



CONSÓRCIO ENERGÉTICO  
**CRUZEIRO DO SUL**  
UHE GOVERNADOR JAYME CANET JÚNIOR

# UHE GOVERNADOR JAYME CANET JÚNIOR (MAUÁ)

## PLANO DE TRABALHO PARA ATUALIZAÇÃO DA CURVA COTA X ÁREA X VOLUME

Elaborado por Copel Geração e Transmissão S.A.

Eng<sup>a</sup> Camila Freitas - CREA 80.851/D-PR  
Eng<sup>o</sup> Douglas Mazeika Paulek – CREA 138.564/D-PR  
Eng<sup>a</sup> Mônica Irion Almeida - CREA 24.915/D-PR  
Eng<sup>o</sup> Carlos Alexandre Vaz – CREA 116.160/D-PR

SOS – Superintendência de Operações de Geração e Transmissão  
COGT – Centro de Operação da Geração e Transmissão  
VRHI – Divisão de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMF – Superintendência de Assuntos Fundiários e de Meio Ambiente da Geração e  
Transmissão

DGGI – Departamento de Geoprocessamento e Gestão Imobiliária  
VGIG – Divisão de Gestão Imobiliária e Geoprocessamento

Relatório VRHI nº 2022 - 004

Curitiba, março de 2022.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b><i>INTRODUÇÃO</i></b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b><i>ENQUADRAMENTO DA USINA DE ACORDO COM A CRITICIDADE DO ASSOREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE MATERIAL CARTOGRÁFICO</i></b>	<b>2</b>
	<b>2.1 Classificação do reservatório quanto ao potencial de assoreamento</b>	<b>2</b>
	2.1.1 Potencial de Produção de Sedimentos da Bacia Hidrográfica do Empreendimento Hidrelétrico (PSS).....	2
	2.1.2 Posição do Reservatório na Cascata (Prc) .....	3
	2.1.3 Regime de Operação do Reservatório (Ror).....	3
	2.1.4 Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (MI).....	4
	2.1.5 Determinação do Nível de Criticidade .....	4
	<b>2.2 Classificação do reservatório quanto à disponibilidade de documentação cartográfica</b>	<b>5</b>
	<b>2.3 Enquadramento do Empreendimento na Matriz Potencial de Sedimentos x Disponibilidade de Documentação Cartográfica</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b><i>AÇÕES A SEREM REALIZADAS</i></b>	<b>6</b>
	3.1 Implantação da Rede de Vértices Geodésicos (RVG).....	6
	3.2 Implantação das seções de controle: Localização e Quantidade .....	6
	3.3 Elaboração do Modelo Geoidal Local (MGL).....	7
	3.4. Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto.....	8
	3.5. Controle de Qualidade da RVG Pré-Existente .....	10
	3.6 Levantamento do Contorno do Reservatório.....	10
	3.7 Mapeamento da Área Molhada do Reservatório.....	11
	3.7.1 Seções batimétricas de referência.....	11
	3.8 Mapeamento da Área Seca do Reservatório .....	11
	3.9 Modelo Digital do Reservatório e Curva Cota x Área x Volume .....	12
<b>4.</b>	<b><i>PRODUTOS A SEREM ENTREGUES À ANA</i></b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b><i>CRONOGRAMA ESPERADO</i></b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b><i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i></b>	<b>12</b>
<b>7.</b>	<b><i>REFERÊNCIAS</i></b>	<b>13</b>
<b>8.</b>	<b><i>ANEXOS</i></b>	<b>14</b>

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO I:** Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do Sistema Interligado Nacional

**ANEXO II:** Relatório Técnico VLB-MA-RT-300-00-001-R1- “UHE Mauá – Projeto Básico Consolidado - VOLUME 1 DE 2 – TEXTOS

**ANEXO III:** Planilhas Eletrônicas – Memorial de Cálculo

**ANEXO IV:** Seções de Controle

**ANEXO V:** Cronograma Esperado

**ANEXO VI:** Curva Cota x Volume Vigente

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados básicos do aproveitamento hidrelétrico UHE GJC (Mauá) .....	1
Quadro 2: Classificação do reservatório quanto ao potencial de produção de sedimentos da bacia hidrográfica .....	2
Quadro 3: Classificação do reservatório quanto ao seu regime de operação .....	3
Quadro 4: Classificação do reservatório quanto a magnitude e importância dos efeitos do assoreamento ..	4
Quadro 5: Classificação do reservatório quanto à disponibilidade de documentação cartográfica .....	5
Quadro 6: Tipologia do reservatório .....	5
Quadro 7: Número de seções de referência para o reservatório da UHE GJC (Mauá).....	11



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Seções de Controle na região da UHE GJC (Mauá) – disponível no ANEXO IV .....	7
Figura 2: Disposição de RRNN oficiais próximas ao Reservatório da UHE GJC (Mauá) .....	8
Figura 3: Articulação da cartografia de projeto - UHE GJC (Mauá).....	9

# 1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo apresentar o plano de trabalho para atualização da curva *Cota x Área x Volume (CAV)* do Aproveitamento Hidrelétrico Governador Jayme Canet Júnior (Mauá) – UHE GJC, visando ao atendimento da Resolução Conjunta ANEEL e ANA nº 3, de 10 de agosto de 2010, publicada no Diário Oficial da União em 20 de outubro de 2010, a qual revogou a Resolução ANEEL nº 396, de 4 de dezembro de 1998.

No Quadro 1 são apresentados dados básicos do aproveitamento hidrelétrico em questão.

**Quadro 1:** Dados básicos do aproveitamento hidrelétrico UHE GJC (Mauá)

Potência Instalada (MW)	363,14
Energia Garantida (MW)	197,70
Produtividade Média (MW/m <sup>3</sup> /s)	1,046
Ato de Autorização ou de Concessão	Decreto s/nº de 2007
Entrada em operação	23/11/2012
Rio / Sub-Bacia Hidrográfica	Tibagi (65)
Bacia Hidrográfica	Paraná (6)
Latitude / Longitude da barragem	24° 02'30,66" S 50° 41'37,56" W
Área de drenagem total até a barragem (km <sup>2</sup> )	15.423
Área incremental do aproveitamento (km <sup>2</sup> )	6.588
N.A. Máximo Normal (m)	635
N.A. Mínimo Operacional (m)	626
Volume N.A. Máximo Normal (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2.137
Volume N.A. Mínimo Operacional (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1.473
Área inundada no N.A. Máximo Normal (km <sup>2</sup> )	83,90

O reservatório da UHE GJC (Mauá) é o segundo da cascata do rio Tibagi, trata-se de um reservatório de regularização de vazão. A UHE GJC (Mauá) tem sua operação eletroenergética despachada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). No **ANEXO I** é apresentado o Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do Sistema Interligado Nacional disponibilizado pelo **ONS**.

## 2. ENQUADRAMENTO DA USINA DE ACORDO COM A CRITICIDADE DO ASSOREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE MATERIAL CARTOGRÁFICO

Segundo o documento “ORIENTAÇÕES PARA ATUALIZAÇÃO DAS CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME”, disponibilizado pela ANA em dezembro de 2013, os reservatórios serão classificados quanto ao seu potencial de assoreamento e quanto a disponibilidade de documentação cartográfica para definir a metodologia a ser aplicada na atualização da curva CAV.

### 2.1 Classificação do reservatório quanto ao potencial de assoreamento

Os reservatórios serão classificados em relação aos seguintes parâmetros: Potencial de Produção de Sedimentos, Posição Relativa na Cascata, Regime de Operação do Empreendimento e Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento.

#### 2.1.1 Potencial de Produção de Sedimentos da Bacia Hidrográfica do Empreendimento Hidrelétrico (PSS)

A descarga sólida média anual afluyente ao reservatório da UHE GJC (Mauá) foi avaliada no relatório técnico VLB-MA-RT-300-00-001-R1 - “UHE Mauá – Projeto Básico Consolidado - VOLUME 1 DE 2 - TEXTOS”. A descarga sólida média anual afluyente foi calculada em **560.108 t/ano**, para uma área de drenagem de **15.423km<sup>2</sup>**. O relatório VLB-MA-RT-300-00-001 está disponível no **ANEXO II**.

A proposta de classificação da ANA com base em Eletrobrás/IPH (1992) foi a seguinte:

- Pss < 25 ton/km<sup>2</sup>/ano → Baixo potencial (1)
- Pss entre 25 e 100 ton/km<sup>2</sup>/ano → Médio potencial (2)
- Pss > 100 ton/km<sup>2</sup>/ano → Alto potencial (3)

O quadro 2 apresenta a classificação do reservatório quanto ao potencial de produção de sedimentos da bacia hidrográfica do empreendimento hidrelétrico.

**Quadro 2:** Classificação do reservatório quanto ao potencial de produção de sedimentos da bacia hidrográfica

DSM =	560.108	t/ano
Ad =	15.423	km <sup>2</sup>
PSS =	36	t/km <sup>2</sup> /ano
<b>Médio Potencial</b>	<b>2</b>	

### 2.1.2 Posição do Reservatório na Cascata (Prc)

A proposta de classificação da ANA quanto à suscetibilidade associada à disposição relativa na cascata foi a seguinte:

- Reservatórios de Jusante com Pequena Bacia Incremental → **Baixa Suscetibilidade (1)**
- Reservatórios de Jusante com Grande Bacia Incremental → **Média Suscetibilidade (2)**
- Reservatórios de Cabeceira → **Alta Suscetibilidade ao Assoreamento (3)**

No caso especial de um reservatório de jusante apresentar um potencial especialmente elevado de produção de sedimentos (PSS de nível 3), o mesmo deverá ser classificado como de alta suscetibilidade.

O reservatório da UHE GJC (Mauá) é o segundo da cascata do rio Tibagi, como se pode verificar no **ANEXO I**, porém é o primeiro de regularização. Sendo um reservatório de regularização localizado a jusante de outro reservatório é classificado como de **Média Suscetibilidade ao Assoreamento (2)** em relação a posição do reservatório na cascata.

### 2.1.3 Regime de Operação do Reservatório (Ror)

A classificação para a suscetibilidade ao assoreamento, em função do regime de operação do reservatório, baseia-se em um índice de regularização (IR, valor expresso em dias) dado pela seguinte expressão:

$$IR = \frac{\text{Volume útil}}{\text{Vazão Turbinada Média}}$$

ao qual aplica-se o seguinte critério:

- IR < 30 dias → **Baixa Suscetibilidade (1).**
- IR entre 30 e 150 dias → **Média Suscetibilidade (2).**
- IR > 150 dias → **Alta Suscetibilidade (3)**

O valor da vazão turbinada média foi obtido pela relação entre energia garantida e produtividade média disponíveis no quadro 1.

O quadro 3 apresenta a classificação do reservatório quanto ao seu regime de operação.

**Quadro 3:** Classificação do reservatório quanto ao seu regime de operação

Volume útil =	664,00	hm <sup>3</sup>
Vazão Turbinada Média =	189,01	m <sup>3</sup> /s
IR =	41	dias
<b>Média suscetibilidade</b>		<b>2</b>

### 2.1.4 Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (MI)

Quanto a magnitude e importância dos efeitos do assoreamento indicados pela ANA, os reservatórios podem ser classificados:

- Reservatórios, nos quais pelo menos um dos parâmetros anteriores seja considerado como de Alta Suscetibilidade ou Potencial, constituem total ou parcialmente hidrovias ou ainda possuam pelo menos três municípios com mais de 50 mil habitantes de forma ribeirinha → **Alta Externaldade (3)**.
- Reservatórios, nos quais nenhum dos parâmetros anteriores seja considerado como de Alta Suscetibilidade ou Potencial, e pelo menos um dos parâmetros anteriores seja considerado como de Média Suscetibilidade ou Potencial, ou ainda possuam pelo menos dois municípios com mais de 50 mil habitantes de forma ribeirinha → **Média Externaldade (2)**.
- Demais Reservatórios → **Baixa Externaldade (1)**.

O quadro 4 apresenta os municípios que tiveram área inundada pelo reservatório (ANEEL, 2022), a população correspondente estimada pelo IBGE para o ano de 2021 (IBGE, 2022) e a classificação do reservatório quanto à magnitude e importância dos efeitos do assoreamento.

**Quadro 4:** Classificação do reservatório quanto a magnitude e importância dos efeitos do assoreamento

Ortigueira	21.783	hab
Telêmaco Borba	80.588	hab
<b>Baixa externaldade</b>		<b>1</b>

### 2.1.5 Determinação do Nível de Criticidade

O nível de criticidade foi calculado empregando-se a seguinte fórmula:

$$NC = \frac{PSS + PRC + 4.ROR + MI}{21}$$

Os enquadramentos possíveis são os seguintes:

- **Classe 1 - Nível de Criticidade Alto ( $NC \geq 0,75$ ):** reservatório onde há risco de assoreamento e onde este processo pode trazer efeitos negativos à geração de energia ou a outros usos da água.
- **Classe 2 - Nível de Criticidade Médio ( $0,50 \leq NC < 0,75$ ):** reservatório onde o risco de assoreamento é menor ou onde os efeitos esperados do mesmo não são tão importantes.
- **Classe 3 - Nível de Criticidade Baixo ( $NC < 0,50$ ):** reservatórios situados em bacias hidrográficas de com pouca produção de sedimento, onde o risco de assoreamento é muito baixo.

No caso da UHE GJC (Mauá) **NC = 0,62** o que classifica o reservatório como classe 2 – Nível de criticidade Médio.

## 2.2 Classificação do reservatório quanto à disponibilidade de documentação cartográfica

Quanto à disponibilidade de documentação cartográfica a ANA sugeriu os seguintes cenários:

### Cenário 01:

Não possui nenhum material cartográfico de Projeto, mapeamento da área seca e batimétrica da área do reservatório.

### Cenário 02:

Possui material cartográfico de Projeto e/ou levantamentos batimétricos, e possui mapeamento da área seca em escala 1:10.000 ou superior oriundo de recobrimento aerofotogramétrico aprovado no controle de qualidade definido neste documento.

### Cenário 03:

Não possui material cartográfico de Projeto, mas possui mapeamento da área seca em escala 1:10.000 ou superior oriundo de recobrimento aerofotogramétrico aprovado no controle de qualidade definido neste documento.

O quadro 5 resume os dados disponíveis para o reservatório em questão.

**Quadro 5:** Classificação do reservatório quanto à disponibilidade de documentação cartográfica

DADOS BÁSICOS	CARTOGRAFIA DE PROJETO		CARTOGRAFIA ATUAL	
	AREA SECA	AREA UMIDA (RIO)	AREA SECA	AREA UMIDA (RIO)
Analogico / digital	Altimetria Digital	Sem batimetria	Altimetria Digital	Sem batimetria
<b>Cenário Cartográfico 02</b>				

\* atendimento à Resolução ANEEL nº 501 de 2012

## 2.3 Enquadramento do Empreendimento na Matriz Potencial de Sedimentos x Disponibilidade de Documentação Cartográfica

A metodologia a ser aplicada na atualização da curva CAV varia conforme a tipologia do reservatório, apresentada no quadro 6. No caso da UHE GJC (Mauá) o reservatório foi caracterizado como **B1**.

**Quadro 6:** Tipologia do reservatório

Classes de Criticidade	Cenário Cartográfico		
	1	2	3
Classe 01	A	B	C
<b>Classe 02</b>	A	<b>B1</b>	C
Classe 03	A	B2	C

O memorial de cálculo para o enquadramento do reservatório na matriz potencial de sedimentos x disponibilidade de documentação cartográfica consta no **ANEXO III** em planilhas eletrônicas.

### 3. AÇÕES A SEREM REALIZADAS

A classificação do reservatório como tipo **B1** exige a realização das seguintes ações para atendimento do Art. 8º da Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3 de 2010:

1. Realizar o Controle de Qualidade (**CQ**) da RVG e MGL;
2. Realizar o **CQ** planialtimétrico da restituição, dos mapas vetores e/ou das ortofotos devendo o material apresentar no mínimo PECD Classe B;
3. Executar o levantamento batimétrico na área do reservatório;
4. Implantar, conforme especificado no item **3.2**, as seções topobatimétricas de controle para o monitoramento do carreamento de sedimentos para os reservatórios, as quais devem ser monitoradas a cada 2 anos;
5. Efetuar análise das campanhas de monitoramento.

#### 3.1 Implantação da Rede de Vértices Geodésicos (RVG)

A RGV é a base para o georreferenciamento das seções batimétricas. A rede será implantada da seguinte forma:

1. Identificar as RRNN do IBGE mais próximas à área do reservatório;
2. Levantar os valores antigos e os atuais das altitudes ortométricas depois dos últimos ajustes da Rede Altimétrica Nacional efetuados pelo IBGE;
3. Pesquisar e identificar marcos que remanesçam de trabalhos anteriores e/ou da época de implantação do empreendimento hidrelétrico, analisando sua posição no reservatório e suas condições de ocupação GNSS e/ou nivelamento;
4. Planejar a distribuição de 10 marcos de concreto na área do reservatório caso os marcos existentes não possam ser aproveitados;
5. Avaliar as linhas de nivelamento e contranivelamento de primeira ordem partindo das RRNN até os marcos existentes, avaliando a possibilidade de fazerem parte da RVG. Caso contrário, o trabalho deverá ser executado;
6. Rastrear com receptores GNSS de dupla frequência os marcos implantados e nivelados;
7. Processar os dados oriundos do nivelamento e das ocupações GNSS em softwares específicos utilizando os módulos de ajustamento pertinentes;
8. Elaborar as monografias dos vértices e Relatório de Implantação da RVG.

Pretende-se utilizar os vértices da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro do tipo SAT-GPS ou os pertencentes a RBMC/RIBAC.

#### 3.2 Implantação das seções de controle: Localização e Quantidade

Para os reservatórios com **média criticidade** ao assoreamento, devem ser instalados **dois conjuntos** (com três seções de controle topobatimétrico cada) em dois locais distintos do reservatório, posicionando-as no seu quartil superior.



Cada seção topobatimétrica será materializada em campo por meio de dois marcos de concreto, posicionados em ambas as margens do reservatório, afastado do local da linha de operação normal do empreendimento, preferencialmente após a linha máximo *maximorum*, de forma intervisível e que o alinhamento dos mesmos se encontre perpendicularmente ao fluxo do corpo hídrico.

Serão revitalizadas e complementadas as seções de monitoramento CT-1 e CT2, apresentadas na Figura 1 utilizadas em estudos anteriores de avaliação do assoreamento do reservatório de forma a atender ao requisito de monitorar duas seções no local.

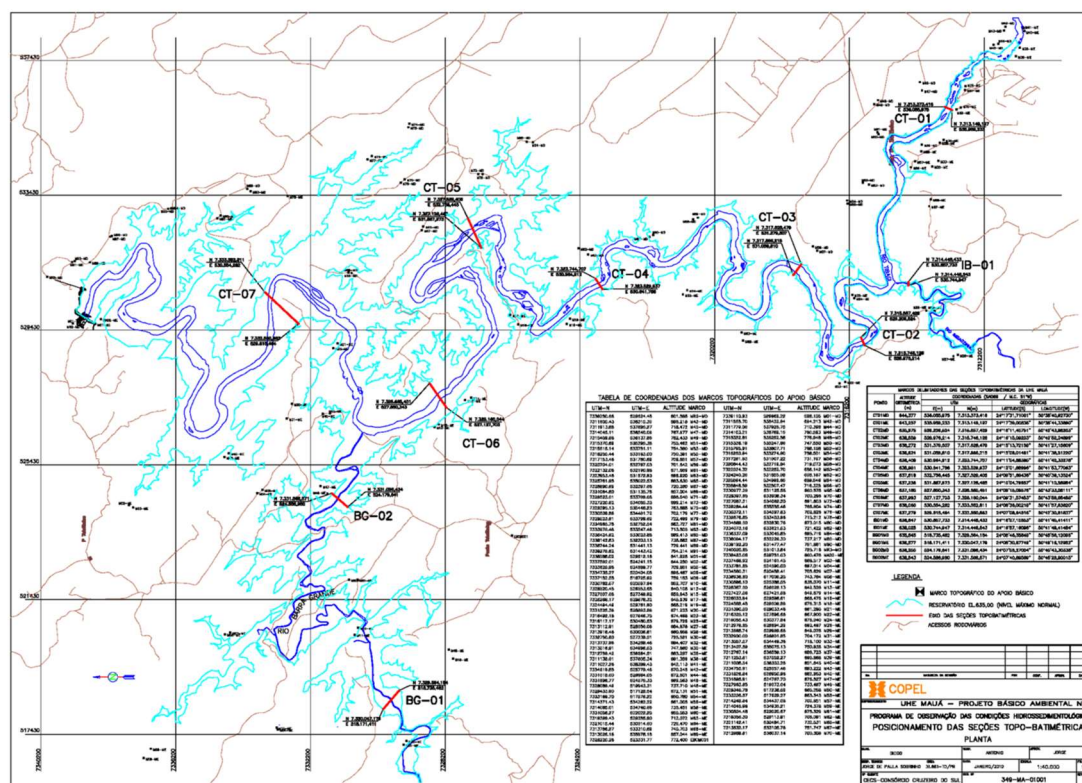
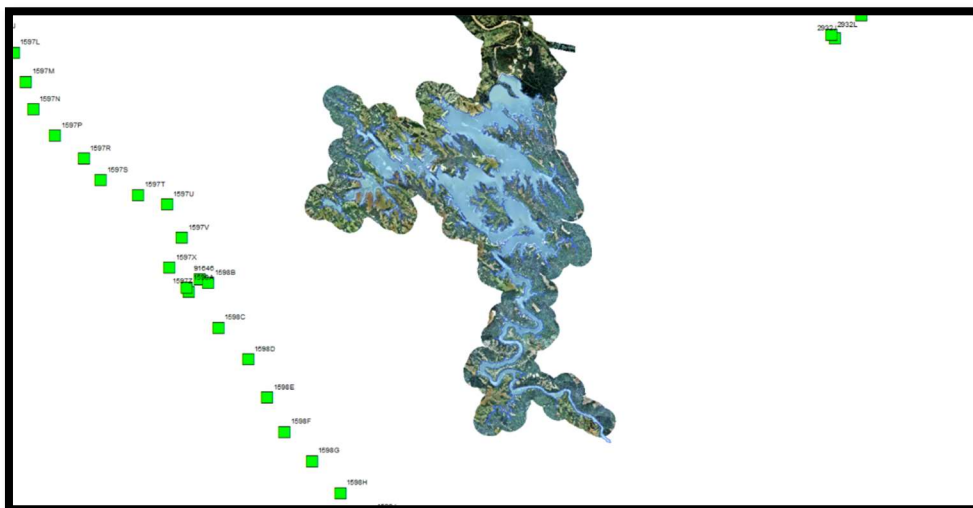


Figura 1: Seções de Controle na região da UHE GJC (Mauá) – disponível no ANEXO IV

### 3.3 Elaboração do Modelo Geoidal Local (MGL)

A região possui MGL elaborado em 2008 que deve ser avaliado em relação a precisão para eventual atendimento à resolução. Caso, não seja aprovado, em virtude de poucas RRNN oficiais do IBGE na região, como demonstra a Figura 2 abaixo e da implantação/validação de nova RVG na área do reservatório considerou-se avaliar o MAPGEO2015 ou Modelo geoidal oficial mais atualizado. Somente caso este não validado, será considerada a elaboração de novo MGL.





