996 e 1999 em cada mesoregião paranaense, dispostos na tabela 4.3.9.4.

Tabela 4.3.9.4 - Proporção de indigentes – 1996 a 1999

Mesorregiões	População - 2000	Proporção Indigentes PO%	População Indigente
Centro Ocidental Paranaense*	346.431	40,87%	141.579
Centro Oriental Paranaense	622.848	25,33%	157.749
Centro-Sul Paranaense**	532.810	38,63%	205.835
Metropolitana de Curitiba	3.051.877	15,22%	464.557
Noroeste Paranaense	640.973	20,26%	129.848
Norte Central Paranaense	1.828.326	13,16%	240.608
Norte Pioneiro Paranaense	548.063	27,85%	152.641
Oeste Paranaense	1.137.536	15,97%	181.687
Sudoeste Paranaense	472.289	29,03%	137.120
Sudeste Paranaense	376.973	35,35%	133.275
PARANÁ	9.558.126	20,88%	1.996.023
BRASIL	169.544.443	29,26%	46.600.419

Fonte: CPS/FGV a partir dos Microdados PNDA-IBGE

*os municípios de Nova Cantu e Roncador fazem parte da mesorregião Centro Ocidental Paranaense

**os municípios de Laranjal, Mato Rico e Palmital fazem parte da mesorregião Centro-Sul Paranaense

A proporção de indigentes serve para demonstrar o nível de desigualdade de renda de um determinado lugar. Embora esta tabela não mostre como se dá esta distribuição em toda a população, ela diz a porcentagem da população que está abaixo do nível de renda mínima, ou seja, nas condições mais precárias de existência.

As duas mesorregiões nas quais os municípios da AIH estão inseridos, Centro Ocidental Paranaense e Centro Sul Paranaense, são justamente as que apresentam as piores taxas de indigentes no estado do Paraná. A mesorregião Centro Ocidental Paranaense tem proporcionalmente a taxa mais alta de indigentes, com 40,87%; seguida de perto pela mesorregião Centro Sul Paranaense, com 38,63%.

Como se pode observar, os índices observados nas mesorregiões Centro Ocidental Paranaense e Centro-Sul Paranaense são maiores do que a média paranaense (20,88%) e a média nacional (29,26%), o que aponta para um nível de pobreza muito preocupante nestas mesorregiões, refletindo inclusive na situação de saúde, educação e saneamento.

Como os municípios da AIH não são os únicos a compor as mesorregiões em questão, pequenas variações quanto à proporção de indigentes em cada município da AIH são possíveis.

4.3.10 Área de Influência Direta - AID

A Área de Influência Direta (AID) do empreendimento PCH Plena Energia I, localizado no km 94 do rio Cantu, compreende as áreas ocupadas por cerca de 23 propriedades distribuídas ao longo das margens direita e esquerda deste rio. Algumas propriedades pertencem ao mesmo proprietário e como são contíguas e administradas como uma, foram

consideradas como tal; enquanto outras foram divididas através de herança, apresentam-se separadas. Além dessas grandes propriedades, em um trecho mais afastado do rio Cantu há mais 7 propriedades que fazem parte do assentamento Chapadão, junto ao rio Branco, em Laranjal.

As propriedades da margem direita pertencem ao município de Nova Cantu (da barragem até a foz do rio Azul) e Roncador (do rio Azul em diante), enquanto as da margem esquerda pertencem a Laranjal (da barragem até o rio Branco) e Palmital (do rio Branco em diante).

4.3.10.1 Metodologia

Para levantar as características referentes às atividades humanas na área de influência direta, assim como o histórico do processo de sua ocupação do solo, foram recolhidas informações através de viagem de campo realizada entre fevereiro e março de 2002. Nestas viagens de campo foram entrevistados e pré-cadastrados os proprietários e/ou residentes do local, procurando mapear cada propriedade com o intuito de verificar, futuramente, o que será atingido e quais propriedades poderão ser inviabilizadas na AID. Portanto, estes dados não são totalmente exatos, principalmente no que se refere à destinação do solo, já que muitos proprietários ou empregados residentes não sabiam informar com maior exatidão, mas servem como um importante referencial.