**Figura 2:** Disposição de RRNN oficiais próximas ao Reservatório da UHE GJC (Mauá)

### 3.4. Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto

A cartografia de projeto é composta por 70 plantas planialtimétricas provenientes de levantamento LiDAR e imagens aéreas no ano de 2008 com as seguintes características:

1. Escala de voo: 1:5000
2. Data de voo: 2008
3. Empresa executora: Lactec/Engemap
4. Espaçamento das curvas de nível: 1 m
5. Datum horizontal: SAD69-96
6. Datum vertical: Marégrafo de Imbituba – SC

A Figura 3 representa a articulação base cartográfica de projeto.

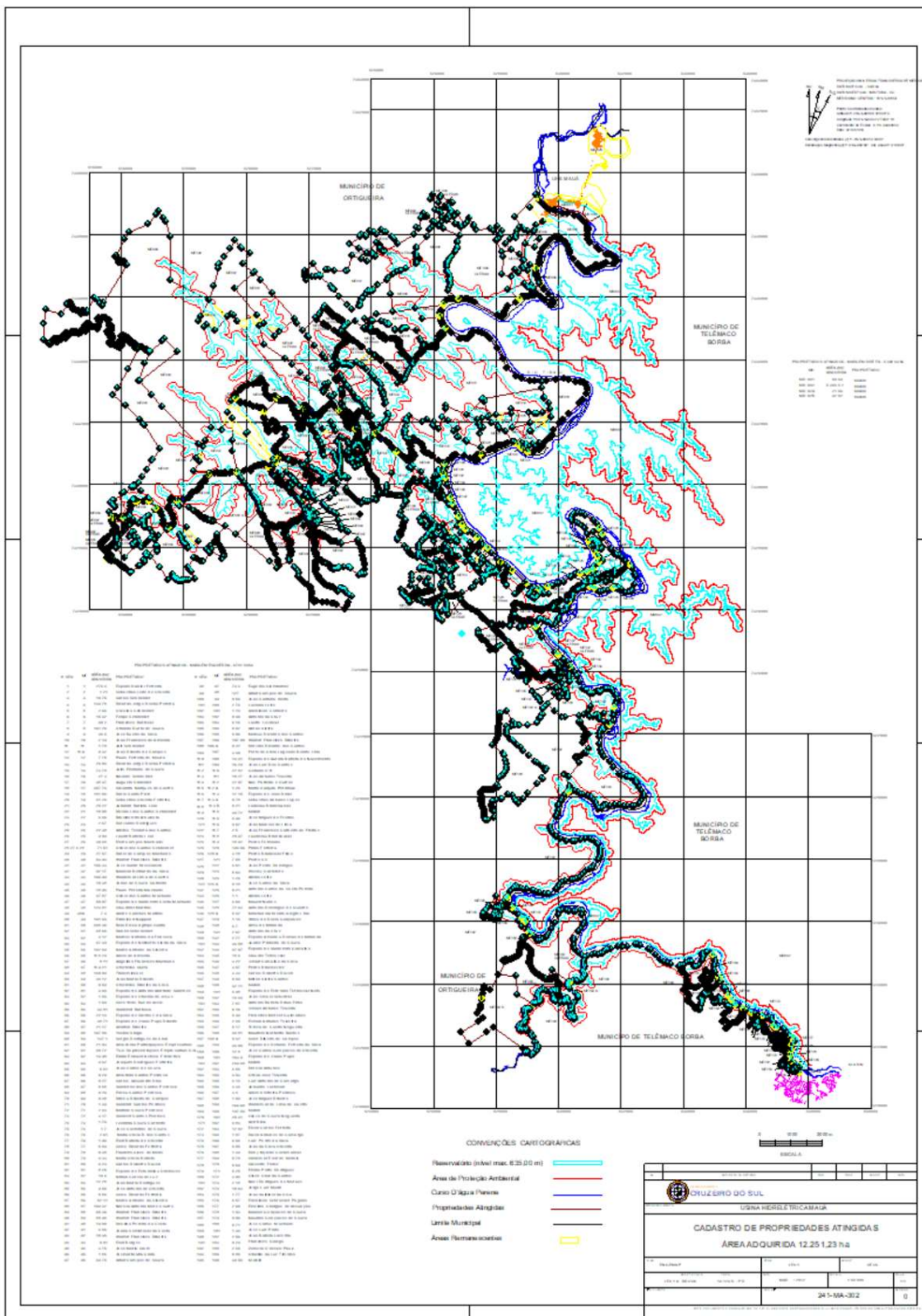


Figura 3: Articulação da cartografia de projeto - UHE GJC (Mauá)

O Controle de Qualidade (CQ) da base cartográfica preexistente deverá ser realizado da seguinte forma:

1. Selecionar 20 pontos no mapa vetorial e nas ortofotos que sejam inequívocos na sua identificação no terreno (distribuição que proporcione boa geometria espacial);
2. Proceder à ocupação com receptores GNSS de dupla frequência dos pontos selecionados;
3. Utilizar marcos da RVG mais próximo dos pontos selecionados para executar o controle de qualidade;
4. Analisar as coordenadas obtidas;
5. Efetuar o enquadramento do PEC.

### 3.5. Controle de Qualidade da RVG Pré-Existente

Para avaliação da RVG pré-existente serão executadas as seguintes etapas:

1. Identificar na região do reservatório RRNN oficiais contidas no sítio eletrônico do IBGE;
2. Identificar espacialmente os marcos que constituem a rede de referência no material cartográfico disponível e sua proximidade com as RRNN do IBGE;
3. Identificar espacialmente os marcos que constituem a Rede de Referência e sua proximidade com as RRNN do IBGE;
4. Vistoriar em campo as condições das RRNN selecionadas e as possibilidades de caminhamento;
5. Planejar linhas de nivelamento e contranivelamento geométrico partindo das RRNN selecionadas do IBGE para os 10 marcos da RVG na região do reservatório;
6. Ocupar pontos selecionados com receptores GNSS de dupla frequência em duas seções de duas horas cada uma;
7. Efetuar o nivelamento, tendo como referência de partida a RN do IBGE selecionada, e como de chegada os vértices da RVG.

### 3.6 Levantamento do Contorno do Reservatório

O levantamento do contorno do reservatório será executado empregando-se como dado primário as informações obtidas de levantamentos aerofotogramétricos.

Estes levantamentos são provenientes de imagens multiespectrais de alta resolução, modelos digitais do terreno, serviços de ortorretificação, mosaico e recorte de acordo com a articulação 1:5.000 do Sistema Cartográfico Nacional, compatível com a precisão na escala 1:5.000 PEC-A.

As imagens foram tomadas entre 06/10/2012 a 18/10/2012 e os produtos obtidos seguem as especificações abaixo:

- Modelo Digital de Terreno com resolução de 1 metro no formato GRID;
- Ortofoto com resolução radiométrica RGB de 8 bit e resolução geométrica de 35cm;
- Fotos aéreas em formato TIF com resolução máxima de 35cm (GSD) e resolução radiométrica de 12 bit nas bandas RGB e IR;
- Metadados em formato geodatabase contendo todas as informações referentes à cada foto aérea e ortofoto;
- Restituição das curvas de nível operacional normal e máximo *maximorum*.

O mapa de traço resultante usará o Sistema de Referência SIRGAS2000 (época 2000,4) e Imbituba como os referenciais planimétricos e altimétricos, respectivamente.

### 3.7 Mapeamento da Área Molhada do Reservatório

O trabalho deverá ser efetivado por Linhas regulares de Sondagem (LS) equidistantes, dispostas de forma transversal e longitudinal as curvas isobatimétricas da área.

O levantamento compreende duas componentes: o posicionamento planimétrico da embarcação e a mensuração da profundidade. O posicionamento será executado, em tempo real, com GPS de dupla frequência, empregando-se correções diferenciais provenientes de uma base da RVG (RTK).

A mensuração das profundidades será executada com um equipamento de registro contínuo digital (ecobatímetro).

O valor final das isóbatas do reservatório será fruto da profundidade mensurada em campo devidamente corrigida devido às flutuações operacionais do reservatório.

Para correção de que trata o parágrafo anterior serão utilizadas as duas estações limnimétricas telemétricas em operação no reservatório da UHE GJC (Mauá).

#### 3.7.1 Seções batimétricas de referência

A batimetria será realizada por meio de ecobatímetro de feixe único. O número de seções de referência, apresentado no quadro 7, foi calculado pela seguinte equação:

$$E_{ST} = \frac{0,35.A^{0,35}}{D}$$

Onde:  $E_{ST}$  - equidistância das seções topobatimétricas transversais, em quilômetros;  
 A - área do reservatório em seu nível operacional normal, em hectares; e  
 D - extensão do reservatório, em quilômetros.

**Quadro 7:** Número de seções de referência para o reservatório da UHE GJC (Mauá)

<b>A =</b>	8390	ha
<b>D =</b>	80	km
<b>Est =</b>	0,10	km
<b>Número de seções batimétricas transversais</b>	<b>800</b>	

A equidistância das linhas de sondagem longitudinais deverá ser de 3 vezes as praticadas para as linhas de sondagem transversais, neste caso em torno de 300 m.

### 3.8 Mapeamento da Área Seca do Reservatório

A partir do recobrimento aerofotogramétrico mencionado no item 3.6, da parte seca em toda a extensão do reservatório até seu nível máximo *maximorum*, será produzido um

mapa de traço convencional, escala 1:10.000, com curvas de nível com equidistância de 5 metros ou um modelo digital de elevação compatível com a precisão do mapa de traço.

Os arquivos gráficos finais servirão de base para a confecção do modelo digital do terreno da área seca do reservatório.

### **3.9 Modelo Digital do Reservatório e Curva Cota x Área x Volume**

A partir dos pontos mensurados nas partes seca e molhada do reservatório será gerado o modelo digital do reservatório empregando-se um método de interpolação adequado. A linha de contorno do reservatório será utilizada como *breakline*.

Os pontos que vão compor as curvas “*Cota x Área*” e “*Cota x Volume*” serão obtidos pela variação da posição de um plano de corte, a cada 1 cm, desde a cota mínima operativa até o nível máximo *maximorum* do reservatório.

## **4. PRODUTOS A SEREM ENTREGUES À ANA**

Os produtos a serem entregues à ANA serão os seguintes:

1. Relatório Técnico da Realização do Controle de Qualidade (mapeamento e RVG) descrevendo os procedimentos utilizados, equipamentos, cálculos e processamento, bem como a análise de tendência e precisão do material demonstrando nos termos da legislação em vigor seu enquadramento ao PEC Classe B. Mapa contínuo georreferenciado no sistema SIRGAS 2000 em ambiente de geoprocessamento, banco de dados com os respectivos atributos, arquivos *geodatabase* ou *shp*, e Modelo Digital do Terreno (MDT);
2. Plano de monitoramento de sedimento do reservatório;
3. Relatórios de realização dos serviços (itens 1 e 2) contendo o planejamento das linhas, os vértices de referência e a técnica de posicionamento utilizada, bem como o resultado do georreferenciamento das seções. Serão apresentados os perfis e as isóbatas geradas.

## **5. CRONOGRAMA ESPERADO**

O cronograma é apresentado no ANEXO V, é apenas um indicativo da duração do trabalho, portando pode ser alterado durante o transcorrer das atividades.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do cronograma apresentado no item 5 depende do nível do reservatório atingir cota um metro superior a cota máxima ocorrida durante o voo citado no item 3.6. No período de realização do voo o nível d'água no reservatório oscilou entre 626,73 m e 627,52 m.

A execução das atividades de campo depende de condições meteorológicas favoráveis.

No **ANEXO VI** é apresentada a tabela com a curva **Cota x Volume** vigente para o reservatório da usina em questão.

## 7. REFERÊNCIAS

ANA. **Orientações para atualização das curvas Cota x Área x Volume**. Disponível em:

[http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaAtualizacaoDasCurvas\\_Cota\\_Area\\_Volume\\_Versao\\_Dez2013.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaAtualizacaoDasCurvas_Cota_Area_Volume_Versao_Dez2013.pdf). 2013.

ANEEL. **Compensação Financeira Pela Utilização de Recursos Hídricos: Relação de Município Diretamente Atingidos**. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/>. 2022.

IBGE. **Informações sobre os Municípios brasileiros**. Disponível em:

<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. 2022.

ONS. **Diagrama Esquemático das Usinas Hidrelétricas do SIN**. Disponível em: [Mapas \(ons.org.br\)](http://ons.org.br). 2022.

VLB. **UHE Mauá – Projeto Básico Consolidado - VOLUME 1 DE 2 – TEXTOS**. Relatório Técnico VLB-MA-RT-300-00-001-R1. 2008.

## 8. ANEXOS





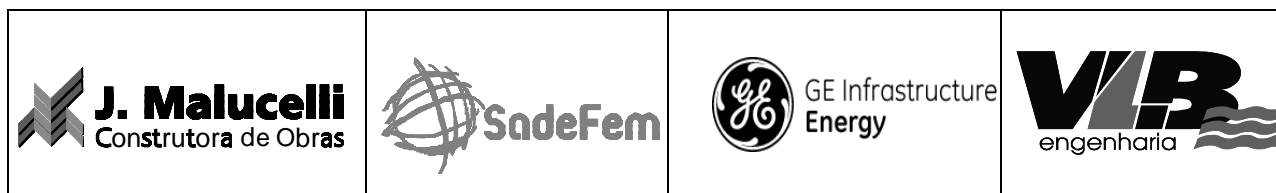


**UHE MAUÁ**  
**PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO**

**VOLUME 1 DE 2 - TEXTOS**

	Revisão relativas a dados de turbinas, geradores e barragem			
	Revisão conforme OE-CV-MAU-RTP-030/2008-R0			
	Revisão conforme OE-CV-MAU-RTP-023/2008-R0			
Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
REVISÕES				

**CONSÓRCIO ENERGÉTICO CRUZEIRO DO SUL**



**UHE MAUÁ**

Preparado	<u>EHGJ</u>	Aprov.	<u>Emilio H. Gomes Jr.</u> Gerente do Projeto	Nº VLB	Rev.
Conferido	<u>JHRL</u>			0706-MA-RT-300-00-001	1
Visto	<u>EHGJ</u>	Aprov.	<u>José H. R. Lopes</u>	Nº Cliente ou Código Unificado	Rev.
Data	<u>ABR/08</u>		Resp. Técnico MG-12545/D	VLB-MA-RT-300-00-001	1

**UHE MAUÁ**  
**PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO****ÍNDICE**

1.	APRESENTAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO .....	5
1.1.	APRESENTAÇÃO .....	5
1.2.	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	6
2.	INTRODUÇÃO .....	7
2.1.	OBJETIVOS DOS ESTUDOS.....	7
2.2.	ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	7
2.3.	HISTÓRICO .....	8
2.4.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA UHE MAUÁ CONFORME ESTUDOS DO PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO .....	18
3.	SUMÁRIO DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	21
4.	LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS .....	24
4.1.	LEVANTAMENTOS EXISTENTES.....	24
4.2.	ANÁLISE DE COORDENADAS DE MARCOS EXISTENTES .....	26
4.3.	LEVANTAMENTOS ADICIONAIS PARA O PROJETO CONSOLIDADO.....	28
5.	ESTUDOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....	29
5.1.	CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA .....	29
5.2.	CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA DA BACIA .....	32
5.3.	CARACTERIZAÇÃO DO REGIME FLUVIAL .....	41
5.4.	ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DE CHEIAS.....	46
5.5.	CHEIA MÁXIMA PROVÁVEL .....	50
5.6.	VAZÃO SANITÁRIA .....	54
5.7.	RESERVATÓRIO .....	54
5.8.	CURVA-CHAVE NO CANAL DE FUGA .....	73
6.	ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.....	75
6.1.	DADOS EXISTENTES.....	75
6.2.	LEVANTAMENTOS EXECUTADOS .....	75
6.3.	ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS .....	75
6.4.	MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO.....	92
7.	ESTUDOS ENERGÉTICOS.....	93
7.1.	INTRODUÇÃO .....	93

**UHE MAUÁ**

7.2.	METODOLOGIA .....	93
7.3.	DEFINIÇÕES .....	93
7.4.	DESCRIÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS.....	94
7.5.	RESULTADOS OBTIDOS .....	98
7.6.	CONCLUSÃO .....	98
8.	ALTERAÇÕES NO ARRANJO DEFINIDO NOS ESTUDOS DE VIABILIDADE .....	99
8.1.	DESCRIÇÃO GERAL DO ARRANJO DA VIABILIDADE .....	99
8.2.	ALTERAÇÕES EFETUADAS NO PROJETO BÁSICO ENTREGUE À ANEEL .....	100
8.3.	ALTERAÇÕES EFETUADAS NO PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO .....	101
9.	DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS DO APROVEITAMENTO.....	103
9.1.	DESCRIÇÃO GERAL DO ARRANJO.....	103
9.2.	DESVIO DO RIO E ENSECADEIRAS.....	103
9.3.	BARRAGENS.....	104
9.4.	VERTEDOURO.....	106
9.5.	CIRCUITO DE GERAÇÃO PRINCIPAL .....	106
9.6.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS PRINCIPAIS.....	111
9.7.	SISTEMAS AUXILIARES MECÂNICOS.....	119
9.8.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PRINCIPAIS .....	123
9.9.	SISTEMAS AUXILIARES ELÉTRICOS .....	126
9.10.	SUPERVISÃO, CONTROLE E PROTEÇÃO DA USINA E DA SUBESTAÇÃO .....	127
9.11.	SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES .....	130
A)	TRANSMISSÃO DIGITAL.....	131
B)	COMUTAÇÃO DE VOZ E REDE DE DADOS.....	131
C)	ALIMENTAÇÃO .....	131
9.12.	CIRCUITO DE GERAÇÃO COMPLEMENTAR .....	131
9.13.	SUBESTAÇÃO.....	142
9.14.	LINHA DE TRANSMISSÃO .....	142
10.	PROJETOS SÓCIO-AMBIENTAIS .....	143
10.1.	SITUAÇÃO SOCIOECONÔMICA REGIONAL .....	143
10.2.	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO .....	163
10.3.	PROGRAMAS E PROJETOS AMBIENTAIS.....	176
11.	INFRA-ESTRUTURA E SUPRIMENTO PARA OBRA.....	205
11.1.	RECRUTAMENTO E SELEÇÃO .....	205
11.2.	RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	205
11.3.	PLANO DE SUPRIMENTOS .....	206
12.	CRONOGRAMA E PLANEJAMENTO CONSTRUTIVO.....	209
13.	PLANILHA DE QUANTIDADES.....	212
14.	FICHA TÉCNICA.....	217

**UHE MAUÁ**

15. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....232

## **UHE MAUÁ**

### **PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO**

#### **1. APRESENTAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO**

##### **1.1. APRESENTAÇÃO**

A UHE Mauá, localizada no rio Tibagi, entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, centro-leste do Estado do Paraná, foi incluída no Leilão 004/2006 - ANEEL de Contratação de Energia Proveniente de Novos Empreendimentos, com Posterior Outorga de Autorização, conforme Portaria nº 246 de 13.set.2006, do Ministério de Minas e Energia,. Em 10.out.2006, o Consórcio Energético Cruzeiro do Sul, composto pelas empresas COPEL GERAÇÃO S.A. e ELETROSUL - Centrais Elétricas S.A., obteve o direito de exploração da UHE Mauá.

Para a implantação do empreendimento, o Consórcio Energético Cruzeiro do Sul contratou o Consórcio UHE Mauá, formado pelas empresas J. Malucelli Construtora de Obras S.A., GE Hydro Inepar do Brasil S.A., Sadefem Equipamentos e Montagens S.A. e VLB Engenharia LTDA, em regime de EPC (empreitada global feita pelo Consórcio Construtor).

O presente relatório apresenta a consolidação do Projeto Básico da Usina Hidrelétrica Mauá, incorporando importantes mudanças na concepção do empreendimento, que resultam em um cronograma da obra mais flexível, e menores riscos em sua implementação.

O Projeto Básico entregue à ANEEL em 17.jul.2007 e posteriormente apresentado em reunião em 27.jul.2007, mostrava um arranjo geral das obras com maior concentração de estruturas do que a apresentada durante a fase dos Estudos de Viabilidade (CNEC, 2005), base da informação para o leilão de concessões.

Mesmo sendo um projeto com evoluções significativas a partir do Estudo de Viabilidade (CNEC, 2005), algumas questões continuaram a ser analisadas gerando novas alterações sobre o Projeto Básico apresentado à ANEEL, que são consubstanciadas neste relatório.

A concepção geral do arranjo do Projeto Básico revisado apresenta basicamente modificações no desvio do rio e no circuito de geração de alta pressão.

O barramento é constituído por uma barragem em Concreto Compactado a Rolo (CCR) apoiada na margem esquerda e parcialmente na margem direita, e complementada por uma barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA), com cerca de 250 m que fecha o barramento junto à ombreira direita. Observa-se que a mudança do desvio do rio anteriormente por adufas no corpo da barragem passando a ser feito por túneis na ombreira direita, resultou na possibilidade de diminuir o comprimento da barragem em CCR e de aumentar a barragem de enrocamento até próximo à margem direita. O vertedouro, localizado no leito do rio, divide a barragem de CCR em dois trechos, apresentou mudança no perfil da ogiva.

## UHE MAUÁ

Os túneis de desvio foram posicionados sob a ombreira direita, afastados da margem do rio de forma a assegurar maior cobertura de rocha, com emboque livre da influência da saia da barragem de enrocamento com núcleo de argila. A barragem de CCR incorpora a tomada de água da usina complementar (PCH), a ser implantada no pé da barragem com 11 MW de potência instalada e dotada de duas unidades geradoras do tipo Francis, aproveitando o potencial energético da vazão sanitária de 18,8 m<sup>3</sup>/s.

O circuito de geração da UHE Mauá, desde a tomada de água de baixa pressão até o desemboque do túnel de adução, sofreu pequenas alterações principalmente com relação ao seu traçado. O trecho de alta pressão desde a câmara de carga até o canal de fuga foi ligeiramente reposicionado para a esquerda com o objetivo de melhorar as condições hidráulicas de restituição das águas ao rio Tibagi. A câmara de carga foi deslocada para montante suprimindo-se os muros laterais da tomada de água, que passou a ser em torre, com acesso por ponte localizada do seu lado esquerdo.

A casa de força principal, com três unidades geradoras do tipo Francis que juntas perfazem um total de 350 MW de potência instalada, posicionada mais à esquerda nesta revisão do Projeto Básico, sofreu pequenas alterações relacionadas com o posicionamento dos equipamentos e galerias e saída das linhas curtas de 230 kV. A subestação, da mesma forma, sofreu ajuste de posição para melhorar o ângulo de entrada e saída das linhas de transmissão.

### 1.2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A UHE Mauá está prevista para ser implantada no trecho médio do Rio Tibagi, afluente pela margem esquerda do Rio Paranapanema, nas coordenadas 24°02'24" de latitude Sul e 50°41'33" longitude Oeste, na divisa dos municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, Estado do Paraná.

O desenho VLB-DE-MA-310-00-001 mostra o local de implantação da barragem da UHE Mauá, pouco a montante do Salto Mauá, onde está em operação a Usina Presidente Vargas, com potência instalada de 22,5 MW, pertencente às Indústrias Klabin de Papel e Celulose S.A.. A casa de força está situada a montante da foz do ribeirão das Antas e a jusante do Salto Mauá.

O acesso ao local do aproveitamento, pela margem direita do rio Tibagi, pode ser feito pela rodovia PR-160, a partir de Telêmaco Borba (distrito de Harmonia) em direção a Curiúva, percorrendo-se cerca de 15 km até a localidade de Lagoa, e seguindo-se posteriormente até as proximidades da Usina Presidente Vargas cerca de 31 km em estradas vicinais, em terra, de bom padrão. O acesso ao local pela margem esquerda pode ser feito a partir da localidade de Telêmaco Borba ou a partir de Ortigueira, situada à margem da rodovia BR-376, através de 45 km de estradas vicinais, passando pelo distrito de Lajeado Bonito.

As cidades mais próximas do aproveitamento são Curiúva, com 14.408 habitantes (IBGE, 2005), situada à margem direita do rio Tibagi, e Ortigueira, a cerca de 34 km da futura obra, com 23.783 habitantes (IBGE, 2005), situada na margem esquerda do rio. Ambas são de pequeno porte e poucos recursos para dar suporte à execução da obra, mas poderão ser supridoras de mão-de-obra e abrigar núcleos residenciais para trabalhadores do empreendimento.

Por estar situada a cerca de 46 km da futura usina e por se tratar de uma cidade dotada de boa infra-estrutura, Telêmaco Borba será um dos principais pólos de abastecimento do empreendimento.

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1. OBJETIVOS DOS ESTUDOS

O objetivo deste trabalho é o de apresentar a consolidação do Projeto Básico da UHE Mauá, complementando as informações já apresentadas anteriormente no relatório do Projeto Básico entregue para a ANEEL em julho de 2007, e incluindo as modificações introduzidas no projeto, conforme acompanhamento efetuado pelo Poder Concedente.

As novas soluções de engenharia e as consolidações realizadas para o empreendimento estão apresentadas neste relatório e no caderno de desenhos que o integra. Adicionalmente, são apresentados os dados básicos utilizados e resultantes de investigações e estudos geológicos e topográficos efetuadas para esta fase, assim como os estudos hidráulicos em modelo reduzido para o vertedouro.

### 2.2. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório é constituído por um volume de texto – Relatório do Projeto Básico Consolidado e um volume de desenhos de detalhamento - Desenhos.

O Volume I descreve todo o empreendimento em 15 itens principais, que seguem a seqüência e o conteúdo preconizado nas diretrizes para elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, da ELETROBRÁS.

No Item 1 é feita a Apresentação Geral do Empreendimento e a descrição da Localização da UHE Mauá.

No Item 2 é feita a Introdução com os Objetivos dos Estudos, a Estruturação do Relatório um breve histórico dos estudos anteriores.

No Item 3 é apresentado o Sumário das Principais Conclusões e Recomendações da consolidação do Projeto Básico da UHE Mauá.

Os Itens 4, 5, 6 e 7, correspondem, respectivamente, à descrição dos Levantamentos Topográficos, Estudos Hidrometeorológicos, Estudos Geológico-Geotécnicos e dos Estudos Energéticos realizados.

No item 8 são descritas e justificadas as alterações efetuadas no arranjo do aproveitamento em relação ao arranjo do Projeto Básico apresentado para a ANEEL em julho de 2007.

O item 9 apresenta a Descrição das Estruturas do Aproveitamento com os conceitos do arranjo selecionado, a forma de desvio do rio, as estruturas de terra e enrocamento, a barragem, o vertedouro, as estruturas que compõe os circuitos de geração e a descrição dos equipamentos e sistemas elétricos e mecânicos.

No item 10 são apresentados os Estudos Ambientais desenvolvidos para a UHE Mauá.

O Item 11 apresenta as questões de Infra-Estrutura e Suprimento para a construção da obra enquanto que no item 12 são apresentados o Cronograma e o Planejamento Construtivo e no item 13 os Volumes de Obra da UHE MAUÁ.

O item 14 apresenta a Ficha Técnica do Empreendimento e no item 15 são relacionados os documentos de referência utilizados na elaboração dos estudos.



## UHE MAUÁ

### 2.3. HISTÓRICO

#### 2.3.1 Estudo de Inventário do Rio Tibagi - CANAMBRA 1965

O primeiro estudo do potencial energético do rio Tibagi data de 1965, efetuado pela CANAMBRA Engineering Consultants, ocasião em que foi feito o Estudo de Inventário do rio Tibagi definindo o aproveitamento do desnível existente através de 9 usinas hidrelétricas com potência instalada total de 809 MW e energia firme de 346 MW médios.

#### 2.3.2 Estudo de Inventário Energético do Rio Tibagi - COPEL 1984

Entre 1983 e 1984 a COPEL elaborou o Estudo de Inventário Energético do rio Tibagi. Das diversas alternativas de divisão de queda e localização dos eixos das barragens, inclusive algumas resultantes de uma adaptação daquela selecionada pela CANAMBRA, esse Inventário recomendou o aproveitamento do potencial do rio Tibagi mediante a implantação de 7 usinas com um desnível total de 436,00 m situado entre as elevações 770,00 e 334,00 m.

Para o aproveitamento mais eficiente do potencial energético do rio, admitiu-se o afogamento de duas usinas hidrelétricas: a Usina Presidente Vargas, pertencente à empresa Kablin S.A., com 22,5 MW de potência instalada e geração média da ordem de 20 MW médios, inundada pelo reservatório da UHE Mauá; e, a Usina Apucarantina, pertencente à COPEL, com 9,0 MW de potência instalada e 6,7 MW médios de geração média, com a inundação da casa de força pelo reservatório da UHE São Jerônimo.

A energia firme da cascata do rio Tibagi para a alternativa selecionada resultou em 795 MW médios para uma potência instalada total de 1.556 MW.

Os Estudos de Inventário do rio Tibagi de 1984 recomendaram uma divisão de queda que compreendia a UHE Mauá com nível de água normal do reservatório na elevação 640,00 m e com barragem construída a jusante do Salto Mauá, inundando a Usina Presidente Vargas existente. O aproveitamento situado imediatamente a jusante, São Jerônimo, teria nível de água normal do reservatório na elevação 535,00 m. Como o nível de água natural a jusante da UHE Mauá estaria aproximadamente na elevação 510,00 m, haveria uma sobreposição das duas usinas.

A alternativa com superposição foi selecionada pelo maior valor total de energia firme, apesar de inundar uma área total 13% maior que a alternativa sem superposição. Esta escolha foi baseada no ganho de energia da alternativa com superposição sobre a alternativa sem superposição, que decorria exclusivamente do aumento do volume útil da UHE São Jerônimo através do aumento da altura de sua barragem e conseqüentes alterações em suas obras civis e na casa de força da UHE Mauá.

Após o encerramento dos estudos hidrológicos e já na fase final dos estudos de inventário ocorreu, em maio e junho de 1983, uma enchente de grandes proporções na bacia do rio Tibagi. Com os estudos das usinas praticamente concluídos, decidiu-se não rever as vazões de enchente apesar de essa cheia poder alterar as vazões de projeto para dimensionamento dos órgãos de descarga. Foi recomendado que a revisão dessas vazões fosse realizada na ocasião dos Estudos de Viabilidade.



## UHE MAUÁ

### 2.3.3 Reavaliação dos Estudos de Inventário Energético - COPEL 1994

Diversas mudanças ocorridas após 1984, que influenciaram de forma significativa os empreendimentos do setor elétrico, recomendaram uma revisão dos estudos de inventário concluídos naquele ano. As principais mudanças foram:

- As alterações na configuração de referência que ampliaram a duração do período crítico de 67 para 90 meses, entre junho de 1949 e novembro de 1956;
- A mudança do critério de dimensionamento energético utilizando-se o conceito de energia garantida;
- A interligação dos subsistemas Sul/Sudeste/Centro-Oeste e as alterações na configuração do sistema interligado que acarretaram mudanças nos valores energéticos das usinas;
- A revisão dos estudos hidrológicos contemplando duas grandes enchentes no rio Tibagi, que resultaram na necessidade de redimensionamento das estruturas de desvio do rio e vertedouros e na definição das novas potências instaladas com as conseqüentes alterações nas estruturas do circuito hidráulico;
- A crescente preocupação em minimizar os impactos sobre o meio ambiente e as novas resoluções do CONAMA.

Com base nos novos condicionantes a COPEL realizou estudos revisando a divisão de queda selecionada anteriormente, destacando-se:

- O ganho energético na cascata do rio Tibagi e no aproveitamento a jusante, até Itaipu, foi de 8,2 MW médios de energia garantida para a alternativa com superposição de queda, valor muito próximo da alternativa sem superposição;
- Sob o ponto de vista ambiental, a alternativa sem superposição apresentou uma área inundada 36,5 km<sup>2</sup> menor que a alternativa com superposição;
- Eliminação da relocação da população indígena;
- Concluiu-se pela seleção da alternativa de divisão de queda sem a existência de superposição entre as usinas São Jerônimo e Mauá;
- A potência total instalada do rio Tibagi com a nova alternativa selecionada foi de 1.210 MW, 22% menor do que a anteriormente apresentada no Estudo de Inventário;
- A eliminação da superposição de queda dos aproveitamentos Mauá e São Jerônimo levou a UHE Mauá a concentrar a regularização de vazões de toda a cascata do rio Tibagi a jusante.

Nessa configuração, a potência instalada total do rio Tibagi foi estimada em 1.210 MW e a energia garantida em 635,9 MW médios, com a implantação de sete aproveitamentos, denominados de montante para jusante, como: Santa Branca, Tibagi, Telêmaco Borba, Mauá, São Jerônimo, Cebolão e Jataizinho.

Este estudo definiu a inserção da UHE Mauá no curso médio do rio Tibagi, estando seu eixo situado nos municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira no estado do Paraná. O nível de água máximo do reservatório estaria na elevação 640,00 m e corresponderia ao nível normal de jusante da futura UHE Telêmaco Borba e o nível do canal de fuga a jusante coincidiria com o nível de água normal do reservatório da futura UHE São Jerônimo, previsto, nesse estudo, na elevação 510,00 m. A queda máxima bruta seria de 130,00 m e a queda média líquida de 115,10 m. A casa de força

---

**UHE MAUÁ**

estaria equipada com dois grupos geradores com 194 MW cada um, totalizando a Potência Instalada de 388 MW.

A Tabela 2.1 apresenta as principais características dos aproveitamentos resultantes desse estudo. As modificações propostas em 1994 foram aprovadas pelo então DNAEE.

**UHE MAUÁ**

**Tabela 2.1 – Rio Tibagi - Reavaliação dos Estudos de Inventário Energético – 1994**

Nome do Aproveitamento	Distância da Foz km	Reservatório					N.A. Normal de Jusante m	Quedas		Vazões			Energias		Potência Instalada MW
		N.A. Máximo Normal. m	N.A. Mínimo m	Depleção m	Volume Total 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Área no N.A. Máx. Normal km <sup>2</sup>		Bruta Máxima m	Líquida Máxima m	Média Longo Termo m <sup>3</sup> /s	Projeto Desvio m <sup>3</sup> /s	Projeto Vertedouro m <sup>3</sup> /s	Garantida MW médio	Média Longo Termo MW médio	
Santa Branca	384,6	770,00	766,00	4,0	224	30,1	721,00	49,0	48,0	137	1.389	3.456	34,5	41,9	67
Tibagi	355,9	721,00	721,00	0,0	69	9,4	691,30	29,7	29,6	160	1.662	4.151	25,3	29,7	47
Telêmaco Borba	315,4	690,00	690,00	0,0	233	16,5	640,00	50,0	49,0	234	2.838	7.180	61,8	73,0	112
Mauá	229,7	640,00	604,00	36,0	3.700	112,9	510,00	130,0	128,3	266	3.427	8.715	184,6	234,7	388
São Jerônimo	168,2	510,00	510,00	0,0	1.744	60,2	425,00	110,0	83,3	300	4.051	10.350	158,2	179,3	284
Cebolão	121,7	425,00	425,00	0,0	315	25,6	383,00	42,0	41,2	333	4.709	12.085	86,4	98,1	156
Jataizinho	90,7	383,00	383,00	0,0	390	31,7	343,30	39,7	38,9	351	5.083	13.074	86,5	98,8	156

**UHE MAUÁ****2.3.4 Revisão da Divisão de Queda do Trecho Médio do Rio Tibagi - COPEL 1997**

A revisão da divisão de queda do trecho médio do rio Tibagi abrangeu as usinas Telêmaco Borba, Mauá e São Jerônimo. Os estudos realizados concentraram-se nos aproveitamentos de Mauá e São Jerônimo, para os quais foram estudadas modificações buscando melhorar o aproveitamento hidrelétrico do trecho.

As modificações propostas foram as seguintes: deslocamento do eixo da barragem da UHE Mauá de jusante para montante do Salto Mauá e da casa de força para montante da foz do Ribeirão das Antas, alteamento do nível de água máximo normal do reservatório da UHE Mauá da elevação 640,00 m para a elevação 642,50 m, alteamento do nível de água máximo normal do reservatório da UHE São Jerônimo da elevação 510,00 m para a elevação 515,00 m e a criação de um volume para regularização de vazões no reservatório da UHE São Jerônimo entre as elevações 505,00 e 515,00 m.

Estas modificações foram propostas pelas seguintes razões principais:

- Potencial de redução significativa no custo total do investimento ao modificar o arranjo da UHE Mauá, deslocando-se o eixo da barragem de jusante para montante do Salto Mauá;
- Minimização da perda de energia na cascata dos rios Tibagi (Mauá, São Jerônimo, Cebolão e Jataizinho), Paranapanema (Capivara, Taquaruçu e Rosana) e Paraná (Itaipu), provocada pela redução que ocorre na capacidade de regularização da UHE Mauá quando a barragem é deslocada para montante do salto;
- Redução da área total inundada pelos aproveitamentos do rio Tibagi e a não inundação do vale do ribeirão das Antas.

Com as modificações propostas, a perda energética ficaria concentrada na UHE Mauá e a UHE São Jerônimo ganharia 6 MW firmes. As energias firmes das usinas de Cebolão e Jataizinho permaneceriam inalteradas.

A redução da energia firme total da cascata, com a alternativa proposta, foi avaliada em 11,4 MW médios.

Verificou-se que o valor da energia perdida era inferior ao valor correspondente à redução do custo proporcionado pela alternativa proposta, levando-se a concluir que, sob o ponto de vista do órgão regulador, a nova alternativa de divisão de queda seria a mais indicada para o rio.

Nessa alternativa, o nível de água máximo do reservatório da UHE Mauá estaria na elevação 642,50 m, correspondente ao nível de água normal de jusante proposto para a UHE Telêmaco Borba. O nível de água do canal de fuga a jusante da UHE Mauá coincidiria com o nível de água normal proposto nesse estudo para o reservatório da futura UHE São Jerônimo, na elevação 515,00 m.

A barragem estaria situada a montante do Salto Mauá, com a casa de força próxima à confluência com o ribeirão das Antas e a jusante do salto. Foi prevista a implantação de uma unidade geradora junto ao pé da barragem, a fim de aproveitar a vazão sanitária que deveria ser mantida até a casa de força, e permitiria preservar a Usina Presidente Vargas operando para aproveitar a vazão sanitária e parcela das vazões vertidas do reservatório da UHE Mauá.

A potência instalada total seria de 407,5 MW, com duas unidades de 185,5 MW de capacidade nominal na usina principal, 14 MW de capacidade nominal na única

---

**UHE MAUÁ**

unidade situada junto ao pé da barragem e 22,5 MW da Usina Presidente Vargas na hipótese da mesma ser mantida nessa configuração.

Na Tabela 2.2 são apresentadas as principais características dos aproveitamentos resultantes do estudo de revisão da divisão de queda do trecho médio do rio Tibagi.

Tabela 2.2 - Estudo de Revisão da Divisão de Queda do Trecho Médio do Rio Tibagi - 1997

Nome do Aproveitamento	Distância da Foz  km	Reservatório					N.A. Normal de Jusante  m	Queda Bruta Máxima  m	Vazões			Energia Firme  MW médio	Potência Instalada  MW
		N.A. Máximo Normal.  m	N.A. Mínimo  m	Depleção  m	Volume Total  10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Área no N.A. Máx. Normal  km <sup>2</sup>			Média Longo Termo  m <sup>3</sup> /s	Projeto Desvio  m <sup>3</sup> /s	Projeto Vertedouro  m <sup>3</sup> /s		
Telêmaco Borba	315,4	690,00	690,00	0,0	233	16,5	642,50	47,5	-	2.838	9.085	66,0	118
Mauá (Principal)	236,0	642,50	604,00	38,5	2.633	96,0	515,00	127,5	257,5	2.336	10.552	176,2	371
Mauá (complementar)	236,0	642,50	604,00	38,5	0	-	567,00	75,5	-	-	-	8,8	14
Pres. Vargas	-	565,85	565,85	0,0	0	-	532,85	33,0	-	-	-	6,8	22,5
São Jerônimo 515	168,2	515,00	505,00	10,0	2.000	65,0	425,00	90,0	301,3	4.051	13.645	178,0	340

**UHE MAUÁ****2.3.5 Estudos de Viabilidade da UHE MAUÁ – CNEC – 2004**

No estudo de Viabilidade da UHE Mauá, realizado pela CNEC em 2004, foram estudadas 4 alternativas de eixo de barramento e de circuito de geração, sendo a alternativa D, conforme denominada no referido relatório, escolhida como a mais viável em termos técnicos, econômicos e ambientais, com eixo do barramento a montante da Usina Presidente Vargas. Neste estudo foi considerada a UHE São Jerônimo já implantada e utilizadas as séries históricas de vazões médias mensais disponíveis no SIPOT.

As características energéticas principais da alternativa selecionada, constantes nos Estudos de Viabilidade, estão apresentadas na Tabela 2.3:

**Tabela 2.3– Características Energéticas da UHE Mauá – Eixo D**

<b>Estrutura</b>	<b>Características</b>	<b>Eixo D</b>
Reservatório	N.A.máximo normal	642,50 m
	N.A.mínimo	637,50 m
Casa de Força Principal	Potência instalada	370 MW
	Número de unidades	3
	Tipo de turbina	Francis
	Energia média	215,6 MW médios
	Energia firme	187,1 MW médios
Casa de Força Complementar	Potência instalada	12,2 MW
	Número de unidades	2
	Tipo de turbina	Francis
	Energia média	11,0 MW médios
	Energia firme	10,9 MW médios
Total em Mauá (Principal + Complementar)	Potência instalada	382,2 MW
	Energia média	226,6 MW médios
	Energia firme	198,0 MW médios

**2.3.6 Revisão dos Estudos de Viabilidade da UHE Mauá – Adendo 3 – CNEC - 2005**

O Relatório de Revisão dos Estudos de Viabilidade - Adendo 3 - complementou o Relatório Final dos Estudos de Viabilidade da UHE Mauá, no rio Tibagi, Estado do Paraná, e teve a finalidade de apresentar as modificações feitas nos Estudos de Viabilidade decorrentes das restrições do Instituto Ambiental do Paraná - IAP na emissão da Licença Provisória (LP) que, entre outras condições, destacava o rebaixamento do nível de água máximo normal do reservatório para a elevação 635,00 m. O nível de água máximo normal do reservatório definido nos Estudos de Revisão da Divisão de Queda do Trecho Médio do Rio Tibagi e adotado nos Estudos de Viabilidade situava-se na elevação 642,50 m.

Com o rebaixamento do nível de água máximo normal, foram alteradas algumas das principais características hidroenergéticas da UHE Mauá, sem afetar os demais aproveitamentos do rio Tibagi.