4.3.10.2 Acessos

De modo geral, em ambas as margens o acesso para as proximidades do empreendimento é bastante precário, sendo necessário a utilização de carros com tração nas quatro rodas. Praticamente não há estradas rurais que margeiem o rio. Muitas vezes, para ir de uma propriedade para outra vizinha, é preciso dar grandes voltas.

Pela margem direita, o acesso à propriedade onde está a casa de força é através da sede de Nova Cantu, seguindo em direção a Roncador por cerca de 13 km na PR-239. Em seguida, vira a direita, tomando uma estrada de terra. Após 5,5 km vira-se à direita novamente, depois de 6 km vira à esquerda, segue por mais 7,6 km para virar a esquerda novamente em anda por mais 10,6 km aproximadamente para chegar à sede da fazenda. De modo geral, as condições das estradas vão ficando cada vez piores.

Pela margem esquerda, o acesso é feito através da estrada que liga Palmital a Laranjal, virando à direita em direção ao Assentamento Chapadão, dentro dos limites do município de Laranjal. Após chegar até a sede comunitária deste assentamento, segue-se em direção a fazenda do Sr. Saul Brandalise. É nesta fazenda que está prevista a implantação da

barragem, mas o acesso da sua sede até o rio Cantu é difícil, sendo impossível chegar com carro sem tração nas quatro rodas.

A figura 4.3.10.1, apresentada a seguir, facilita a compreensão da micro-região do empreendimento em questão, podendo visualizar a que distância situa-se o Distrito de Santo Rei e a configuração atual do rio Cantu.