## UHE MAUÁ

Na Tabela 2.4 são apresentadas as principais características dos aproveitamentos da divisão da queda do rio Tibagi com as alterações na UHE Mauá decorrentes da redução do nível de água máximo normal. As características energéticas da UHE Mauá são mostradas na Tabela 2.5:

**Tabela 2.4 - Divisão de Queda do Trecho Médio do Rio Tibagi com as Restrições do IAP**

Nome do Aproveitamento	Área de Drenagem km <sup>2</sup>	Reservatório				N.A. de Jusante m	Potência Instalada MW
		N.A. Máx. Normal m	N.A. Mínimo M	Depleção M	Área no N.A. Máx Normal km <sup>2</sup>		
Santa Branca	7.310	770,00	766,00	4,00	30,10	721,00	67
Tibagi	8.550	721,00	721,00	0,00	9,40	691,30	47
Telêmaco Borba	13.400	690,00	690,00	0,00	16,50	642,50	118
<b>Mauá (*)</b>	<b>15.423</b>	<b>635,00</b>	<b>626,00</b>	<b>9,00</b>	<b>83,90</b>	<b>515,00</b>	<b>350</b>
<b>Mauá (Usina Complementar)(*)</b>	<b>15.423</b>	<b>635,00</b>	<b>626,00</b>	<b>9,00</b>	<b>-</b>	<b>567,00</b>	<b>11</b>
Pres. Vargas	15.423	565,85	565,85	0,00	-	533,00	22
São Jerônimo	17.800	515,00	505,00	10,00	65,00	425,00	340
Cebolão	20.000	425,00	425,00	0,00	25,60	383,00	156
Jataizinho	21.200	383,00	383,00	0,00	31,70	343,30	156

(\*) A UHE Mauá é constituída por duas casas de força, a principal com 350 MW e a complementar, situada junto ao vertedouro, com 11 MW de potência instalada.

**Tabela 2.5 – Características Energéticas da UHE Mauá**

Estrutura	Características	Eixo D
Reservatório	N.A.máximo normal	635,00 m
	N.A.mínimo	626,00 m
Casa de Força Principal	Potência instalada	350 MW
	Número de unidades	3
	Tipo de turbina	Francis
	Energia média	201,6 MW médios
	Energia firme	179,5 MW médios
Casa de Força Complementar	Potência instalada	11 MW
	Número de unidades	2
	Tipo de turbina	Francis
	Energia média	9,8 MW médios
	Energia firme	9,5 MW médios
Total em Mauá (Principal + Complementar)	Potência instalada	361 MW
	Energia média	211,4 MW médios
	Energia firme	189,0 MW médios



**UHE MAUÁ****2.3.7 Projeto Básico apresentado para a ANEEL em 17 de julho de 2007**

O Projeto Básico entregue à ANEEL apresentou um arranjo geral das obras com maior concentração de estruturas do que o apresentado durante a fase dos Estudos de Viabilidade (CNEC, 2005). Neste estudo o eixo do barramento foi deslocado 600 m para jusante, onde existe afloramento de diabásio oferecendo excelentes condições para as fundações das estruturas.

O arranjo geral desenvolvido propunha uma barragem em Concreto Compactado a Rolo (CCR) e uma barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA) que fechava o barramento junto à ombreira direita. O vertedouro foi localizado no leito do rio dividindo a barragem de CCR em dois trechos. O desvio do rio, através de adufas, foi posicionado na barragem de CCR junto à margem direita. A barragem de CCR incorporava a tomada de água da usina complementar (PCH), a ser implantada no pé da barragem.

O circuito de geração principal da UHE Mauá era composto por uma tomada de água de baixa pressão, um túnel de adução, uma câmara de carga, uma tomada de água de alta pressão e túneis forçados até a casa de força principal, esta situada a jusante do salto Mauá onde se encontra a Usina Presidente Vargas. A casa de força principal comportava três unidades geradoras, com turbinas do tipo Francis, perfazendo um total de 350 MW de potência instalada.

**2.3.8 Resumo dos estudos anteriores**

Na tabela 2.6 é apresentado um resumo dos estudos anteriores realizados na Bacia do Rio Tibagi, referentes ao seu potencial hidráulico, destacando-se as principais modificações propostas ao longo do tempo.

**Tabela 2.6 - Resumo dos Estudos Anteriores**

<b>Estudo</b>	<b>Autor</b>	<b>Data</b>	<b>Conclusão</b>
Inventário CANAMBRA	CANAMBRA	1965	Primeiro Estudo de Inventário do Rio Tibagi. Aproveitamento do desnível existente com 9 usinas hidrelétricas.
Estudo de Inventário do Rio Tibagi	COPEL	1984	UHE Mauá a jusante do Salto Mauá e do ribeirão das Antas, com nível máximo do reservatório de regularização na elevação 640,00 m e nível de água de jusante na elevação 510,00 m. UHE São Jerônimo com reservatório na elevação 535,00 m. Sobreposição das 2 usinas. Volume útil de São Jerônimo entre as elevações 510,00 e 535,00 m.
Reavaliação dos Estudos de Inventário Energético do Rio Tibagi	COPEL	1994	Mantidas as características da UHE Mauá com reservatório de regularização. UHE São Jerônimo a fio de água com o reservatório na elevação 510,00 m eliminando-se a sobreposição.

**UHE MAUÁ**

Revisão da Divisão de Queda do Trecho Médio	COPEL	1997	Deslocamento do eixo da barragem da UHE Mauá para montante do Salto Mauá com a casa de força a montante da foz do Ribeirão das Antas e a jusante do salto, e alteamento de seus níveis de água de jusante (para 515,00 m) e de montante (para 642,50 m). Alteamento do nível de água máximo da UHE São Jerônimo para 515,00 m com volume útil entre as elevações 505,00 e 515,00 m.
Estudos de Viabilidade da UHE Mauá	CNEC	2004	Eixo da barragem da UHE Mauá a montante do Salto Mauá, com níveis de água de jusante na El. 515,00 m e de montante na El. 642,50 m. Potência Instalada de 370 MW na usina principal e 12,2 MW na usina complementar.
Revisão dos Estudos de Viabilidade da UHE Mauá – Adendo 3	CNEC	2005	Eixo da barragem da UHE Mauá a montante do Salto Mauá, com rebaixamento do nível de água de montante, decorrente das restrições do IAP, para El. 635,00. Nível de água de jusante na El. 515,00. Potência Instalada de 350 MW na usina principal e 11 MW na usina complementar.
Projeto Básico ANEEL	VLB	2007	Eixo da barragem 600 m a jusante do eixo dos estudos de viabilidade do CNEC. Mudanças no arranjo geral com maior concentração de obras na margem direita. Condutos forçados subterrâneos. Potência Instalada de 350 MW na usina principal e 11 MW na usina complementar

**2.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA UHE MAUÁ CONFORME ESTUDOS DO PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO**

O arranjo geral desenvolvido para o Projeto Básico Consolidado da UHE Mauá prevê uma barragem em Concreto Compactado a Rolo (CCR) e uma barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA) que fecha o barramento junto à ombreira direita. O vertedouro está localizado no leito do rio e divide a barragem de CCR em dois trechos. O desvio do rio é feito através de 2 túneis na margem direita sob o trecho onde está assentada a barragem de enrocamento com núcleo de argila. A barragem de CCR incorpora a tomada de água da usina complementar (PCH), a ser implantada no pé da barragem.

A barragem em CCR e BENA foi desenvolvida em novo local, situado 600 m a jusante do eixo do Estudo de Viabilidade (CNEC, 2005), onde existe um afloramento de diabásio. Esta solução tem equivalência econômica e oferece maior flexibilidade ao cronograma da obra. Relativamente ao projeto Básico apresentado para a ANEEL, a modificação está na substituição das adufas anteriormente incorporadas na barragem de concreto compactada a rolo, pelos túneis de desvio. Também foram alterados os comprimentos das barragens de enrocamento (aumentado) e da barragem de CCR (diminuído).

O circuito de geração principal da UHE Mauá é composto por uma tomada de água de baixa pressão, um túnel de adução, uma câmara de carga, uma tomada de água de alta pressão e túneis forçados até a casa de força principal, esta situada a jusante do salto Mauá onde se encontra a Usina Presidente Vargas. A casa de força principal

**UHE MAUÁ**

comporta três unidades geradoras, com turbinas do tipo Francis, que juntas perfazem um total de 350 MW de potência instalada. Nos estudos de consolidação do Projeto Básico procurou-se melhorar o circuito de geração de alta pressão, ajustando o seu eixo de forma a garantir melhores condições para restituição da vazão turbinada ao rio Tibagi. A câmara de carga também sofreu deslocamento resultando na eliminação de muros de fechamento adjacentes a tomada de água de alta pressão.

A usina complementar (PCH), com 11 MW de potência instalada, é dotada de duas unidades geradoras do tipo Francis, que mantém uma vazão sanitária constante para jusante de 18,8 m<sup>3</sup>/s.

As características principais do arranjo desenvolvido para o Projeto Básico Consolidado da UHE Mauá estão apresentadas na seqüência:

**Vazões:**

Série Histórica de Vazões Médias Mensais: ..... Jan/1931 a Dez/2004  
Vazão Média de Longo Termo .....279 m<sup>3</sup>/s  
Vazão de Projeto do Vertedouro – Pico da cheia decamilenar efluente .....7.173 m<sup>3</sup>/s  
Vazão de Desvio do Rio - 1ª e 2ª etapas - TR = 5 anos .....2.070 m<sup>3</sup>/s

**Níveis de água de montante:**

N.A. Máximo Maximorum de Montante: .....636,50 m  
N.A. Máximo Normal de Montante: .....635,00 m  
N.A. Mínimo Normal de Montante: .....626,00 m

**Níveis de água de jusante circuito principal:**

N.A. Máximo Maximorum de Jusante (Pico da CMP amortecida no reservatório): 527,40 m  
N.A. Normal de jusante (todas unid. plena carga): .....513,00 m  
N.A. Normal de jusante (todas unid. plena carga c/ reserv. S. Jerônimo): .....515,00 m

**Níveis de água de jusante circuito complementar:**

N.A. Máximo Maximorum de Jusante (Vazão Decamilenar): .....573,61 m  
N.A. Normal de Jusante (todas unid. a plena carga – 18,8 m<sup>3</sup>/s): .....565,95 m

**Circuito de Geração Principal:**

Potência Instalada Casa de Força Principal: ..... 350 MW  
Número de Unidades Geradoras: .....3  
Tipo de Turbina: ..... Francis, eixo vertical  
Queda Bruta ..... 120,00 m  
Queda Líquida de Referência: ..... 116,50 m  
Queda Líquida de Projeto: ..... 118,40 m  
Vazão de Referência: .....337,84 m<sup>3</sup>/s

**Circuito de Geração Complementar:**

Potência Instalada Casa de Força Complementar ..... 11 MW

---

**UHE MAUÁ**

Número de Unidades Geradoras : .....2  
Tipo de Turbina: ..... Francis, eixo horizontal  
Queda Bruta .....69,05 m  
Queda líquida de Referência: .....66,86 m  
Queda líquida de Projeto: .....67,52 m  
Vazão de Referência: ..... 18,8 m<sup>3</sup>/s

### 3. SUMÁRIO DAS PRINCIPAIS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos de consolidação do Projeto Básico da UHE Mauá foram desenvolvidos com base nos dados básicos utilizados durante a fase dos Estudos de Viabilidade do CNEC em 2004 e seu Adendo em 2005 e nos estudos efetuados no Projeto Básico apresentado para a ANEEL em julho de 2007.

Sob o aspecto da geologia, os estudos de arranjo da UHE Mauá basearam-se em campanhas de sondagem efetuadas em etapas anteriores, compostas de sondagens rotativas, mistas e poços manuais e de informações obtidas posteriormente para Projeto Básico apresentado para a Aneel. Especificamente para a etapa de Projeto Básico e sua consolidação, foi executada campanha de investigações de campo, composta de 04 furos de sondagem rotativa, 19 furos de sondagem mista e 35 furos de sondagem percussiva, além de furos a trado para investigação de jazida de solo que serão executados no início das obras da usina. Os locais selecionados para estas investigações foram: eixo da barragem, eixo dos túneis de desvio, tomada de água de baixa pressão, tomada de água de alta pressão, túnel forçado, casa de força e subestação.

Com relação à topografia, eram disponíveis restituições aerofotogramétricas da área do reservatório e levantamentos topobatimétricos na região do aproveitamento. Os dados foram considerados suficientes para o desenvolvimento do Projeto Básico. Para melhor detalhamento da área foi solicitada a execução de levantamento topográfico com curvas de 1 em 1 metro na região da tomada de baixa pressão e algumas seções na área da Barragem e da Casa de Força.

Os estudos hidrológicos não sofreram alterações significativas em relação aos apresentados nos Estudos de Viabilidade. A série de vazões médias mensais foi estendida no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2004 e foi efetuada a determinação da Cheia Máxima Provável afluente à UHE Mauá.

Adicionalmente, foi efetuado o estudo de remanso do reservatório da UHE Mauá com o nível máximo operacional na Elevação 635,00.

O Projeto Básico teve como enfoque principal a definição do melhor arranjo do ponto de vista técnico e econômico e a obtenção de uma redução no cronograma do empreendimento em relação ao definido nos Estudos de Viabilidade.

Com relação ao arranjo dos Estudos de Viabilidade, foram efetuadas as seguintes alterações no arranjo:

- Deslocamento do eixo do barramento 600 m para jusante, onde foi identificado um afloramento de diabásio no leito do rio, com espessura adequada para a fundação de uma barragem de CCR. Na comparação das alternativas de tipo de barragem chegou-se à conclusão que a barragem em CCR tem condições econômicas equivalentes às da barragem em EFC, além de trazer maior flexibilidade ao cronograma da obra;
- Eliminação da chaminé de equilíbrio, substituindo-a por câmara de carga, onde está posicionada a tomada de água;
- A tomada de água no reservatório foi substituída por uma estrutura bem mais simplificada e conservadora, na qual serão instaladas guias e peças fixas para o

**UHE MAUÁ**

uso de comportas ensecadeiras, permitindo o fechamento do túnel de baixa pressão para inspeção interna;

- Adução através de túneis forçados individuais;
- Reposicionamento da casa de força de modo a ficar no mesmo alinhamento dos túneis forçados, deixando a deflexão ocorrer no canal de fuga.

A principal vantagem do circuito hidráulico de geração proposto, em relação ao definido nos Estudos de Viabilidade, é o aumento da estabilidade hidráulica, que resulta numa operação mais suave das unidades geradoras e conseqüentemente redução nas intervenções necessárias para manutenção, que se torna otimizada na configuração ora proposta.

Com relação ao arranjo do Projeto Básico apresentado para a ANEEL, foram efetuadas as seguintes alterações no arranjo:

- Desvio do rio – substituição de adufas por 2 túneis de desvio
- Vertedouro – alteração na dimensão das comportas
- Circuito de geração de alta pressão – mudança na posição do eixo com melhor posicionamento da casa de força e da câmara de carga.

De uma maneira geral, o arranjo da UHE Mauá, conforme os estudos desenvolvidos para o Projeto Básico prevêem uma barragem em Concreto Compactado a Rolo (CCR) e uma barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA) para fechamento na margem direita, vertedouro com comportas, situado sobre o maciço de CCR, túneis de desvio e usina complementar para o aproveitamento energético da vazão sanitária.

O sistema extravasor será constituído por vertedouro controlado por quatro comportas tipo segmento, com ogiva de perfil tipo Creager, calha vertente, concha defletora e laje de proteção da rocha a jusante da concha. A dissipação da energia ocorrerá na calha do rio, em local influenciado pelo remanso da barragem da UHE Presidente Vargas, situada a jusante.

Na margem direita será implantada uma PCH (circuito de geração complementar da UHE Mauá) com potência total instalada de 11 MW, através de duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal, aproveitando a vazão sanitária de 18,8 m<sup>3</sup>/s.

O circuito de geração principal da UHE Mauá será composto por tomada de água de baixa pressão, túnel de adução escavado em rocha, câmara de carga, tomada de água de alta pressão e túneis forçados até a casa de força principal. Foram previstas três unidades geradoras, com turbinas do tipo Francis, que juntas perfazem um total de 350 MW de potência instalada.

Foram efetuados durante o Projeto Básico ANEEL os estudos energéticos visando determinar as energias média e firme da UHE Mauá. A análise foi realizada conforme metodologia descrita em Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos, da ELETROBRÁS.

Para o circuito de geração principal utilizou-se o Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas – MSUI, da ELETROBRÁS. O conjunto de dados utilizado na simulação foi o mesmo utilizado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE nos estudos para o leilão A-5 de 2006 e disponibilizado na Internet. Foi considerada ainda a cascata do Rio Tibagi totalmente desenvolvida.

**UHE MAUÁ**

Para o estudo do circuito de geração complementar utilizou-se de um modelo energético que realiza simulações a partir dos dados usuais como série de vazões médias mensais, número de unidades geradoras e potência unitária, rendimento médio do conjunto Turbina / Gerador, indisponibilidades, níveis de água de montante e jusante e perdas de carga.

As energias média e firme da UHE Mauá resultaram em 204,30 MW médios e 177,24 MW médios, respectivamente, para o circuito de geração principal, e em 9,99 MW médios e 9,93 MW médios, respectivamente, para o circuito de geração complementar.

Estes resultados indicaram acréscimos de 1,70 MW médios e 2,24 MW médios para a casa de força principal nas Energias Média e Firme, respectivamente, em relação ao caso base da EPE com a cascata desenvolvida, que apresenta os valores de 202,60 MW médios e 175,00 MW médios.

No caso do circuito de geração complementar, não há base de comparação com a EPE, uma vez que ela não apresenta a Energia Firme e a Energia Média para este circuito em documentos oficiais.



#### **4. LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS**

##### **4.1. LEVANTAMENTOS EXISTENTES**

Estão descritos a seguir os trabalhos cartográficos e topográficos disponíveis na área abrangida pela UHE Mauá, provenientes dos Estudos de Inventário desenvolvidos pela COPEL em 1984, dos Estudos de Revisão da Divisão de Queda desenvolvidos pela COPEL em 1997 e do Estudo de Viabilidade desenvolvido pelo CNEC em 2004, os quais embasaram os estudos desenvolvidos no Projeto Básico.

##### **4.1.1 Cartas planialtimétricas DSG/IBGE**

- Cartas planialtimétricas na escala 1:50.000;
- Cartas planialtimétricas na escala 1:100.000;
- Cartas planialtimétricas na escala 1:250.000;

##### **4.1.2 Levantamentos Aerofotogramétricos**

- Restituição aerofotogramétrica na escala 1:20.000, com eqüidistância entre curvas de nível, de 10 em 10 metros, proveniente da cobertura aerofotogramétrica de 1982 na escala 1:60.000, abrangendo os reservatórios resultantes da divisão de queda do Rio Tibagi.

Este mapeamento foi executado pela empresa AERODATA, referenciado ao Elipsóide SAD-69 (South American Datum 1969) e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC e representado no sistema de projeção UTM ( Universal Transversa de Mercator).

- Restituição aerofotogramétrica planialtimétrica da área do sítio da UHE Mauá na escala 1:2.000, composta por 25 plantas em arquivo DWG e fotos aéreas (JPEG), feita a partir de cobertura aerofotogramétrica na escala 1:10.000, executada em 2002, com eqüidistância entre curvas de nível, de 1 em 1 metro e curvas mestras de 5 em 5 metros.

Este mapeamento foi executado pela empresa AEROSAT e referenciado ao Elipsóide SAD-69 e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC, representado no sistema de projeção UTM.

- Restituição aerofotogramétrica planialtimétrica da área do reservatório da UHE Mauá na escala 1:10.000, composta por 29 plantas em arquivo DWG e fotos aéreas (JPEG), feita a partir da cobertura aerofotogramétrica na escala 1:25.000, executada no ano de 2002, com eqüidistância entre curvas de nível de 5 em 5 metros e curvas mestras de 25 em 25 metros.

Este mapeamento foi executado pela empresa AEROSAT e referenciado ao Elipsóide SAD-69 e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC representado no sistema de projeção UTM.



**UHE MAUÁ**

## 4.1.3 Levantamentos Topográficos

Levantamentos executados em 1997

Estes levantamentos estão referenciados ao Elipsóide SAD-69 e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC . Foram executados pela empresa DATAMAP Serviços de Engenharia Cartográfica Ltda., e constituídos dos seguintes serviços:

- Determinação via GPS de dois pontos de referência (marcos de concreto);
- Poligonal de transporte a partir dos pontos GPS de interligação dos pontos de trabalho, bem como amarração das RRNN existentes no local;
- Determinação dos extremos da diretriz do túnel, conduto forçado e casa de força ;
- Levantamento de seis seções transversais ao Rio Tibagi (até a cota 540), na região da casa de força.
- Marcação dos furos de sondagem;
- Levantamento de perfis;
- Levantamento de seção no início da diretriz do túnel.

Levantamentos Executados em 2002

Estes levantamentos estão referenciados ao Elipsóide SAD-69 (South American Datum 1969) e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC . São eles:

- Serviços executados pela empresa Aerosat - Arquitetura Engenharia e Aerolevantamentos Ltda. em agosto de 2002, com a finalidade de determinação de coordenadas e altitudes de pontos do terreno, materializados como referência planimétrica e altimétricas, bem como a determinação de coordenadas e altitudes de pontos de controle planialtimétricos requeridos para a fototriangulação das coberturas aerofotogramétricas da área do reservatório da UHE Mauá no Rio Tibagi.
- Serviços executados pela empresa SVN Engenharia de Aerolevantamentos Ltda em novembro de 2002 com a finalidade de locação de pontos de sondagem e levantamentos topobatimétricos na área do sítio e na área do reservatório.

Levantamentos executados pelo CNEC em 2004

Estes levantamentos foram executados pela empresa Aerosul Levantamentos Aeroespaciais e Consultoria S.A. e tiveram como finalidade a locação de pontos de sondagem e levantamentos topobatimétrico na área do sítio e ao longo do reservatório. Os levantamentos estão referenciados ao Elipsóide SAD-69 (South American Datum 1969) e as altitudes ao marégrafo de Imbituba-SC .

Na área do sítio do aproveitamento foram levantadas 7 seções topobatimétricas, desde o local previsto para o barramento até a seção da régua da estação fluviométrica Barra do Ribeirão das Antas. A extensão destas seções ficou limitada pela cota situada 15,0 m acima do nível de água do rio.

Na área de reservatório, definida pelo rio Tibagi e seus afluentes entre as proximidades do Salto Mauá e a cidade de Telêmaco Borba, foram levantadas 23 seções topobatimétricas, distribuídas da seguinte forma:

- 8 seções espaçadas de 8 em 8 km, a montante do Salto Mauá (seções 1 a 8);

**UHE MAUÁ**

- 6 seções espaçadas de 500 em 500 m a jusante da ponte em Telêmaco Borba sobre o Rio Tibagi (seções 9 a 14 sendo esta última coincidente com a ponte em Telêmaco Borba);
- 3 seções, espaçadas de 1.500 em 1.500 m a montante da referida ponte (seções 15 a 17).
- 3 seções topobatimétricas no Rio Barra Grande – Margem Esquerda (seções 18 a 20);
- 1 seção topobatimétrica no Rio Lajeado – Margem Esquerda (seção 21);
- 1 seção topobatimétrica no Rio Imbauzinho – Margem Esquerda (seção 22);
- 1 seção topobatimétrica no Arroio dos Cavalos – Margem Direita (seção 23).

**4.1.4 Implantação de Marcos de Referência de Nível**

Por ocasião da execução dos levantamentos topográficos realizados em 2004 para os Estudos de Viabilidade foram implantados dois marcos de concreto intervisíveis, sendo um na margem direita e outro na margem esquerda do rio Tibagi, na região do sítio da UHE Mauá. Estes marcos foram denominados de M-1 e M-2.

Além destes, existem outros dois marcos, denominados de MR1N e MR2N, localizados na vila residencial da usina Getulio Vargas pertencente às Indústrias Klabin de Papel e Celulose S.A, na margem direita do rio Tibagi.

As coordenadas dos marcos M-1, M-2, MR1N e MR2N são apresentadas na Tabela 4.1. A Foto 4.1 mostra em detalhe o marco da margem esquerda (M-2) com a cerca de proteção.

**Tabela 4.1 – Coordenadas dos Marcos Topográficos**

<b>Marco</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>Altitude</b>
M-1	7.340.602,836	529.837,085	684,273
M-2	7.341.559,243	529.474,314	710,024
MR1N	7.339.164,502	529.793,191	603,730
MR2N	7.339.250,799	529.624,727	600,850

**4.2. ANÁLISE DE COORDENADAS DE MARCOS EXISTENTES**

Quando da locação e implantação dos pontos de sondagens, foram verificadas algumas diferenças nas coordenadas dos marcos implantados anteriormente na região em estudo. Sendo assim, foi executada uma verificação em todo material existente e disponível (relatórios e listagens de coordenadas), na qual se identificaram incompatibilidades. Com essa verificação, descrita abaixo, definiu-se coordenadas de marcos, chamadas aqui de oficiais e relacionadas na Tabela 4.2 abaixo.

As coordenadas planimétricas e altimétricas (ortométricas) dos pontos existentes, abaixo relacionados, deverão ser consideradas oficiais e utilizadas para trabalhos referentes à UHE MAUÁ. Todos estes marcos tiveram sua altimetria determinada através de nivelamento geométrico.

Tabela 4.2 – Coordenadas dos Marcos Topográficos Oficiais

Marcos	N (m)	E (m)	h (m)
EME	7.338.399,9110	529.685,4939	658,8048
EME1A	7.338.452,0180	529.592,8740	663,5706
EME2A	7.338.423,2550	529.751,3065	660,4171
MR2	7.339.250,8030	529.624,7322	601,5981
EMD	7.339.671,6720	530.088,7269	647,5754
EMD1A	7.339.620,2240	530.177,6776	668,7180
EMD2A	7.339.726,9330	530.001,1740	621,5420

#### 4.2.1 Incompatibilidades Encontradas

##### 4.2.1.1 Serviços de Apoio terrestre para fins de restituição aerofotogramétrica nas escalas 1:10.000 ( área do reservatório) e 1:2.000 ( área do sítio), executados em agosto de 2002 pela empresa Aerosat Ltda.

O relatório apresentado pela empresa Aerosat, informa que as altitudes dos pontos de referência partiram dos marcos EME e SJ15-A, e indica como altitude do marco EME o valor de 658,8050 m, coincidente com a determinada pelo levantamento executado anteriormente pela empresa Datamap, no ano de 1997.

Porém quando este levantamento executado pela empresa Aerosat é explanado em relatório elaborado pela CNEC ( elaborado em 2004), este marco EME passa a apresentar uma altitude de 658,05 m , enquanto que os EME1A e EME2A coincidem com os valores de 1997. É fácil perceber que o número 8, após a vírgula, foi omitido, ocasionando o erro.

##### 4.2.1.2 Serviços de apoio terrestre para fins de locação de pontos de sondagem e levantamentos topobatimétricos realizados em novembro de 2002 pela empresa SVN Ltda.

Em seu relatório, a empresa informa que todos os levantamentos topográficos foram orientados sobre marcos existentes implantados por Copel-Datamap, porém novamente a altimetria do marco EME aparece como sendo 658,048 m.

##### 4.2.1.3 Serviços de apoio terrestre para fins de locação de pontos de sondagem e levantamentos topobatimétricos realizados em junho de 2004 pela empresa Aerosul S.A.

A empresa relata que a pedido da CNEC os marcos MR1 (destruído) e MR2 foram nivelados para fins de checagem de cotas. Eles apresentam uma altitude de 601,6576 m para o marco MR2 (0,059 m do MR2 oficial) e informam que não conseguiram obter junto a Copel, as coordenadas destes pontos, para fins de comparação.

**UHE MAUÁ****4.3. LEVANTAMENTOS ADICIONAIS PARA O PROJETO CONSOLIDADO**

Os estudos de Projeto Básico foram elaborados a partir dos levantamentos constantes na Planta 310-MA-00116 -COPEL UHE MAUÁ - PROJETO PRÉ-BÁSICO – Geral – Levantamento Topográfico. Esta base topográfica foi constituída por uma área de Restituição Aerofotogramétrica na escala 1:2.000 e um levantamento Topográfico com curvas de 5 em 5 metros. Para melhor detalhamento da área foi solicitada a execução de levantamento topográfico com curvas de 1 em 1 metro na região da tomada de baixa pressão e algumas seções na área da Barragem e da Casa de Força. Esses levantamentos estão em execução e serão incorporados na fase seqüencial do projeto.

**UHE MAUÁ****5. ESTUDOS HIDROMETEOROLÓGICOS****5.1. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA**

As informações que caracterizam a fisiografia da bacia foram obtidas dos estudos efetuados em 2004 pela CNEC para os Estudos de Viabilidade da UHE Mauá.

**5.1.1 Morfologia**

A bacia hidrográfica do rio Tibagi é parte integrante da Bacia do Rio Paraná, Bacia 6, sub-bacia 64, totalmente inserida no Estado do Paraná, na região Sul do Brasil. Ela engloba áreas de 52 municípios paranaenses, percorrendo a região Centro-Norte do Estado do Paraná, na direção Sudeste-Noroeste, entre os paralelos 22°47' e 25°29' de Latitude Sul e meridianos 49°35' e 51°01' de Longitude Oeste.

As nascentes do rio Tibagi localizam-se na Serra das Almas, no Segundo Planalto Paranaense, entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa. Seu curso principal desenvolve-se na direção Noroeste desde a nascente até a confluência com o rio Guarda Velho, pela margem esquerda; em seguida, toma a direção Nordeste até a confluência com o rio Pitanguí, pela margem direita; a partir daí volta a seguir predominantemente a direção Noroeste até a sua confluência com o rio Paranapanema no Terceiro Planalto Paranaense, em Primeiro de Maio.

O desnível total do rio ao longo de seus 610 km é de aproximadamente 800 m entre as altitudes 1.150 m nas cabeceiras e 334 m no reservatório da UHE Capivara, situado no rio Paranapanema.

O remanso do reservatório da UHE Capivara se estende pelo rio Tibagi até 77,5 km da confluência deste com o rio Paranapanema.

O local de implantação da casa de força da UHE Mauá está nas coordenadas 24°02'24" de latitude Sul e 50°41'33" longitude Oeste.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi possui área de drenagem total de 24.724 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.131 km, que resulta num coeficiente de compacidade de 0,013 e fator de forma de 0,067, valores que indicam que a bacia como um todo é pouco propícia à formação de cheias rápidas. Até o local da UHE Mauá, a área de drenagem é de 15.423 km<sup>2</sup> e o perímetro de 693 km, que resulta num coeficiente de compacidade de 0,013 e fator de forma de 0,108, valores que significam que o local também é pouco propício à formação de cheias rápidas.

O relevo do rio Tibagi atravessa regiões muito variadas, dentro do Segundo Planalto Paranaense. Conforme já mencionado, o rio nasce na Serra das Almas e percorre o seu trecho inicial, nos Campos Gerais, dentro de um cânion de rochas areníticas.

Ao chegar à região do folhelho de Ponta Grossa, o rio se apresenta com muitos meandros e com uma baixa declividade média, da ordem de 0,1 m/km, o que favorece a formação de várzeas com extensas áreas cultivadas.

A partir da foz do rio Pitanguí predomina o arenito e a declividade aumenta para uma média de 1,3 m/km. Neste trecho do rio existe uma sucessão de saltos e corredeiras.

Até a cidade de Tibagi a topografia das margens é suave, sem ombreiras altas, e as áreas cultivadas dominam a paisagem. Neste ponto, ocorre uma mudança brusca, o

**UHE MAUÁ**

terreno se torna bastante acidentado, com vales fechados, e as áreas cultivadas dão lugar às matas e pastagens esparsas, paisagem que se estende até a foz do rio Taquara.

Do rio Taquara até a sua foz, o rio Tibagi corre sobre o basalto, com paisagens diversas que vão sendo gradualmente substituídas por culturas, à medida que se entra na região de terra roxa. O terreno é suavemente ondulado, o vale não apresenta ombreiras altas e o rio é normalmente largo.

Pouco mais de dois terços do percurso do rio Tibagi é feito sobre rochas sedimentares do Paleozóico paranaense. O restante do vale, a partir do boqueirão da escarpa Mesozóica até a foz, num trajeto inferior a um terço da extensão total, acha-se entalhado em rochas basálticas.

A feição estrutural mais marcante da bacia do rio Tibagi é o Arco de Ponta Grossa, que condiciona os mergulhos regionais das formações sedimentares e a sua distribuição nos mapas geológicos.

Áreas com predominância de rochas sedimentares possuem algumas unidades litoestratigráficas mais suscetíveis à erosão e, por conseqüência, com intensificação de carreamento de sedimentos.

Associados ao Arco de Ponta Grossa, e em grande parte por ele condicionado, aparecem os lineamentos na direção Noroeste-Sudeste, ocupados pelos diques intrusivos, aspecto estrutural mais importante do médio vale do rio Tibagi, onde aparecem numerosas intrusões discordantes de diabásio, geralmente conhecidas como diques. Tais diques preenchem as fissuras e falhas por onde penetraram as lavas responsáveis pelos extensos derrames vulcânicos basálticos.

A distribuição dos principais tipos vegetacionais da bacia do rio Tibagi segue, aparentemente, a distribuição das distintas zonas climáticas: os campos, com as florestas ciliares e capões, juntamente com as Florestas de Araucária que se distribuem na zona de clima temperado, enquanto a Floresta Estacional Semidecidual ocorre predominantemente em zona de clima subtropical.

A cobertura vegetal original da bacia, composta pelas formações campestres e florestais acima mencionadas, teve sua fisionomia modificada pela exploração madeireira e pelas atividades agrossilvopastoris, desde a década de 1930.

Atualmente o que se encontram das formações originais na região são resquícios de formações campestres e fragmentos de florestas. A maioria das formações ou foram substituídas por pastagens, culturas cíclicas e reflorestamentos, ou estão em diferentes estágios de sucessão, devido às alterações antrópicas.

No Segundo Planalto, na margem direita do rio, porção sudeste da bacia, e nas cabeceiras do rio Tibagi há a ocorrência dos Campos Gerais compostos por manchas de Cerrado e de associações entre as formações campestres e as Florestas Ombrófila Mista e Floresta Ciliar. Os campos ocorrem na região tendo em sua fisionomia a predominância de gramíneas e de leguminosas.

Ainda no Segundo e abrangendo o Terceiro Planalto, principalmente na margem esquerda do rio Tibagi, porção sudoeste e centro-oeste da bacia, ocorre a Floresta Ombrófila Mista em formações contínuas ou na forma de capões em meio aos campos. A presença dessa formação está condicionada à latitude, ao clima e à formação pedológica, mas principalmente à altitude, entre 500 e 1.500 m.



**UHE MAUÁ**

A Floresta Estacional Semidecidual distribui-se a partir da escarpa Mesozóica até a porção norte da bacia, no vale do rio Tibagi e seus afluentes, no Terceiro Planalto Paranaense. Sua distribuição é determinada pelas condições climáticas, pelo relevo e condições sedimentológicas e é facilmente identificável devido ao fato de apresentar, em determinada época do ano, a perda de folhas em pelo menos 30% de sua cobertura, permanecendo com folhas as espécies dos estratos médio e inferior.

É condicionante ecológico o efeito sazonal climático para a determinação das características dessa formação, com intensas chuvas no verão, seguida por estiagem acentuada, e no inverno sem período seco definido, porém com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperatura média inferior a 15°C.

A Floresta Ciliar está distribuída conforme a influência do regime hidrológico e da topografia local dos rios da bacia. Apresenta-se dividida em três estratos principais e facilmente discerníveis. O primeiro de árvores de grande porte que podem alcançar até 20 m de altura. Um segundo estrato, contínuo, de espécies de médio porte com alturas variando entre 12 e 18 m e, abaixo deste estrato, árvores de pequeno e médio porte relativas à regeneração dos estratos superiores, ainda em fase juvenil.

A Formação Pioneira de Influência Fluvial, situada às margens do rio Tibagi e seus tributários, caracteriza-se por apresentar um processo de desenvolvimento regulado pelo regime hidrológico dos cursos de água. A vegetação pode ser do tipo herbácea, como as gramíneas, que são as mais freqüentes, além de espécies arbustivas, com predomínio dos sarandis.

A ocorrência de pequenas formações vegetais é comum na margem e no leito do rio, tomando a característica de verdadeiras ilhas. Estas formações são normalmente compostas por espécies de poáceas e ciperáceas, além de espécies arbóreas como o pau-sangue, o ingá e a embaúba.

**5.1.2 Uso do Solo e da Água**

Na bacia hidrográfica do rio Tibagi existem seis usinas hidrelétricas em operação, entre elas, três são operadas pela Companhia Paranaense de Energia - COPEL, todas com menos de 10 MW de potência, e uma pelas Indústrias Klabin de Papel e Celulose S.A., com 22,5 MW de potência instalada.

Dentre as utilizações das águas do rio Tibagi destacam-se as captações de água para abastecimento urbano, sendo a maioria dessas operadas pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR. Alguns municípios contam com sistemas autônomos de abastecimento de água. Aproximadamente 90% da população da bacia é beneficiada por este tipo de serviço. A utilização dos recursos hídricos do rio Tibagi é incipiente, atualmente não ultrapassa 6 m<sup>3</sup>/s, sendo que a maior parcela retorna ao curso de água, de forma bruta ou tratada.

Os municípios de Londrina e Ponta Grossa possuem as maiores demandas de água para abastecimento doméstico e industrial. No caso das demandas de água para criação de animais, os municípios de Londrina, Tibagi e Castro apresentam a maior demanda.

Outros usos consuntivos importantes são a retirada de águas para irrigação de culturas, para piscicultura e para abastecimento de áreas de lazer. No caso da bacia do rio Tibagi, estes usos não têm grande significado.

**UHE MAUÁ**

Os sistemas de esgotos domésticos das áreas urbanas dos municípios também estão sob a responsabilidade da SANEPAR ou de companhias municipais. Sobre esses sistemas, os dados são restritos ou por vezes inexistentes.

As maiores contribuições de cargas poluidoras, representadas pela demanda bioquímica de oxigênio, contidas nos esgotos domésticos e efluentes industriais, são provenientes dos municípios de Londrina, Ponta Grossa e Telêmaco Borba.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi não é muito industrializada, com pólos industriais em Londrina e Ponta Grossa. As indústrias, de uma maneira geral, estão ligadas à agropecuária, embora se encontrem também indústrias têxteis, de bebidas, aglomerados e papel. Em Telêmaco Borba situam-se as Indústrias Klabin de Papel e Celulose S.A., uma das maiores indústrias de celulose do país.

**5.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA DA BACIA****5.2.1 Aspectos Gerais**

Em termos climatológicos a região apresenta acentuada variação devido à sua topografia que acentua as características das massas de ar envolvidas na dinâmica de sua circulação atmosférica.

A Bacia do Rio Tibagi está sob influência de dois tipos climáticos, segundo a classificação adotada por Köppen: Cfa subtropical e Cfb temperado.

No primeiro, Cfa, o clima é mesotérmico, com temperaturas médias no mês mais frio abaixo dos 18°C e acima de 3°C, não apresenta estação seca distinta e o verão apresenta temperaturas médias nos meses mais quentes da ordem 28°C, que abrange toda a bacia na sua parte setentrional, estreitando-se gradualmente até a altura do município de Tibagi.

O segundo, Cfb, com temperaturas médias inferiores a 22°C nos meses mais quentes e inferiores a 18°C nos meses mais frios, tendo como características um clima subtropical úmido, mesotérmico, com verões amenos, geadas severas e freqüentes e sem estação seca definida, que coincide com as áreas mais elevadas, nos divisores de água entre as bacias do rio Tibagi com o rio Laranjinha, a Leste, e com o rio Ivaí a Oeste.

A precipitação média anual apresenta uma ampla variação, que vai de 2.200 mm nos anos mais chuvosos a 900 mm nos anos mais secos. Em média a precipitação anual é da ordem de 1.550 mm.

O trimestre mais chuvoso é dezembro, janeiro e fevereiro com precipitações médias da ordem de 450 a 550 mm, enquanto junho, julho e agosto formam o período menos chuvoso, com precipitações médias em torno de 280 mm.

As condicionantes climáticas apresentam a influência da massa Tropical Atlântica de baixa pressão, nos meses de outubro a março, com época de chuvas intensas seguida por estiagem acentuada e a subtropical sem período seco, sujeita à influência da infiltração da massa Polar Atlântica, nos meses de abril a setembro, mas com seca fisiológica provocada pelo frio do inverno, com temperaturas inferiores a 15°C.

Próximo ao local da UHE Mauá há estações meteorológicas nos municípios de Ponta Grossa e Telêmaco Borba. Em cada uma dessas localidades os dados climáticos são das estações operadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR até maio de



**UHE MAUÁ**

1997 e, após esta data, os dados são das estações operadas pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR:

- Estação Meteorológica de Ponta Grossa, operada pelo IAPAR no período compreendido entre janeiro de 1954 e maio de 1997, código ANEEL n.º 2550024, localizada nas coordenadas 25º13' de latitude Sul, 50º01' de longitude Oeste e altitude 880 m acima do nível do mar;
- Estação Meteorológica de Ponta Grossa, pertencente e operada pelo SIMEPAR, com dados a partir de junho de 1997, código ANEEL n.º 25135001, localizada nas coordenadas 25º14' de latitude Sul, 50º01' de longitude Oeste e altitude 886 m;
- Estação Meteorológica de Telêmaco Borba, operada pelo IAPAR no período compreendido entre janeiro de 1977 e maio de 1997, código ANEEL n.º 2450011, localizada nas coordenadas 24º20' de latitude Sul, 50º40' de longitude Oeste e altitude 768 m;
- Estação Meteorológica de Telêmaco Borba, pertencente e operada pelo SIMEPAR, com dados a partir de junho de 1997, código ANEEL n.º 2450064, localizada nas coordenadas 24º20' de latitude Sul, 50º40' de longitude Oeste e altitude 768 m.

Nos Estudos de Viabilidade da UHE Mauá, realizados pelo CNEC em 2004, a caracterização climatológica junto ao local do aproveitamento foi efetuada utilizando os dados da Estação Meteorológica do Município de Telêmaco Borba, situada próxima ao local do futuro reservatório da UHE Mauá. Os principais parâmetros climatológicos obtidos naqueles estudos são apresentados a seguir.

**5.2.2 Precipitação**

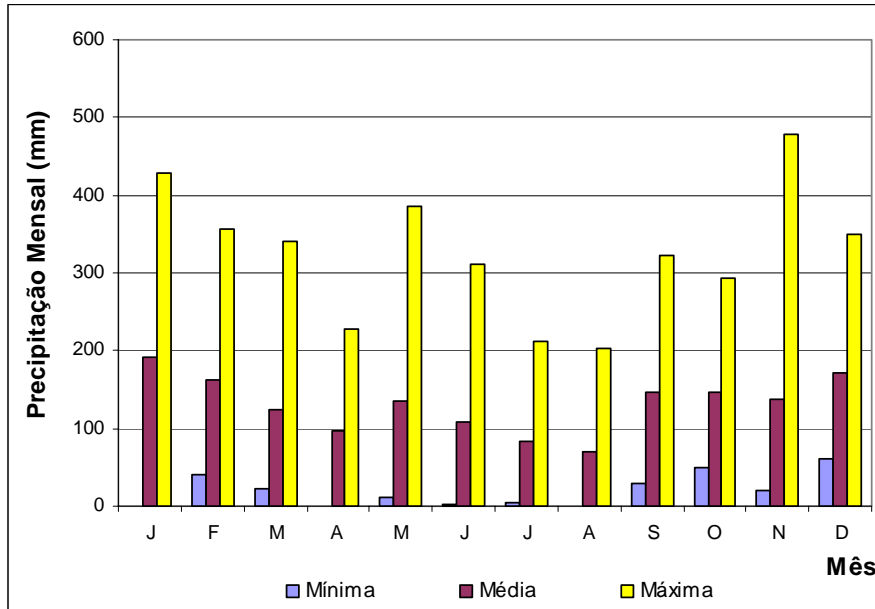
A partir dos dados da Estação Meteorológicas de Telêmaco Borba foram calculados os valores mínimos, médios e máximos das precipitações mensais e anuais acumuladas. A precipitação média anual calculada foi de 1.577 mm, com a máxima precipitação anual registrada de 2.092 mm, em 1982, e a mínima de 983 mm, em 1999.

O resumo das precipitações registradas é apresentado na Tabela 5.1 e na Figura 5.1. Com base nestes dados observa-se que o trimestre mais úmido, conforme a precipitação média, corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e o mais seco ocorre em junho, julho e agosto.