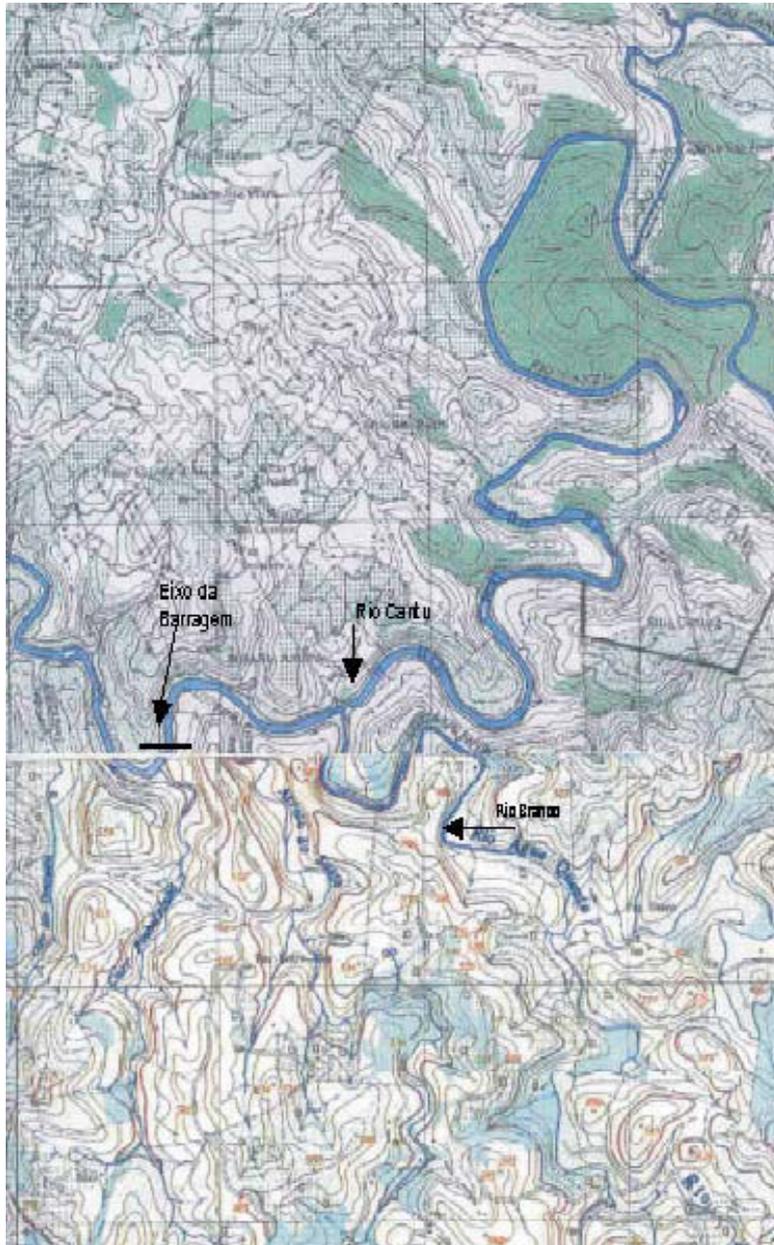


Figura 4.3.11.1 – Micro-região de inserção da PCH Plena Energia I

4.3.10.3 Infra-estrutura de apoio

Com relação à infra-estrutura comum, na margem direita está localizado o distrito de Santo Rei, pertencente ao município de Nova Cantu. Neste distrito há uma igreja, escola, posto de saúde e pequenos estabelecimentos comerciais. Está localizado entre 5 e 8 km da maioria das propriedades da margem direita. Além deste distrito, há ainda a comunidade de São Roque, onde há apenas uma igreja e um salão. Existia uma escola nesta comunidade mas foi fechada recentemente, restando hoje apenas uma casa abandonada.

Há transporte escolar apenas nas principais estradas rurais, pois as secundárias não apresentam condições de tráfego permanente.

Na margem esquerda, na região mais próxima da barragem, está localizado o Assentamento Chapadão, que dispõe de uma escola e um posto telefônico na sua área comunitária. Na região mais próxima ao final do reservatório, as infra-estruturas de apoio são também bem restritas e estão localizadas na comunidade de Bom Jesus e Água Quente, bem longe do reservatório proposto. Nesta margem, junto ao rio Cantu predominam as fazendas com grandes dimensões e poucos residentes. O assentamento Chapadão, que fica mais distante do rio Cantu, terá 7 lotes de unidades familiares que serão parcialmente afetados pelo remanso do reservatório.

4.3.10.4 Situação Fundiária da AID

A Área de Influência Direta – AID da PCH Plena Energia I é composta ao todo por cerca de 30 propriedades, com dois perfis bem distintos. Em 23 propriedades que não incluem o assentamento, o tamanho médio é alto, com 66,7 alqueires (mesmo considerando duas com apenas 3 alqueires). Na margem esquerda, sem contar os lotes do assentamento, as propriedades são ainda maiores, com 178 alqueires em média. As maiores chegam a ter 280 alqueires. Por outro lado, há outras 7 propriedades bem menores (7alqueires em média) que fazem parte do assentamento Chapadão. Estas propriedades estão localizadas junto ao rio Branco, afluente do rio Cantu. Se forem consideradas as 30 propriedades conjuntamente, o tamanho médio fica em 56,6 alqueires.

Deste modo, há uma disparidade grande entre estas duas tipologias distintas de propriedades, sendo que enquanto em algumas o proprietário tem alto poder aquisitivo, outras são destinada praticamente à subsistência da família residente. A pecuária bovina e ou bubalina é a principal atividade econômica nas 23 propriedades que não pertencem ao assentamento. Por outro lado, nos lotes do assentamento, predomina a lavoura, localizada

em local mais distante do rio Branco. O impacto maior sobre estas áreas decorreria da implantação da faixa de proteção, questão a ser abordada em um futuro plano diretor.