**Tabela 5.1 - Precipitações Mensais na Região de Telêmaco Borba**

Mês	Mínima (mm)	Média (mm)	Máxima (mm)	Mês	Mínima (mm)	Média (mm)	Máxima (mm)
Janeiro	0,8	191,6	429,0	Julho	4,9	84,5	213,0
Fevereiro	40,7	161,8	356,7	Agosto	0,0	70,0	202,6
Março	22,7	124,9	340,2	Setembro	28,7	146,5	322,7
Abril	0,0	97,6	228,5	Outubro	50,0	147,4	292,7
Mai	11,0	135,7	384,7	Novembro	20,6	138,3	479,2
Junho	2,4	107,8	312,2	Dezembro	60,2	171,0	349,5

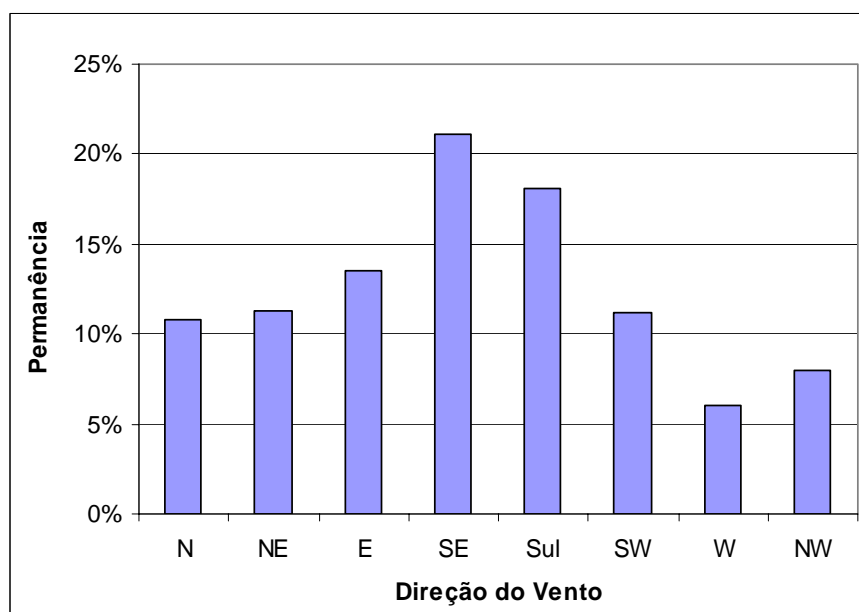
Figura 5.1 - Precipitações Mensais na Região de Telêmaco Borba



### 5.2.3 Ventos

Para a região do aproveitamento predominam ventos com direção Sul e Sudeste, com média das máximas anual da ordem de 60 km/h, podendo ocorrer rajadas superiores a 115 km/h. Na Figura 5.2 são mostradas as freqüências predominantes da direção de onde os ventos são provenientes para a região de Telêmaco Borba.

Figura 5.2 - Freqüência da Direção de Proveniência dos Ventos na Região de Telêmaco Borba



**UHE MAUÁ**

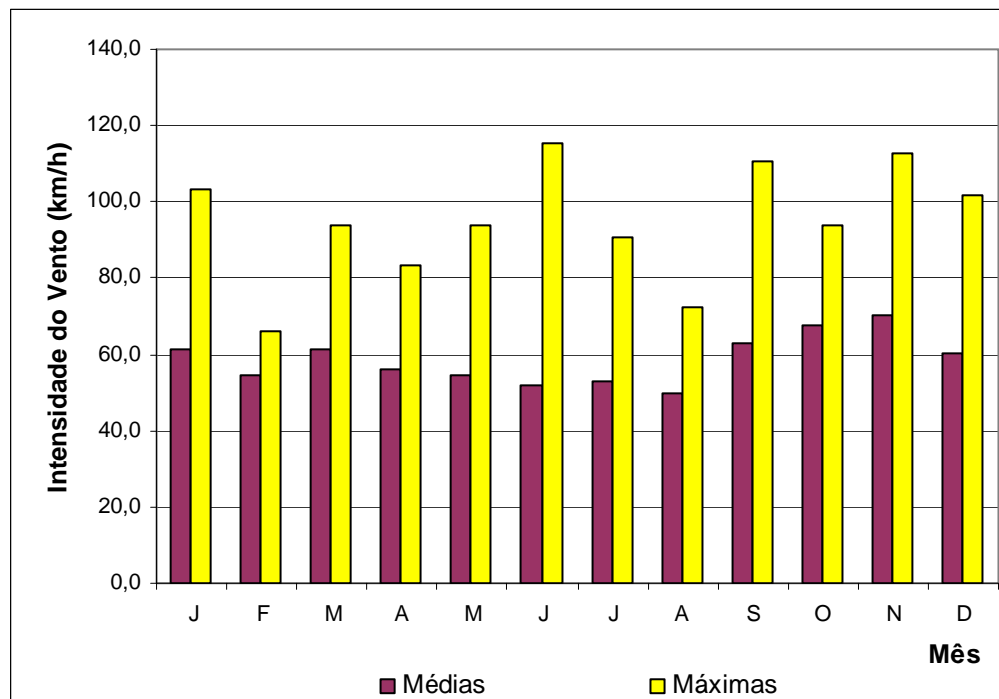
A Tabela 5.2 e a Figura 5.3 apresentam as intensidades médias e máximas do vento na região.

**Tabela 5.2 - Registros Médios das Máximas Mensais e Máximos Mensais da Velocidade do Vento em Telêmaco Borba**

Mês	Intensidade do Vento (km/h)		Mês	Intensidade do Vento (km/h)	
	Média	Máxima		Média	Máxima
Janeiro	61,2	103,3	Julho	52,8	90,7
Fevereiro	54,6	65,9	Agosto	50,0	72,4
Março	61,3	94,0	Setembro	63,1	110,5
Abril	56,1	83,5	Outubro	67,7	93,6
Mai	54,4	94,0	Novembro	70,2	112,7
Junho	52,1	115,2	Dezembro	60,5	101,9

Ref.: Dados das Estações Meteorológicas de Telêmaco Borba fornecidos pelo SIMEPAR

**Figura 5.3 - Médias e Máximas Mensais da Intensidade do Vento em Telêmaco Borba**



**UHE MAUÁ****5.2.4 Insolação**

As quantidades de horas médias mensais de insolação diária são referentes ao período de junho de 1954 a maio de 1997, enquanto as quantidades médias mensais de radiação solar referem-se ao período de junho de 1997 a julho de 2002.

Os valores mínimos, médios e máximos das médias mensais do número de horas de insolação diária e da radiação solar média mensal são apresentados na Tabela 5.3 e nas Figuras 5.4 e 5.5.

**Tabela 5.3 - Registros Mínimos, Médios e Máximos das Horas de Insolação Diária e da Radiação Solar Média Mensal em Telêmaco Borba**

Mês	Horas de Insolação (horas de sol/dia)			Radiação (Watt/m <sup>2</sup> )		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	4,3	6,6	8,6	207,6	235,6	269,4
Fevereiro	4,4	6,3	9,4	212,6	221,2	228,4
Março	4,9	6,5	8,7	195,7	211,6	221,3
Abril	4,4	6,7	8,9	159,3	183,3	202,8
Mai	4,0	6,5	8,2	131,3	146,1	159,1
Junho	4,8	6,3	7,8	100,0	126,9	151,9
Julho	5,2	6,8	8,1	124,5	141,9	162,5
Agosto	6,0	7,0	8,3	143,7	165,5	192,9
Setembro	4,8	6,6	8,0	130,8	170,3	196,5
Outubro	5,3	6,8	8,3	196,0	213,0	234,5
Novembro	4,5	7,2	9,6	207,9	241,3	277,7
Dezembro	5,0	6,6	8,1	232,0	250,2	269,5

Ref.: Dados das Estações Meteorológicas de Telêmaco Borba fornecidos pelo SIMEPAR

Figura 5.4. - Registros das Médias Mensais da Insolação Diária em Telêmaco Borba

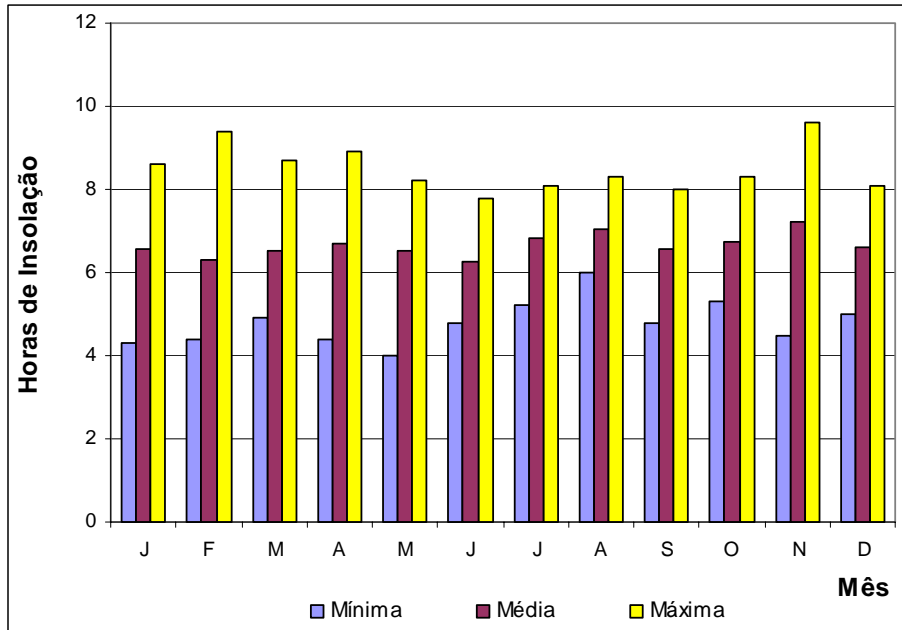
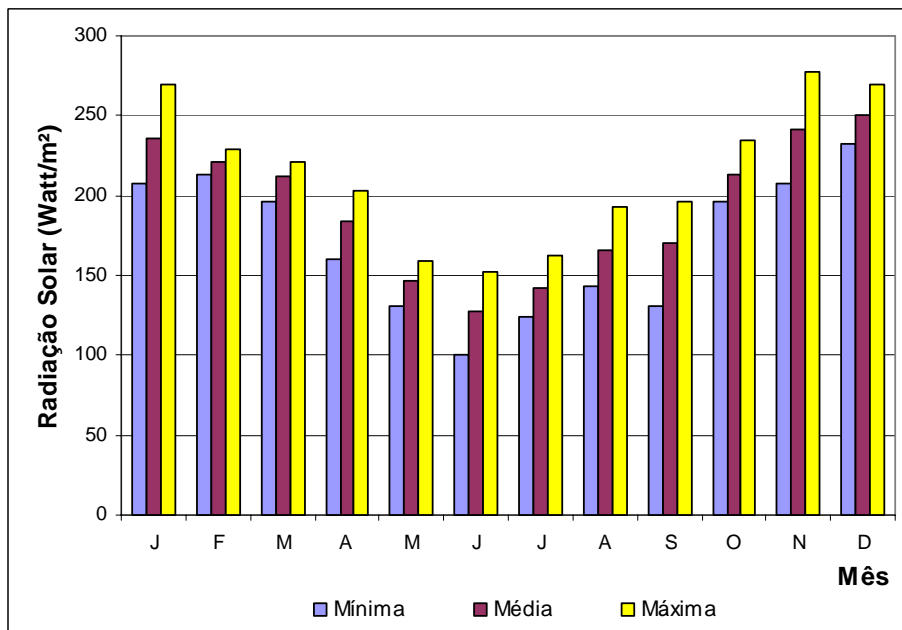


Figura 5.5. - Registros das Médias Mensais de Radiação Solar em Telêmaco Borba



5.2.5 Temperatura

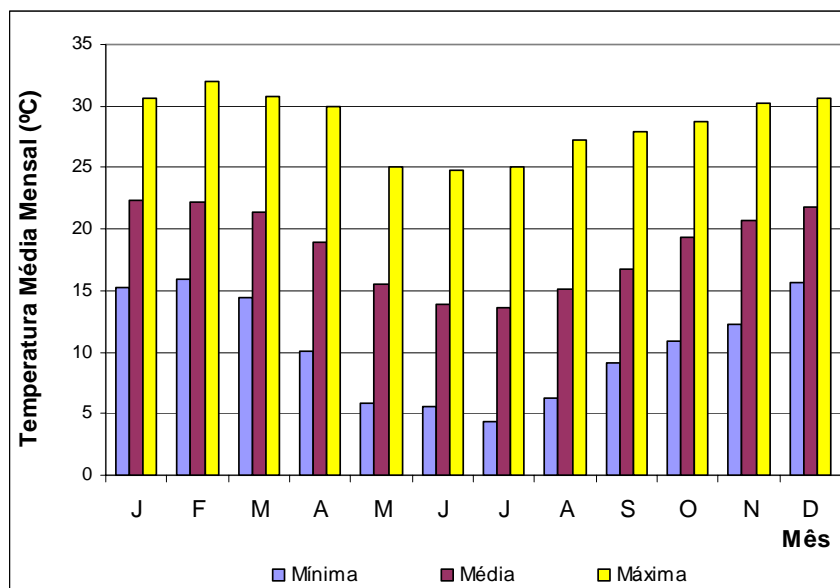
Os dados referem-se às temperaturas mínimas, médias e máximas das médias mensais, além dos registros das temperaturas mínimas e máximas absolutas em cada mês, que são mostrados na Tabela 5.4. Na Figura 5.6 são apresentadas as temperaturas mínimas, médias e máximas das médias mensais.

**Tabela 5.4 - Temperaturas Mínimas, Médias e Máximas das Médias Mensais e Temperaturas Mínima e Máxima Absolutas em Cada Mês em Telêmaco Borba**

Mês	Temperaturas Médias Mensais (°C)			Temp. Absolutas (°C)	
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Máxima
Janeiro	15,3	22,4	30,6	9,3	36,4
Fevereiro	15,9	22,2	32,0	0,0	35,0
Março	14,5	21,4	30,8	4,1	34,9
Abril	10,1	19,0	30,0	1,2	32,5
Maio	5,8	15,5	25,1	-1,6	30,4
Junho	5,6	13,8	24,8	-5,0	28,2
Julho	4,4	13,6	25,0	-4,6	29,6
Agosto	6,3	15,1	27,2	-2,2	33,0
Setembro	9,1	16,7	27,9	0,0	34,5
Outubro	10,9	19,3	28,7	2,5	34,2
Novembro	12,2	20,8	30,2	6,4	38,2
Dezembro	15,7	21,8	30,6	8,8	34,5

Ref.: Dados das Estações Meteorológicas de Telêmaco Borba fornecidos pelo SIMEPAR

**Figura 5.6 - Temperaturas Mínimas, Médias e Máximas Mensais em Telêmaco Borba**



### 5.2.6 Umidade Relativa do Ar

Na Tabela 5.5 e na Figura 5.7 são apresentados os registros mínimos, médios e máximos mensais da umidade relativa do ar. A umidade relativa do ar média,

**UHE MAUÁ**

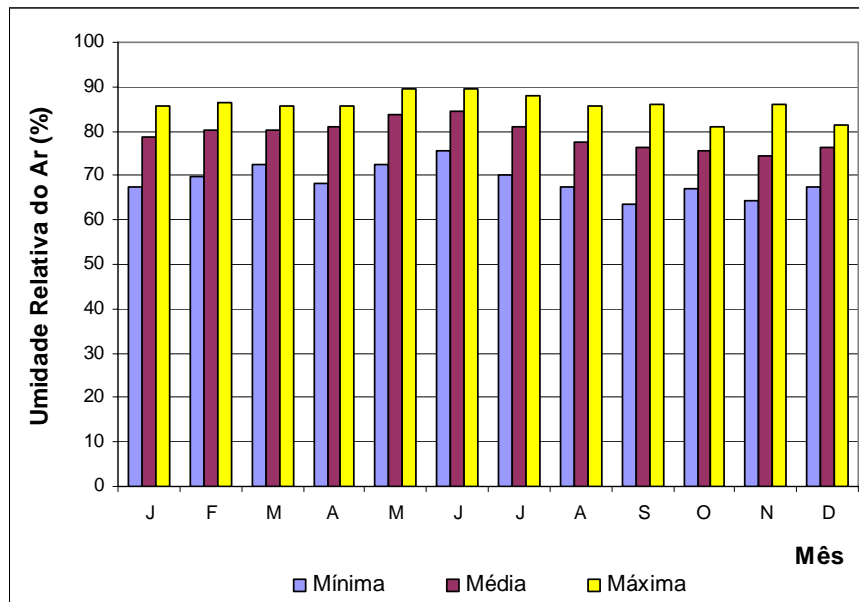
calculada para o período de Janeiro de 1977 a Julho de 2002, foi de 79,1%. A umidade relativa do ar média mensal registrada nunca foi inferior a 60%.

**Tabela 5.5 - Valores da Umidade Relativa do Ar Mínima, Média e Máxima das Médias Mensais Telêmaco Borba**

Mês	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	67,4	78,7	85,5
Fevereiro	69,7	80,3	86,5
Março	72,3	80,3	85,7
Abril	68,3	80,9	85,7
Mai	72,6	83,9	89,7
Junho	75,6	84,5	89,6
Julho	70,0	81,1	88,0
Agosto	67,6	77,4	85,6
Setembro	63,5	76,4	86,1
Outubro	66,9	75,5	81,2
Novembro	64,5	74,4	86,0
Dezembro	67,4	76,5	81,5

Ref.: Dados da Estação Meteorológica de Telêmaco Borba fornecidos pelo SIMEPAR

**Figura 5.7 - Registros Médios Mensais da Umidade Relativa do Ar em Telêmaco Borba**



---

**UHE MAUÁ****5.2.7 Evaporação e Evapotranspiração**

Os valores da evapotranspiração real para o local da UHE Mauá foram calculados pelo balanço hídrico simplificado, utilizando os dados de chuva média anual e vazão média de longo termo.

A evaporação real foi calculada utilizando o método de Penman. Tanto a evapotranspiração real quanto a evaporação real foram calculadas com os dados meteorológicos do município de Telêmaco Borba. Na Tabela 5.6 são apresentados os valores mensais calculados da evaporação e da evapotranspiração real na região e da evaporação líquida, sendo esta calculada para o futuro reservatório da UHE Mauá, pela diferença das duas primeiras.



Tabela 5.6 - Evaporação, Evapotranspiração Real e Evaporação Líquida

Mês	Evaporação (mm)	Evapotranspiração (mm)	Evaporação Líquida (mm)
Janeiro	198,9	139,1	59,8
Fevereiro	164,0	111,4	52,6
Março	150,9	78,9	72,0
Abril	112,1	65,8	46,3
Maio	79,3	94,5	-15,2
Junho	61,6	61,0	0,6
Julho	70,3	34,3	36,0
Agosto	102,0	30,3	71,7
Setembro	131,9	100,7	31,2
Outubro	172,8	87,0	85,8
Novembro	191,8	89,5	102,3
Dezembro	201,0	125,3	75,7
TOTAL	1.637	1.018	619

### 5.3. CARACTERIZAÇÃO DO REGIME FLUVIAL

#### 5.3.1 Disponibilidade de Dados

A bacia hidrográfica do rio Tibagi possui uma rede bastante extensa de estações fluviométricas ao longo de seu curso principal e rios afluentes. No próprio rio Tibagi estão disponíveis 11 estações fluviométricas, sendo algumas delas com medições de descarga sólida e parâmetros de qualidade da água. A Tabela 5.7 apresenta as características destas estações. A localização das mesmas é apresentada no desenho VLB-MA-DE-310-11-001.

**UHE MAUÁ**

**Tabela 5.7 - Estações Fluviométricas do Rio Tibagi**

Código	Nome	Responsável/Operadora	Tipo	Local	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Período
64440000	Santa Cruz	ANA	F	25°12' S 50°09' O	1.340	05/08/1937 a 30/09/1967
64444000	Uvaia	SUDERHSA	F	25°04' S 50°24' O	4.450	08/01/1974 – em operação
64447000	Eng <sup>o</sup> Rosaldo Leitão	SUDERHSA	F R S Q	24°57' S 50°23' O	5.731	07/12/1975 a 17/02/1989 01/03/1989 a 30/04/1989 01/06/1989 a 31/12/1998 01/05/1999 a 31/05/1999 05/10/1999 - em operação
64447500	Balsa do Pitangui	SUDERHSA	F	24°51' S 50°18' O	6.940	29/07/1987 a 04/06/1992 07/06/1992 a 04/10/1993 07/10/1993 a 07/10/1998 10/10/1998 - em operação
64465000	Tibagi	ANA/ SUDERHSA	FSQ	24°30' S 50°24' O	8.948	01/01/1932 a 30/09/1934 18/10/1934 a 28/02/1965 01/01/1966 a 31/03/1966 01/08/1966 a 16/08/1967 14/11/1967 - em operação
64482000	Telêmaco Borba	CESP/ SUDERHSA	FRT	24°21' S 50°35' O	14.000	01/01/1980 a 31/07/1989 07/08/1989 a 30/04/1995 05/06/1995 a 31/07/1995 01/10/1995 - em operação
64490000	Salto Mauá	ANA	F	24°04' S 50°42' E	15.378	25/10/1941 a 31/12/1946
64491000	Barra Ribeirão das Antas	SUDERHSA	FRS	24°02' S 50°42' O	15.600	01/11/1941 a 31/12/1946 25/03/1974 a 30/11/1978 01/05/1979 a 31/01/1979 01/05/1979 a 17/02/1983 23/02/1983 a 08/11/1983 01/12/1983 a 31/03/1984 26/04/1984 a 07/02/1995 27/02/1995 a 09/09/1995 20/09/1995 - em operação
64501000	Porto Londrina	ANA/ SUDERHSA	F	23°39' S 50°53' O	18.768	21/01/1978 a 31/12/1979 19/02/1980 a 31/08/1980 01/11/1980 a 03/02/1981 27/02/1981 a 31/03/1990 01/06/1990 a 30/04/1993 01/07/1993 - em operação
64506000	Chácara Ana Cláudia	CESP/ SUDERHSA	FRS	23°17' S 50°58' O	21.240	08/07/1977 a 31/12/1988 01/05/1990 - em operação
64504700	Porto Três Bocas	SUDERHSA	F	23°21' S 51°00' O	21.600	17/09/1977 a 31/03/1979 01/05/1979 a 31/03/1991

Obs.: F – estação fluviométrica com medição de descarga; R - estação fluviográfica; T – estação fluviográfica da rede telemétrica; S – medição de descarga sólida; Q – determinação da qualidade da água.

**UHE MAUÁ****5.3.2 Vazões Médias Mensais**

Nos Estudos de Viabilidade realizados pelo CNEC em 2004, a série de vazões médias mensais afluentes à UHE Mauá foi definida como sendo a série de vazões médias mensais disponível no SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO (SIPOT) da ELETROBRÁS. Esta série estende-se de janeiro de 1931 a dezembro de 1998.

Para a série de vazões médias mensais, o CNEC também efetuou a transferência da série de vazões médias mensais da Estação Fluviométrica Barra Ribeirão das Antas para o local da UHE Mauá, através da relação entre as áreas de drenagem destes dois locais; tal série não foi utilizada nos estudos. O resultado desta verificação indicou uma semelhança muito grande entre as duas séries, com a diferença da média de longo termo de apenas 1,5 %.

Para o Projeto Básico foi mantida a série dos Estudos de Viabilidade, complementada até dezembro de 2004 pela série de vazões médias mensais disponibilizada pela EPE- Empresa de Planejamento Energético para a UHE Mauá. A série de vazões médias mensais resultante, compreendendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004, é apresentada na Tabela 5.8.

Com a extensão da série, a vazão média de longo termo resultou em 279 m<sup>3</sup>/s, valor ligeiramente superior ao obtido com a série de vazões médias mensais limitada a dezembro de 1998, que é de 278 m<sup>3</sup>/s.

**5.3.3 Curva de Permanência**

Para a série de vazões médias mensais do local do aproveitamento foi definida a curva de permanência. Essa curva foi obtida a partir da ordenação, em ordem decrescente, das vazões médias mensais do período histórico, atribuindo-se a cada valor uma porcentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série. Sendo assim, a curva de permanência de vazões representa a porcentagem do tempo em que uma determinada vazão média diária é superada no histórico e nos meses correspondentes.

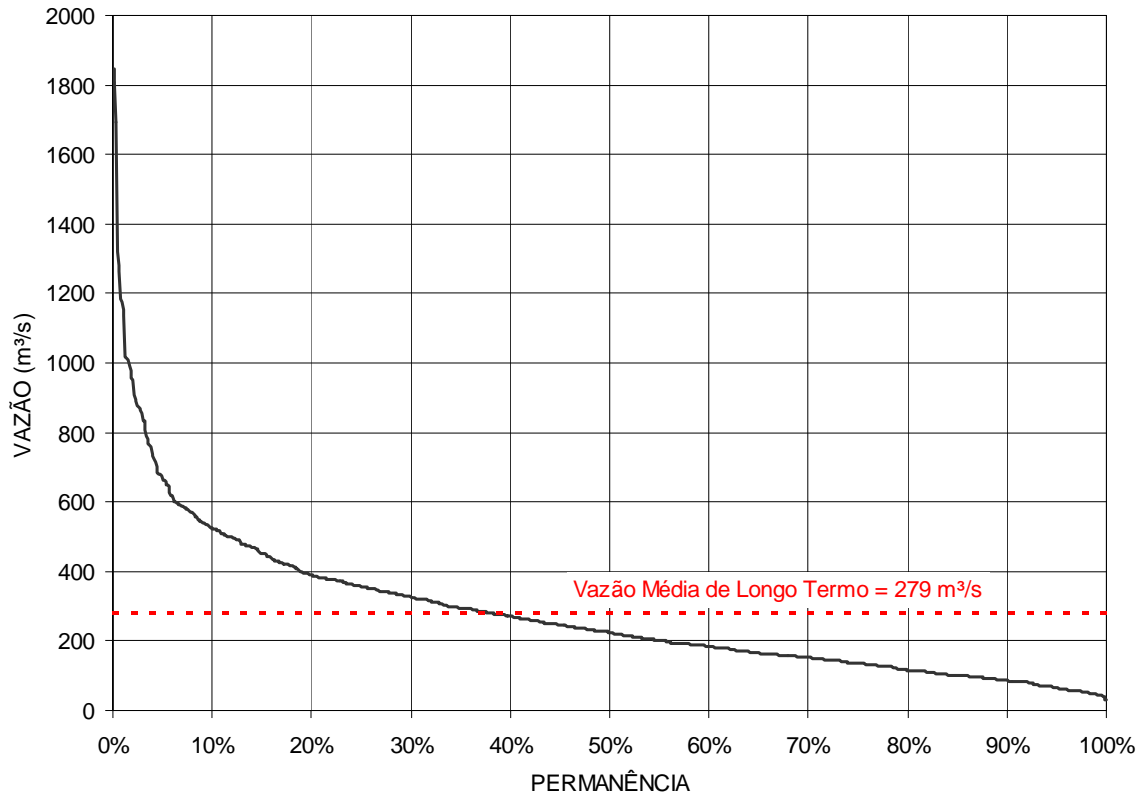
A Figura 5.8 e a Tabela 5.9 apresentam a curva de permanência correspondente.

**UHE MAUÁ**

**Tabela 5.8 – Série de Vazões Médias Mensais Afluentes à UHE Mauá**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1931	374	451	350	240	271	333	230	167	241	223	258	361	292
1932	320	373	312	431	353	355	244	330	288	418	480	758	389
1933	248	326	177	109	83	81	64	50	77	59	55	52	115
1934	159	275	165	92	57	82	51	57	85	114	65	253	121
1935	114	95	128	62	43	99	137	359	598	1846	501	268	354
1936	576	255	226	90	81	68	47	145	322	275	171	231	207
1937	701	260	272	260	164	156	103	141	110	411	1007	283	322
1938	173	300	134	112	299	379	601	361	239	224	161	120	259
1939	172	210	208	101	201	174	155	89	106	87	350	565	202
1940	238	171	99	119	147	73	56	59	67	50	57	83	102
1941	202	570	212	145	149	136	140	461	382	428	396	470	308
1942	224	680	312	314	250	362	437	207	200	215	101	84	282
1943	113	192	172	89	71	129	96	82	170	336	186	164	150
1944	291	188	481	196	105	72	57	46	52	44	95	80	142
1945	48	190	268	113	83	191	427	143	91	112	101	71	153
1946	294	954	805	213	194	266	558	267	154	441	275	192	384
1947	275	272	210	119	101	131	120	205	423	620	221	248	245
1948	255	364	230	135	101	95	99	432	131	164	376	134	210
1949	85	58	94	97	76	168	69	58	59	64	63	66	79.8
1950	151	251	452	174	143	96	116	62	85	326	212	213	190
1951	284	437	367	154	100	97	112	70	53	181	310	243	201
1952	105	99	96	51	30	155	89	63	206	334	359	156	145
1953	259	198	136	143	164	184	115	83	167	259	354	218	190
1954	321	244	342	146	870	618	395	217	158	285	168	92	321
1955	127	86	172	136	191	736	894	321	343	155	200	170	294
1956	135	136	98	138	375	392	295	450	212	137	93	76	211
1957	162	292	146	127	96	126	889	1138	1692	788	663	343	539
1958	205	156	245	128	129	164	122	115	367	240	320	293	207
1959	262	361	192	136	144	120	88	89	103	113	85	54	146
1960	134	161	119	155	237	276	226	376	220	261	334	169	222
1961	153	172	334	580	407	306	167	100	191	200	498	278	282
1962	130	133	300	164	105	107	78	84	180	519	299	190	191
1963	508	356	340	272	107	83	59	47	39	237	510	383	245
1964	137	277	143	168	148	336	326	244	236	156	160	229	213
1965	295	582	348	282	978	385	603	338	199	540	257	519	444
1966	397	627	380	232	176	133	143	103	228	361	413	318	293
1967	383	346	536	192	101	239	230	138	132	99	106	164	222
1968	354	218	145	126	83	63	43	39	30	73	71	62	109
1969	83	104	91	139	103	396	292	131	99	473	647	330	241
1970	292	206	279	156	338	540	588	179	304	353	187	453	323
1971	1153	393	295	251	442	586	571	223	209	203	104	166	383
1972	433	908	547	354	140	123	255	340	556	1011	380	331	448
1973	399	408	266	210	265	373	560	376	584	502	280	180	367
1974	501	341	379	188	133	304	227	163	319	252	257	187	271
1975	193	234	249	150	123	153	201	267	166	586	420	594	278
1976	505	497	329	247	232	677	300	542	446	290	386	349	400
1977	415	528	273	377	160	150	147	117	109	190	184	292	245
1978	127	87	116	70	97	95	321	299	470	153	184	157	181
1979	126	83	82	47	369	144	116	139	472	501	526	365	248
1980	285	265	309	246	162	146	364	308	539	376	196	479	306
1981	545	292	161	114	130	92	65	54	45	181	204	379	189
1982	189	250	163	90	70	477	1008	328	153	492	993	855	422
1983	454	319	606	422	1185	1808	1280	371	682	649	341	233	696
1984	192	194	160	214	342	287	232	278	337	303	473	422	286
1985	233	188	194	297	211	155	114	71	92	61	93	47	146
1986	72	273	242	151	386	244	111	262	156	169	200	465	228
1987	335	536	185	162	872	657	337	200	182	205	176	131	332
1988	111	186	180	117	524	495	204	107	88	91	71	60	186
1989	472	507	281	183	381	179	235	417	480	252	152	187	311
1990	1265	442	220	182	238	311	597	579	714	590	547	237	494
1991	128	195	189	130	128	206	236	158	87	292	225	249	185
1992	157	143	387	399	684	834	359	391	318	346	241	178	370
1993	221	451	405	234	300	469	344	228	374	953	214	354	379
1994	265	426	240	168	185	393	496	219	109	111	201	191	250
1995	1175	529	279	208	136	148	395	150	194	524	283	163	349
1996	389	517	725	536	180	147	181	159	298	504	519	469	385
1997	834	876	312	140	101	251	365	190	280	644	767	524	440
1998	493	424	731	1016	663	364	419	491	782	1320	378	230	609
1999	322	418	338	260	229	254	524	159	152	113	97	88	246
2000	122	434	265	111	73	106	180	215	761	493	327	312	283
2001	429	674	423	191	284	330	381	314	279	863	325	300	399
2002	384	249	217	119	351	175	153	215	284	191	301	475	260
2003	466	569	313	289	173	189	220	128	112	145	188	262	255
2004	317	335	277	202	244	277	289	226	273	353	293	265	279
Minima	48	58	82	47	30	63	43	39	30	44	55	47	30
Média	317	335	276	202	244	277	288	226	272	353	293	265	279
Máxima	1265	954	805	1016	1185	1808	1280	1138	1692	1846	1007	855	1846

**Figura 5.8 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais no Local da UHE Mauá**



**Tabela 5.9 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais no Local da UHE Mauá**

Permanência	Vazão (m³/s)	Permanência	Vazão (m³/s)
5%	672	55%	203
10%	527	60%	184
15%	451	65%	166
20%	397	70%	150
25%	356	75%	134
30%	324	80%	119
35%	296	85%	103
40%	270	90%	85
45%	246	95%	65
50%	224	100%	30

**UHE MAUÁ****5.4. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DE CHEIAS****5.4.1 Estudos anteriores**

Conforme apresentado nos estudos do CNEC em 2004, nos Estudos de Inventário finalizados em 1984 a cheia decamilenar, para o dimensionamento do vertedouro da UHE Mauá, foi estimada em 7.860 m<sup>3</sup>/s. Após o encerramento dos estudos hidrológicos e já na fase final dos estudos de inventário ocorreu, em maio e junho de 1983, uma enchente de grandes proporções na bacia do rio Tibagi. Com os estudos das usinas praticamente concluídos, foi decidido não rever as vazões de enchente, apesar dessa cheia poder alterar as vazões de projeto para dimensionamento dos órgãos de descarga. Foi recomendado que a revisão dessas vazões fosse ser realizada na ocasião do estudo de viabilidade.

No estudo Rio Tibagi - Reavaliação dos Estudos de Inventário Energético, elaborado pela COPEL em 1994, foi feita a revisão das vazões máximas para os locais dos aproveitamentos.

As vazões máximas foram obtidas a partir da análise estatística de vazões de enchentes observadas no passado, com base nas estações Tibagi e Jataizinho (1935 a 1992). A partir de diagrama de contribuições específicas foram obtidos os valores das vazões de cheias para os locais dos aproveitamentos. Para o local da UHE Mauá a cheia decamilenar revisada foi estimada em 8.715 m<sup>3</sup>/s.

No estudo Revisão da Divisão de Queda do Trecho Médio do Rio Tibagi, elaborado pela COPEL em 1997, foi feito um novo estudo de vazões extremas abrangendo os locais das UHE Telêmaco Borba, Mauá e São Jerônimo.

Para o cálculo das vazões máximas de projeto no local das usinas utilizaram-se as séries de vazões máximas anuais de 17 estações fluviométricas situadas na bacia do rio Tibagi e em bacias vizinhas de regime hidrológico similar, com um mínimo de 15 anos de observações e área de drenagem superior a 1.000 km<sup>2</sup>. Essas séries de vazões máximas anuais foram submetidas a uma análise regional considerando-se os resultados de vários estudos que têm demonstrado que, mesmo em locais onde existem dados disponíveis, estimativas de cheias baseadas em informações regionais podem ser mais precisas que aquelas baseadas somente em registros locais.

No Estudo de Viabilidades, elaborados pelo CNEC em 2004, os estudos de cheia foram atualizados. A metodologia utilizada consistiu no ajuste de uma distribuição exponencial como representativa do comportamento das vazões extremas no local da UHE Mauá, utilizando como parâmetros a vazão média de longo termo no local do aproveitamento e a média e o desvio padrão das vazões máximas anuais provenientes de um estudo de regionalização. Este estudo consistiu em maximizar estes dois parâmetros a partir dos resultados da média e do desvio padrão das séries de vazões máximas anuais provenientes de 11 estações fluviométricas existentes no rio Tibagi e listadas na Tabela 5.7 do presente relatório. Esta metodologia resultou em uma cheia decamilenar afluente ao local do aproveitamento de 8.213 m<sup>3</sup>/s.

**5.4.2 Cheias de Projeto**

Os estudos de Viabilidade do CNEC datam de setembro de 2004, ou seja, são bastante recentes e utilizam séries extensas de vazões máximas anuais em seus estudos de cheias. Somando-se a isto o fato de não ter ocorrido nenhuma cheia significativa nos últimos três anos, julgou-se desnecessário revisar os estudos de

**UHE MAUÁ**

cheias, adotando-se para o Projeto Básico as cheias definidas nos Estudos de Viabilidade. Estas cheias são apresentadas na Tabela 5.10.

**Tabela 5.10 - Vazões Máximas Afluentes à UHE Mauá**

<b>Período de Retorno (anos)</b>	<b>Vazão Máxima (m<sup>3</sup>/s)</b>
2	1.329
5	2.070
10	2.630
25	3.371
50	3.931
100	4.491
500	5.792
1.000	6.352
10.000	8.213

**5.4.3 Hidrogramas de Cheia**

O reservatório da UHE Mauá é grande o suficiente para permitir o amortecimento das cheias afluentes a este aproveitamento. Para os estudos de amortecimento de cheias foram determinados os hidrogramas das cheias de projeto, com base nos dados diários de vazão disponíveis no posto fluviométrico Barra do Ribeirão das Antas, localizado muito próximo ao local de implantação da UHE Mauá.

A determinação destes hidrogramas foi efetuada nos Estudos de Viabilidades e consistiu na plotagem simultânea dos hidrogramas das maiores cheias registradas no posto, adimensionalizadas pelo pico da cheia, e na definição de um hidrograma médio representativo do comportamento do rio na ocorrência de cheias. O hidrograma adimensional adotado é apresentado na Tabela 5.11.

A Tabela 5.12 e Figura 5.9 apresentam o hidrograma de projeto para a cheia decamilenar.



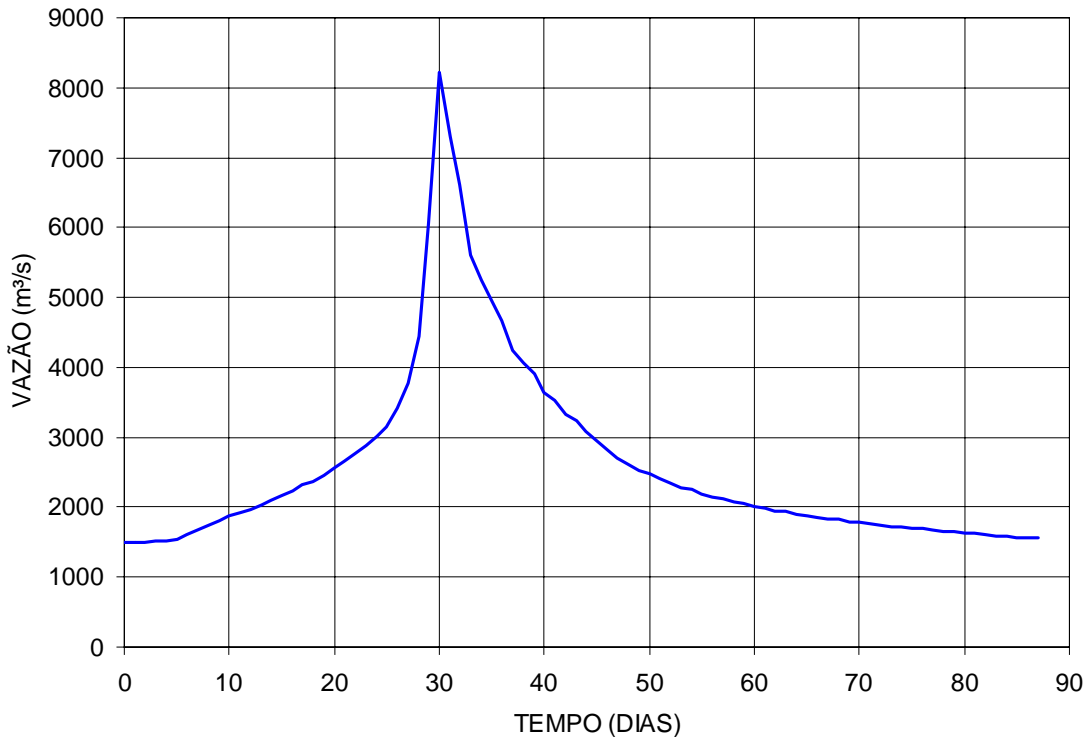
Tabela 5.11 – Hidrograma Adimensional Afluente à UHE Mauá

Tempo (dias)	Q/Qpico	Tempo (dias)	Q/Qpico	Tempo (dias)	Q/Qpico	Tempo (dias)	Q/Qpico
0	0,181	22	0,336	44	0,375	66	0,225
1	0,182	23	0,350	45	0,358	67	0,224
2	0,183	24	0,366	46	0,343	68	0,222
3	0,184	25	0,384	47	0,330	69	0,218
4	0,185	26	0,417	48	0,318	70	0,216
5	0,186	27	0,459	49	0,308	71	0,215
6	0,195	28	0,541	50	0,303	72	0,212
7	0,204	29	0,738	51	0,294	73	0,210
8	0,213	30	1,000	52	0,286	74	0,209
9	0,220	31	0,889	53	0,278	75	0,207
10	0,227	32	0,804	54	0,274	76	0,206
11	0,234	33	0,684	55	0,268	77	0,203
12	0,240	34	0,639	56	0,261	78	0,202
13	0,247	35	0,601	57	0,258	79	0,200
14	0,255	36	0,569	58	0,253	80	0,199
15	0,264	37	0,517	59	0,250	81	0,198
16	0,271	38	0,496	60	0,245	82	0,196
17	0,282	39	0,476	61	0,243	83	0,194
18	0,290	40	0,444	62	0,238	84	0,193
19	0,298	41	0,430	63	0,236	85	0,192
20	0,313	42	0,405	64	0,231	86	0,191
21	0,324	43	0,394	65	0,229	87	0,189

Tabela 5.12 – Hidrograma da Cheia Decamilenar Afluente à UHE Mauá

Tempo (dias)	Vazão (m³/s)	Tempo (dias)	Vazão (m³/s)	Tempo (dias)	Vazão (m³/s)	Tempo (dias)	Vazão (m³/s)
0	1489	22	2762	44	3076	66	1852
1	1497	23	2875	45	2938	67	1836
2	1505	24	3005	46	2817	68	1821
3	1513	25	3153	47	2710	69	1792
4	1521	26	3422	48	2614	70	1778
5	1530	27	3771	49	2527	71	1765
6	1603	28	4447	50	2487	72	1739
7	1678	29	6059	51	2413	73	1726
8	1752	<b>30</b>	<b>8213</b>	52	2345	74	1714
9	1807	31	7301	53	2282	75	1701
10	1868	32	6607	54	2253	76	1690
11	1918	33	5616	55	2198	77	1667
12	1973	34	5249	56	2146	78	1656
13	2032	35	4940	57	2122	79	1645
14	2098	36	4676	58	2076	80	1634
15	2171	37	4247	59	2054	81	1624
16	2225	38	4070	60	2012	82	1613
17	2313	39	3913	61	1992	83	1593
18	2378	40	3644	62	1954	84	1584
19	2449	41	3528	63	1936	85	1574
20	2569	42	3325	64	1901	86	1565
21	2660	43	3236	65	1884	87	1556

Figura 5.9 - Hidrograma da Cheia Decamilenar Afluente à UHE Mauá



5.5. CHEIA MÁXIMA PROVÁVEL

5.5.1 Precipitação Máxima Provável

A Precipitação Máxima Provável (PMP) na bacia do Tibagi com exutória em Barra Ribeirão das Antas foi avaliada a partir dos valores da PMP de 22 postos pluviométricos, selecionados com base na qualidade dos dados e na distribuição homogênea ao longo da área de drenagem da bacia hidrográfica a montante da estação fluviométrica Barra Ribeirão das Antas.

Os valores da PMP de cada uma das 22 séries de dados foram obtidas maximizando-se as chuvas pontuais do histórico, conforme metodologia recomendada em ELETROBRÁS (1987). Essas precipitações foram maximizadas usando os dados de temperaturas de ponto de orvalho de estações meteorológicas Telêmaco Borba e Teixeira Soares. A Tabela 5.13 apresenta a relação de postos pluviométricos e as estações meteorológicas utilizados nos estudos.