Quanto ao uso do solo, a tabela 4.3.10.1 apresenta a estimativa de uso do solo da maioria das 23 propriedades junto ao rio Cantu baseada nas informações obtidas em campo com os proprietários, fotos e observações em campo. Portanto estas informações podem não coincidir com o real uso, mas certamente se aproximam dele. Não estão incluídas aqui informações referentes aos lotes do assentamento, cujo principal uso é a cultura temporária.

Tabela 4.3.10.1 - Uso do Solo nas Propriedades da AID

Uso do Solo das Propriedades da AID	Terras	
	Alqueires	%
Áreas inaproveitáveis, capoeiras	22,6	2
Cultura Temporária	37,8	3
Matas	158,0	11
Pastagem	1210,0	84
Silvicultura	0	0
Cultura permanente	4,3	0
Área Total	1432,7	100,00%

Através do que foi observado em campo e das informações prestadas pelos proprietários, evidencia-se o completo predomínio de pastagens no uso do solo das propriedades da AID. A agricultura é praticamente inexistente nestas propriedades, restringindo-se àquela destinada ao consumo das famílias residentes, além de milho e algodão em escala bem reduzida. Não há cultivo de soja e tampouco silvicultura nesta região. Mesmo se fosse considerada a destinação do solo nos lotes do assentamento, haveria pouca mudança nos percentuais devido a tamanho reduzido das mesmas.

O gado bovino, principal atividade econômica, é criado de modo extensivo com rotação de pastos (as chamadas “invernadas”), sendo que ao todo existem mais de 4100 cabeças em toda a AID. Normalmente o gado bovino pertence ao proprietário enquanto animais como suínos, galinhas e ovelhas pertencem aos empregados e agregados residentes nas fazendas, desempenhando um papel importante no meio de vida da população local. A tabela 4.3.10.2 apresenta a quantidade total de cada tipo de animal. Nos lotes dos assentamentos, praticamente todas as famílias dispõem de galinhas e alguns porcos para subsistência.

Tabela 4.3.10.2 - Animais existentes nas propriedades cadastradas da AID¹

Animais	Quantidade
Gado Bovino	4129
Suíno	231
Eqüino	138
Aves	2115
Peixes em tanques	8500
Colméias	10
Caprino/ovino	301

Desse modo, a inserção no mercado das propriedades junto ao rio Cantu é baseada principalmente no gado de corte, sendo que algumas propriedades ainda vendem leite também.

Apesar de praticamente todas propriedades habitadas disporem de galinhas para o consumo próprio, não são comercializados frangos nem ovos. Entretanto, o número destes animais apresentado na tabela 4.3.10.2 pode estar subestimado, pois normalmente os residentes nem sabem ao certo quantas aves cada um dispõe.

Os demais animais (ovelhas, cavalos, etc) também não têm maior econômico, servindo apenas para uso dos residentes.

Com relação à produção agrícola, a tabela 3.3.10.3 demonstra a produção nas propriedades junto ao rio Cantu, assim como sua destinação. Conforme foi abordado anteriormente, nos lotes do assentamento, a principal atividade é a lavoura de subsistência, com ênfase em produtos como milho, feijão e hortaliças. Estes dados não estão incluídos na tabela abaixo.

Tabela 4.3.10.3 - Principais produtos agrícolas explorados nas propriedades da AID

Produção	Número de propriedades	
	Comercialização	Somente consumo interno
Milho	5	2
Algodão	2	0
Feijão	0	2
Arroz	0	1
Mandioca /outros	0	3

¹ Em 5 propriedades não há moradores e não foi possível adquirir alguma informação a este respeito (provavelmente não havia nenhum animal também). E em outras 5 propriedades não foi possível fazer o cadastro completo por falta de morador no momento da pesquisa.

Quanto à agricultura, os únicos produtos que são comercializados são o milho (cinco propriedades) e o algodão (outras duas propriedades). Além disso, há uma pequena área destinada a cultivos de feijão, arroz, mandioca e milho que servem apenas para o consumo interno das famílias residentes nas propriedades.

Com relação às benfeitorias existentes nas propriedades da AID, de modo geral são de madeira, e se resumem basicamente ao paiol, mangueira, tanque e mais algumas pequenas construções de madeira em cada propriedade. Nas fotos apresentadas ao final deste capítulo é possível verificar de modo geral as condições das benfeitorias existentes, cuja totalidade está apresentada na tabela 4.3.10.4.

Tabela 4.3.10.4 - Total de benfeitorias da AID

Benfeitoria	Quantidade
Galpão	12
Granja	4
Paiol	22
Chiqueiro	11
Mangueira/Potreiro	14
Tanque	18
Garagem / estrebaria	0
Casas	35

Outro aspecto relevante verificado no levantamento de campo foi o equipamento disponível em cada propriedade. Através destes dados, pode-se constatar que devido ao fato das propriedades mais capitalizadas possuírem na pecuária a sua principal atividade, o número de equipamento relacionado à agricultura é bastante reduzido. Além disso, o baixo grau de capitalização dos produtores dos lotes do assentamento corrobora para que este número permaneça baixo. São poucas as famílias que dispõem de algum maquinário de tração mecânica, inclusive com poucos tratores. A tabela 4.3.10.5 demonstra a totalidade destes equipamentos, diferenciando-os de acordo com o tipo de tração: animal ou mecânica.

Tabela 4.3.10.5 - Total de equipamentos nas propriedades da AID

Equipamentos	Unidades
Arado	3
Carroça	0
Desintegrador/Forrageira	1
Pulverizador	3
Plantadeira para plantio	3
Grade	4
Trator /Micro-trator	4
Roçadeira	2
Cultivador/ trilhadeira	2
Automóvel	6
Carreto	2
Motocicleta	1

Com relação à disponibilidade de alguns recursos nas propriedades, em praticamente todas elas a água é obtida através de fonte no local, sendo que apenas em duas é através de poços e há algumas onde não foi obtida esta informação (principalmente naquelas onde não há residentes). De modo geral, todas têm água de alguma forma ou de outra.

Quase a totalidade das propriedades entre as 23 mais próximas ao rio Cantu que não pertencem ao assentamento dispõe de energia elétrica. A maioria destas tem antena parabólica em suas residências, indicando que os residentes têm televisão. Com respeito às famílias residentes nos sete lotes do assentamento, não foi possível verificar este aspecto.

Considerando todas as propriedades, há cerca de 40 casas. Entre as existentes nas 23 que não pertencem ao assentamento, cerca de metade é mista (alvenaria e madeira) e outra metade é de madeira. Em 10 propriedades há fossa comum no banheiro enquanto das demais os escoadouros são separados da casa (um buraco no chão na maioria das vezes denominado “batente”). Com relação ao lixo, quase todos os residentes no local queimam a maior parte e enterram o lixo biológico. Como quase a totalidade de áreas rurais no Brasil, não há recolhimento de lixo no local.

4.3.10.5 População residente e proprietários da AID

A tabela 4.3.10.1 apresenta a relação completa das propriedades, com as respectivas denominações (ver mapa 4.3.10.1 – Áreas Requeridas para Implantação do Empreendimento e Propriedades da AID), nome dos proprietários, tamanho, número de família e moradores residentes além de observações relevantes.

Tabela 4.3.10.1 - Relação das propriedades da AID

Código²	Proprietário	Área (alq)	Famílias / pessoas	Observações
CT 01	Saul Brandalize	265	3 / 12	Local da barragem, pouco impacto em relação ao tamanho da propriedade
CT 02	Roberto Tonneti	95	3 / 13	Local da barragem, pouco impacto em relação ao tamanho da propriedade
CT 03	Valdemiro Correa	84	1 / 5	Propriedade que poderá ser inviabilizada pois será dividida. Benfeitorias afetadas
CT 04	Ivo Demarco	100	1 / 2	Pouco impacto. Não será inviabilizada
CT 05	José Francisco Pereira	84	1 / 2	Pouca área alagada, mas o acesso será afetado
CT 06	Sebastião Galvão	58	1 / 3	Pouco impacto. Não será inviabilizada
CT 07	Lorival Ferreira Andrade	280	5 / 16	Pouco impacto. Talvez alguma benfeitoria fique na área de proteção.
CT 08	Tadeu Vorontiuik	20	0	Pouco afetado. Área exclusiva de reserva
CT 09	Arquimedes Fraide	7,75	1 / dnd	Lote 3 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 10	Avelino Rocear	14,7	0	Talvez fique inviabilizada pela faixa de proteção
CT 11	Julio Ferreira da Silva	6,41	1 / dnd	Lote 4 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 12	João Fitz	20	1 / 4	Um pouco da área aproveitada para agricultura ficará na faixa de proteção
CT 13	Romildo Ricardo	7,5	1 / dnd	Lote 5 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 14	Natal Scatambulo	117	1 / 2	Pouco impacto. Não será inviabilizada
CT 15	Germano Portes Pereira	6,81	1 / dnd	Lote 8 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 16	Albino Gruss	41	1 / 2	Pouco impacto. Não será inviabilizada
CT 17	Michel Correa	6,55	1 / dnd	Lote 10 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 18	Flávio Mariot	73	1 / 2	Parte da área de pastagem será afetada pela faixa de proteção e, de acordo com o estudo de remanso, durante alguma cheia poderá haver impacto sobre grande parte do solo destinado à pastagem e também onde estão localizadas as residências.

² As propriedades de código ímpar ficam na margem esquerda e de código par ficam na margem direita

Tabela 4.3.10.1 - Relação das propriedades da AID (continuação).

Código³	Proprietário	Área (alq)	Famílias / pessoas	Observações
CT 18 A	Flávio Mariot	30 ⁴	0 / 0	Pouco afetada
CT 19	José Dirceu dos Santos	7,47	1 / dnd	Lote 11 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 20	Loda Piccinini	113	1 / 2	Final do reservatório. Pouco afetada.
CT 21	Ademir de Souza Silvestre	7,05	1/ dnd	Lote 12 do assentamento Chapadão, pouco afetado, mas a implantação de faixa de proteção poderá inviabiliza-lo
CT 22 A	José Ferreira Couto	60 ⁵	1 / 5	Casa de empregado dentro da faixa de proteção junto ao rio Azul
CT 22 B	Martino Harmatiuk	12	2 / 4	Final do reservatório. Maior impacto decorrente da faixa de proteção
CT 22 C	Delmira de Faria	6	Não informado	Propriedade será impactada pela faixa de proteção e, de acordo com o estudo de remanso, uma cheia de recorrência de 1000 anos poderá afetar grande parte da área remanescente
CT 22 D	Acir F. Couto	3	Não informado	Propriedade será impactada pela faixa de proteção e, de acordo com o estudo de remanso, uma cheia de recorrência de 1000 anos poderá afetar grande parte da área remanescente
CT 22 E	Arnaldo F. Couto	3	Não informado	Propriedade será impactada pela faixa de proteção e, de acordo com o estudo de remanso, uma cheia de recorrência de 1000 anos poderá afetar grande parte da área remanescente
CT 24	Tadeu Vorontiuk	56	1 / 8	Pouco afetado. Final do reservatório
CT 26	Izack	Dnd	Não informado	Afeta área mínima. Impacto pequeno em relação ao tamanho da propriedade.
CT 28	José Faria	Dnd	Não informado	Afeta área mínima. Impacto pequeno em relação ao tamanho da propriedade.

Dnd – dados não disponíveis

Fonte: Levantamento de campo, 2001

Há basicamente duas situações bem distintas com relação ao perfil das propriedades: a) grandes propriedades (maioria) junto ao rio Cantu; e b) 7 lotes do Assentamento Chapadão, junto ao rio Branco (propriedades CT-09, CT-11, CT-13, CT-15, CT-17, CT-19 e CT-21).;

³ As propriedades de código ímpar ficam na margem esquerda e de código par ficam na margem direita

⁴ Estimativa. Não foi possível fazer cadastramento desta área. Utilização somente para pasto.

⁵ Estimativa para o tamanho e para o número de habitantes (informações prestadas por terceiros).

a) Junto ao rio Cantu

Nestas propriedades, a principal característica é o predomínio de pastagens em grandes propriedades, com 86 alqueires em média, onde residem atualmente cerca de 24 famílias com 82 pessoas, com uma média de 3,42 pessoas por família, uma baixa média, principalmente se compararmos com o tamanho médios das famílias rurais.

Dentre estas famílias, aquelas cuja propriedade pode ser inviabilizada são as que sentirão maior impacto (CT-03, CT-22 C, CT-22 D e CT-22 E). As demais poderão continuar na propriedade, sendo que em uma ou outra casa deverá ser remanejada dentro da própria propriedade devido à implantação da faixa de proteção.

Outro aspecto importante refere-se à situação destas famílias. Das 24 famílias residentes nestas propriedades, apenas 3 são proprietárias. As demais são famílias de empregados e agregados que muitas vezes tem a função de administrar o gado e tomar conta da propriedade. Estas famílias, na maioria dos casos, recebem um salário mínimo para desempenharem esta função, tendo direito a usar um pedaço da terra próximo a casa para a produzirem hortaliças e alguns outros produtos para o consumo.

Na maioria dos casos o gado pertence ao proprietário, enquanto os porcos, galinhas e ovelhas são para consumo das famílias residentes. O tempo de residência no local varia bastante, pois enquanto há famílias que estão há mais de 30 anos na propriedade, outras estão a menos de 1 ano, principalmente no caso de agregados.

Não há muita relação de parentesco e até mesmo de vizinhança entre as famílias residentes devido inclusive ao tamanho médio das propriedades e dificuldades de tráfego existentes.

b) Junto ao rio Branco, afastado do rio Cantu

Na região próxima ao final do reservatório, junto ao rio Branco, afluente da margem esquerda do Cantu, há 7 lotes do assentamento Chapadão que seriam parcialmente afetados pelo reservatório da PCH Plena Energia I.

Estas propriedades têm o perfil completamente distinto das demais. Trata-se de pequenas unidades familiares, cujo tamanho médio varia entre 6,5 e 7,5 alqueires. Diferentemente das demais, a principal atividade nestes lotes não é a pecuária, mas sim a lavoura não mecanizada, de subsistência, e com pouquíssima inserção no mercado. O acesso a estas famílias é extremamente difícil.

Estes 7 lotes fazem parte de um assentamento constituído em 1995 em Laranjal que é formado por 210 lotes do total. Além desses 7, há mais um (lote nº 13 de Divancir Moreira) que poderá ser afetado parcialmente pelo remanso do reservatório em uma cheia de 1000 anos de recorrência.

A seguir são apresentadas as figuras 4.3.11.2 a 4.3.11.17 a fim de ilustrar a região em estudo.



Figura 4.3.11.2 - Distrito de Santo Rei, principal ponto de apoio na margem direita.



Figura 4.3.11.3 – Escola no Assentamento de Chapadão, principal comunidade na margem esquerda.



Figura 4.3.11.4 – Sede da fazenda de Saul Brandalisi, onde está a barragem na margem esquerda.



Figura 4.3.11.5 – Sede da fazenda de Roberto Tonneti, onde está a barragem na margem direita, assim como a casa de força.



Figura 4.3.11.6 – Residências e benfeitorias que deverá ser afetada, localizada na propriedade de Waldomiro Correa.



Figura 4.3.11.8 – Pasto da propriedade de Flavio Mariot (CT-18), ao lado do rio Azul. Na outra margem está a propriedade de José Ferreira Couto.



Figura 4.3.11.10 – Propriedade de Albino Gruss, um dos poucos proprietários que reside no local.

Figura 4.3.11.7 – Aspecto geral da paisagem, onde se verifica o predomínio de pastagens, com estradas de acesso bem precárias.



Figura 4.3.11.9 – Casa de D. Esmeralda, agregada na propriedade de Flávio Mariot.



Figura 4.3.11.11 – Sede da Fazenda de Lorival, na margem esquerda no final do reservatório.



Figura 4.3.11.12 – Propriedade de João Litz



Figura 4.3.11.13 – Posto telefônico na sede comunitária do Chapadão



Figura 4.3.11.14 – Aspecto da casa que será afetada pelo reservatório, onde reside Antonio Miranda



Figura 4.3.11.15 – Lotes do assentamento Chapadão, localizados ao fundo (no vale está o rio Branco)



Figura 4.3.11.16 – Casa de José Francisco Pereira, um dos poucos proprietários residentes.



Figura 4.3.11.17 – Aspecto geral das estradas de acesso para as propriedades próximas ao rio Cantu

4.3.11 Conclusão do Meio Humano

Através do diagnóstico do meio humano foi possível identificar diversos aspectos relevantes para a compreensão do contexto antrópico em que este empreendimento está inserido.

Os municípios envolvidos estão localizados no centro-ocidental do estado do Paraná, uma das regiões com piores indicadores sociais, fruto da precariedade da economia regional, com municípios muito pouco industrializados e tendo da agro-pecuária uma das principais atividades econômicas.

De modo geral, esta região foi uma das últimas fronteiras de colonização, sendo definitivamente ocupada por não-índios apenas no início do século XX, apesar de ter servido como passagem para diversas expedições no século XVI. Na região diretamente afetada pelo reservatório e pelas obras do canal há um forte predomínio da pecuária, sendo que as pastagens ocupam mais cerca de 84% das áreas das propriedades que serão parcialmente

afetadas. A lavoura é muito pouco expressiva na região de inserção do empreendimento, servindo apenas como subsistência.

Com relação às propriedades da área de influência direta, poucas poderão ser inviabilizadas, pois o reservatório é encaixado no rio Cantu e nos seus afluentes, além de predominar grandes propriedades cuja principal atividade é a pecuária. Entretanto, devido ao remanso do reservatório recomenda-se que a faixa de proteção tenha mais de 100 metros em alguns trechos no final do reservatório, evitando um impacto maior em algumas propriedades pequenas. Mesmo assim, no total apenas umas três ou quatro propriedades devem ser realmente inviabilizadas; enquanto outra terá interrupção no seu acesso. Quanto aos lotes do assentamento Chapadão, o maior impacto deverá ser decorrente da implantação da faixa de proteção neste trecho, e nesse aspecto deve haver apreciação específica no PBA e posterior Plano Diretor, flexibilizando a faixa de proteção de maneira a minimizar impactos sobre o meio humano.

Outro aspecto relevante refere-se ao fato de que a maioria dos residentes nas propriedades junto ao rio Cantu é composta pelos empregados e seus parentes. Entre os proprietários, quase a totalidade reside nas cidades da região e tem na fazenda junto ao Cantu uma atividade econômica. No geral, são bastante capitalizados e possuem outros negócios.

Outro aspecto a ser considerado é o aumento populacional a ser causado pela obra durante o período construtivo próximo ao local da obra. Para este período, que deve durar cerca de 24 meses, está previsto o emprego de 320 trabalhadores de mão-de-obra não qualificada. Embora a preferência seja por utilizar a mão-de-obra local, certamente haverá durante este período um aumento do número de habitantes nas comunidades próximas, cuja infraestrutura atual referente a serviços básicos e de transporte é muito precária.