**Tabela 5.13 – Estações Meteorológicas e Pluviométricas Utilizadas no Cálculo da PMP**

Estação Meteorológica	Período	Estação Pluviométrica	Código	Período
Telêmaco Borba	1972-2004	Socavão	2449028	1976-1999
		Pedras	2449029	
		Tibagi	2450002	
		Ortigueira	2450008	
		Bom Jardim	2450009	
		Telêmaco Borba	2450011	
		Aparição	2450023	
		Bairro Biquinha	2450032	
		J Lacerda	2450040	
		Marcal	2450053	
Teixeira Soares	1972-2004	Abapa	2449026	1976-1999
		Boqueirão	2450022	
		Eng. Rosaldo Leitão	2450056	
		Colônia Witmarsum	2549065	
		Santa Cruz	2550003	
		Ponta Grossa-Vila Velha	2550024	
		Teixeira Soares	2550025	
		Vieiras	2550041	
		Mandacaia	2550042	
		Guarauna	2550046	
		Imbituba	2550048	
		B Jardim	2550052	

Na estimativa das envoltórias dos pontos máximos de orvalho persistentes no local foram adotados os valores correspondentes a um tempo de recorrência de 100 anos, conforme recomendado pela WMO (WMO, 1973) quando se dispõe de menos de 50 anos de dados. Esses valores para 100 anos foram obtidos ajustando a distribuição normal aos pontos de orvalho máximos de cada ano em períodos de 5 dias.

Os valores pontuais da PMP de cada um dos 22 postos pluviométricos são apresentados na Tabela 5.14. Foram calculados os valores da PMP média na bacia para cada uma das durações, através da média aritmética das PMP's dos 22 postos pluviométricos, visto que, os postos se apresentam bem distribuídos na bacia.

Para levar em conta a não simultaneidade desses eventos máximos, foram aplicados coeficientes de abatimento variáveis em função de sua duração. Os valores destes coeficientes foram adotados iguais aos valores obtidos para o rio Iguaçu em estudo efetuado pelo LACTEC (CEHPAR) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento em 2000.

A aplicação dos coeficientes de abatimento resultou nos valores da PMP média abatida indicados na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 – PMP (mm) nas Estações Pluviométricas e na Bacia do Tibagi em Barra Ribeirão das Antas

Estação Meteorológica	Estação Pluviométrica	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias
Telêmaco Borba	2449028	248	248	287	318	360
	2449029	225	253	291	291	291
	2450002	163	219	247	266	287
	2450008	218	213	238	251	306
	2450009	175	230	244	244	244
	2450011	242	205	260	260	295
	2450023	242	264	295	313	320
	2450032	307	309	409	508	566
	2450040	232	258	271	296	325
	2450053	242	262	248	294	315
Teixeira Soares	2449026	258	253	269	290	306
	2450022	198	245	257	267	318
	2450056	173	230	265	285	303
	2549065	193	226	234	282	282
	2550003	234	236	267	308	364
	2550024	208	229	269	275	309
	2550025	174	244	266	280	299
	2550041	193	238	266	294	320
	2550042	151	233	283	326	386
	2550046	149	208	254	269	324
	2550048	258	253	269	290	306
2550052	198	245	257	267	318	
PMP média (mm)		217	246	274	299	330
Coeficiente de abatimento		72%	79%	87%	89%	92%
<b>PMP (mm)</b>		<b>156</b>	<b>194</b>	<b>239</b>	<b>266</b>	<b>304</b>

### 5.5.2 Hidrograma da Cheia Máxima Provável

O hidrograma de enchente no eixo da UHE Mauá foi obtido através da aplicação da PMP ao hidrograma unitário no local do aproveitamento. O hidrograma unitário utilizado foi o da estação pluviométrica Barra Ribeirão das Antas, situada a jusante e com área de drenagem cerca de 5% maior que no local de barramento da usina. A transposição dos resultados para o local da usina foi realizada utilizando-se a correção pela relação de áreas de drenagem.

O hidrograma unitário da estação Barra Ribeirão das Antas foi obtido considerando-se os intervalos de chuva e vazão iguais a 24 horas. Para a determinação das ordenadas do hidrograma unitário para chuvas de 24 horas foram analisados diversos eventos complexos de pluviometria. A chuva utilizada corresponde à média da bacia obtida através das estações consideradas na determinação da PMP.

**UHE MAUÁ**

Para estimativa da precipitação efetiva foi adotado o diagrama de perdas obtido pelo LACTEC (CEHPAR) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento nos estudos do rio Iguaçu. Este diagrama relaciona a precipitação total com a parcela desta que não contribui no hidrograma superficial.

O escoamento de base foi definido a partir dos hidrogramas da estação fluviométrica Barra Ribeirão da Antas.

Os valores da PMP foram discretizados em intervalos de 24 horas dentro de cada um dos tempos de duração, buscando-se a distribuição que maximizasse o pico da cheia. O hidrograma da Cheia Máxima Provável obtido para a estação fluviométrica Barra Ribeirão das Antas, considerando vazões médias diárias, foi maximizado para a vazão instantânea pelo critério de Fuller e transferido para o local da UHE Mauá pela relação entre as áreas de drenagem dos dois locais.

O hidrograma da Cheia Máxima Provável resultante no local da UHE Mauá possui pico instantâneo de 9.638 m<sup>3</sup>/s. Este hidrograma é apresentado na Figura 5.10 e na Tabela 5.15.

**Figura 5.10 – Hidrograma da Cheia Máxima Provável Afluente à UHE Mauá**

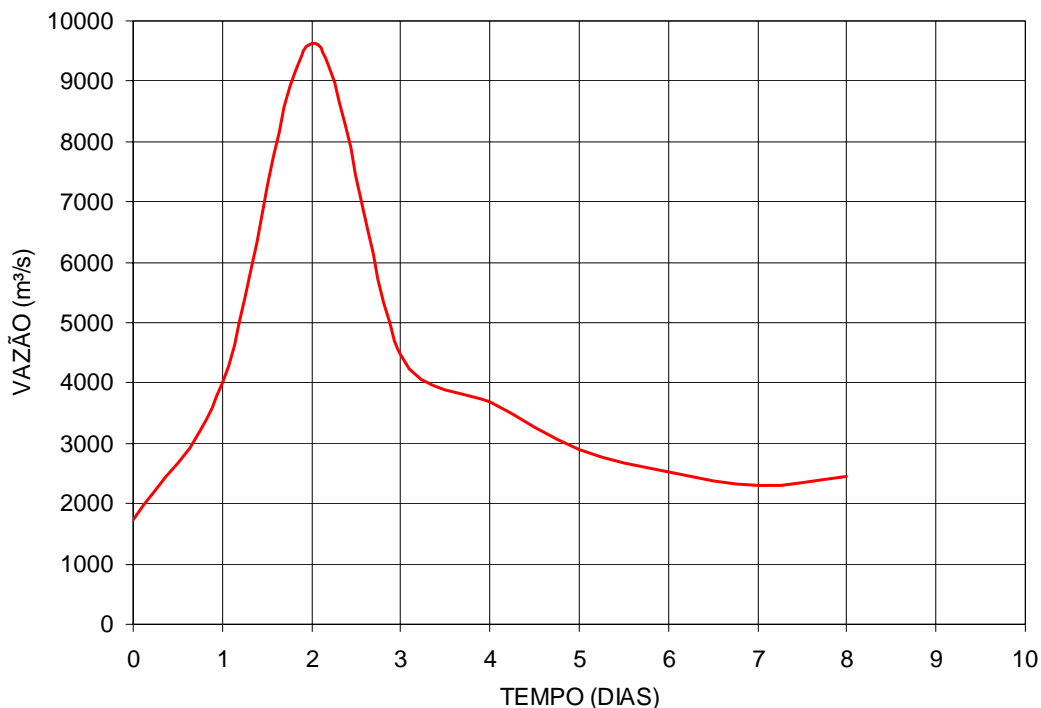


Tabela 5.15 – Hidrograma da Cheia Máxima Provável Afluente à UHE Mauá

Tempo (dias)	Vazão (m³/s)
0	1724
1	4021
2	9638
3	4469
4	3681
5	2888
6	2518
7	2307
8	2440

## 5.6. VAZÃO SANITÁRIA

A vazão sanitária foi definida nos Estudos de Viabilidade do CNEC em 2004, como sendo igual a 50% da vazão média mínima para uma duração de 7 dias, correspondente a um período de recorrência de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ). Esse valor foi determinado a partir da série histórica de vazões diárias na Estação Fluviométrica Barra Ribeirão das Antas, para a qual foram determinadas as vazões médias mínimas anuais de 7 dias de duração e ajustada uma distribuição Gumbel. O  $Q_{7,10}$  obtido foi transferido para o local da UHE Mauá pela relação entre as áreas de drenagem dos dois locais, resultando em um valor de 37,6 m³/s e definindo uma vazão sanitária a ser mantida para jusante do barramento da UHE Mauá de 18,8 m³/s.

## 5.7. RESERVATÓRIO

A UHE Mauá irá operar com o nível máximo normal na El.635,00, admitindo um deplecionamento de 9,0 m até a El.626,00. O vertedouro, por sua vez, foi dimensionado para descarregar a cheia decamilenar com uma sobrelevação de 1,5 m no reservatório (El.636,50) e absorver a Cheia Máxima Provável sem galgamento da estrutura do barramento. Esta cheia, quando amortecida, resulta em um nível máximo no reservatório na El.638,20.

### 5.7.1 Curvas Cota-Área e Cota-Volume

As curvas cota-área e cota-volume do reservatório da UHE Mauá foram definidas, nos Estudos de Viabilidade, a partir da restituição aerofotogramétrica planialtimétrica, em escala 1:10.000, com curvas de nível a cada 5,0 m, executada pela empresa Aerosat em 2002. Essas curvas são apresentadas na Tabela 2.16 e nas Figuras 5.11 e 5.12.

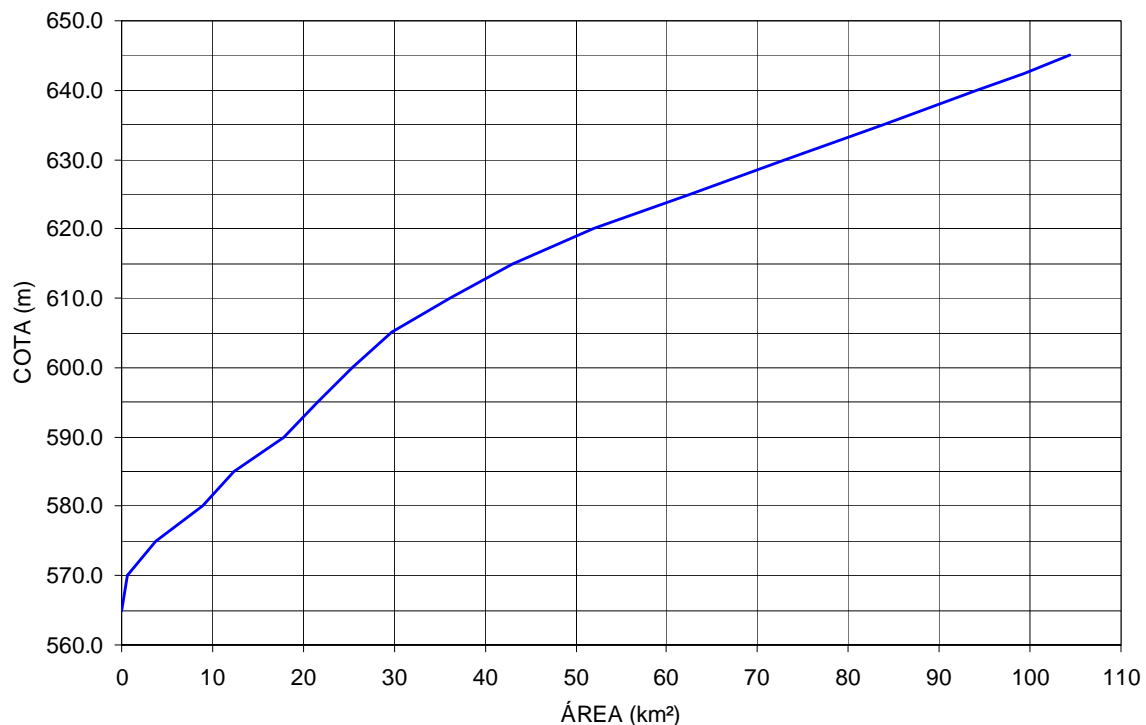
A UHE Mauá em seu nível máximo normal inundará uma área de 83,9 km², armazenando nessa elevação um volume da ordem de 2.137 milhões de m³.

**UHE MAUÁ**

**Tabela 5.16 – UHE Mauá - Curvas Cota-Área e Cota-Volume do Reservatório**

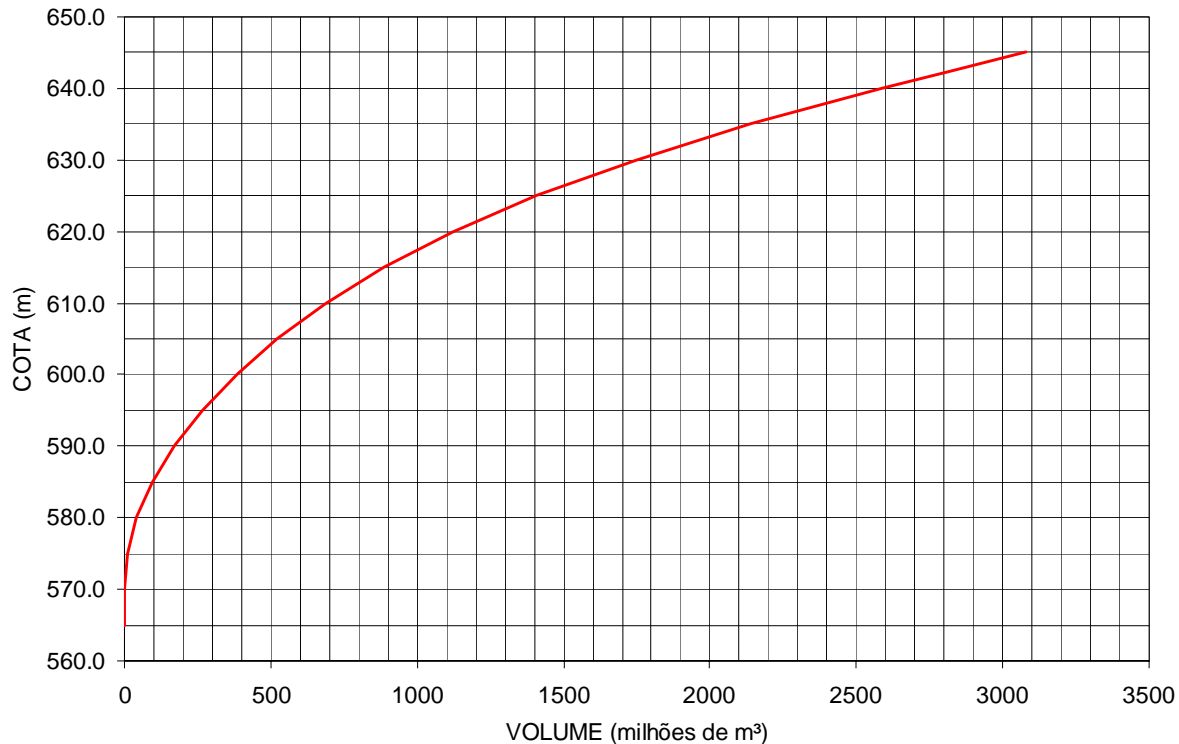
Cota (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Volume (milhões de m <sup>3</sup> )
565,00	0,00	0,00
570,00	0,57	0,95
575,00	3,73	10,5
580,00	8,87	41,1
585,00	12,40	94,0
590,00	17,80	169,0
595,00	21,60	267,0
600,00	25,30	385,0
605,00	29,70	522,0
610,00	36,20	687,0
615,00	43,00	884,0
620,00	51,90	1.121,0
625,00	62,60	1.407,0
630,00	72,90	1.745,0
635,00	83,90	2.137,0
640,00	94,10	2.582,0

**Figura 5.11 - UHE Mauá - Curva Cota-Área do Reservatório**





**Figura 5.12 - UHE Mauá - Curva Cota-Volume do Reservatório**



**5.7.2 Amortecimento de Cheias**

As dimensões do reservatório da UHE Mauá permitem o amortecimento das cheias afluentes a este empreendimento.

Os estudos de amortecimento de cheias foram efetuados com base nos hidrogramas de cheias apresentados nos itens 5.4.3 e 5.5.2, na curva cota-volume do reservatório apresentada na Tabela 2.16 e na curva de descarga do vertedouro apresentada no desenho VLB-MA-DE-310-13-001. Os estudos de amortecimento de cheias pelo vertedouro foram efetuados considerando o nível inicial do reservatório na El.635,00, correspondente ao nível máximo normal de operação da usina.

O amortecimento do hidrograma da cheia decamilenar, com pico de 8.213 m³/s, no reservatório da UHE Mauá resultou em uma vazão defluente máxima de 7.173 m³/s com o reservatório atingindo a El.636,50.

O amortecimento da Cheia Máxima Provável foi efetuado visando verificar se esta cheia, quando amortecida, atinge uma elevação inferior à cota de coroamento do muro de proteção da barragem (El.638,80), evitando o gálgamento da estrutura do barramento.

O hidrograma da Cheia Máxima Provável cuja vazão de pico é de 9.638 m³/s, foi amortecido no reservatório, resultando em uma vazão defluente máxima de 8.164 m³/s com o reservatório atingindo a El.638,20.

**UHE MAUÁ****5.7.3 Tempo de enchimento**

Os tempos de enchimento do reservatório da UHE Mauá foram avaliados a partir de uma análise de probabilidades com base na série de vazões médias mensais (Tabela 5.18) e na curva cota-volume do reservatório. Foram avaliados os tempos de enchimento considerando cada um dos anos do histórico de vazões disponíveis e aos resultados obtidos foram associadas probabilidades em função do número total de anos do histórico. Esse procedimento foi aplicado considerando o início do enchimento em cada um dos meses do ano. O volume afluente mensal foi determinado a partir das vazões médias mensais descontando-se a vazão sanitária de 18,8 m<sup>3</sup>/s.

Foram avaliadas as probabilidades de enchimento do reservatório até o nível mínimo operacional (El.626,00) e até o nível máximo normal (E.635,00). Os resultados destas análises são apresentados nas Figuras 5.13 e 5.14, respectivamente.

Verifica-se que com 50% de probabilidade, o reservatório da UHE Mauá irá demorar de 65 a 95 dias para atingir o nível mínimo operacional (EL.626,00) dependendo do mês em que seja iniciado o enchimento. No caso do nível máximo normal, com esta mesma probabilidade de 50%, este nível será atingido entre 90 e 125 dias, dependendo do mês de início do enchimento.

Figura 5.13 - Probabilidades de Enchimento do Reservatório até a El.626,0

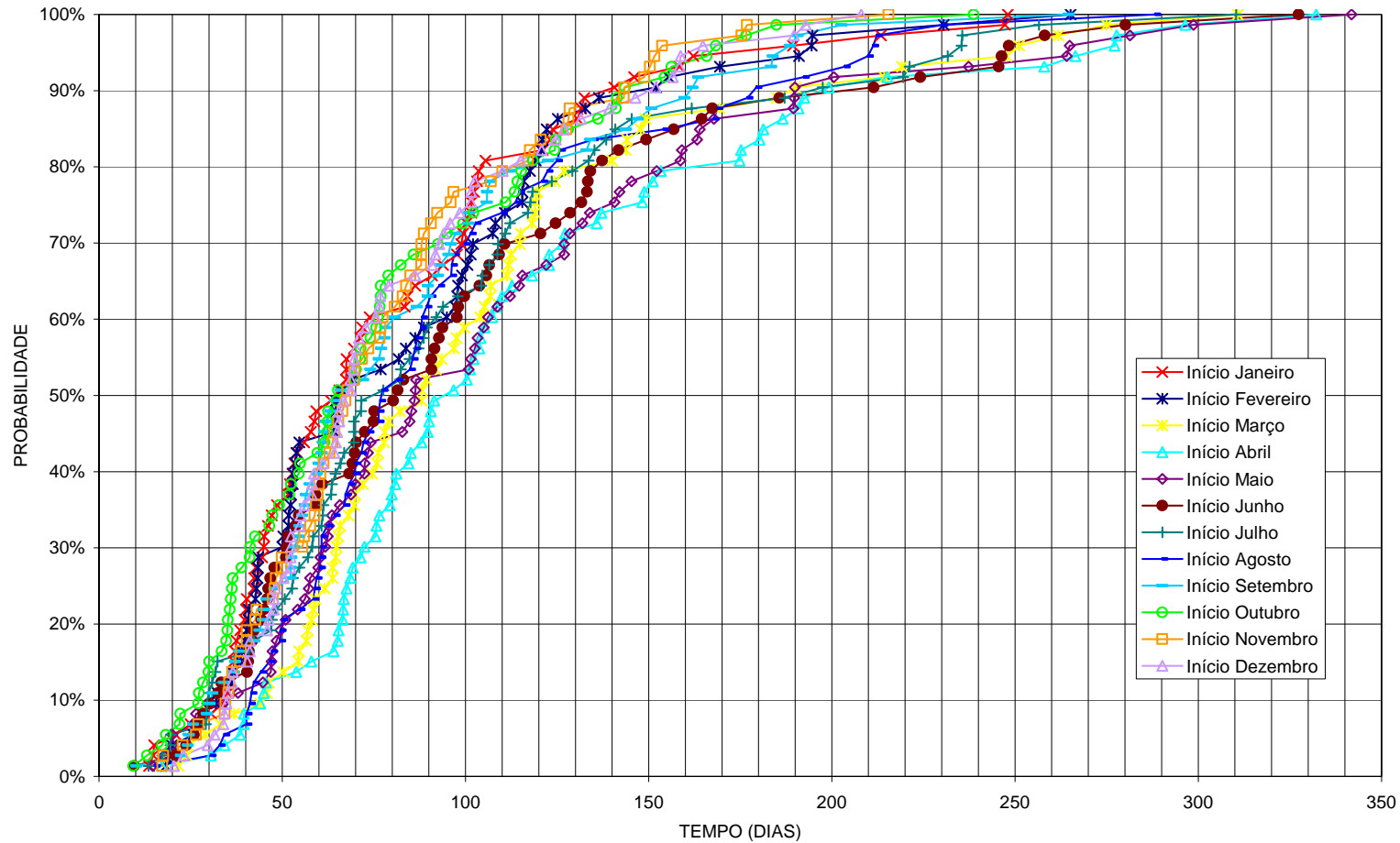
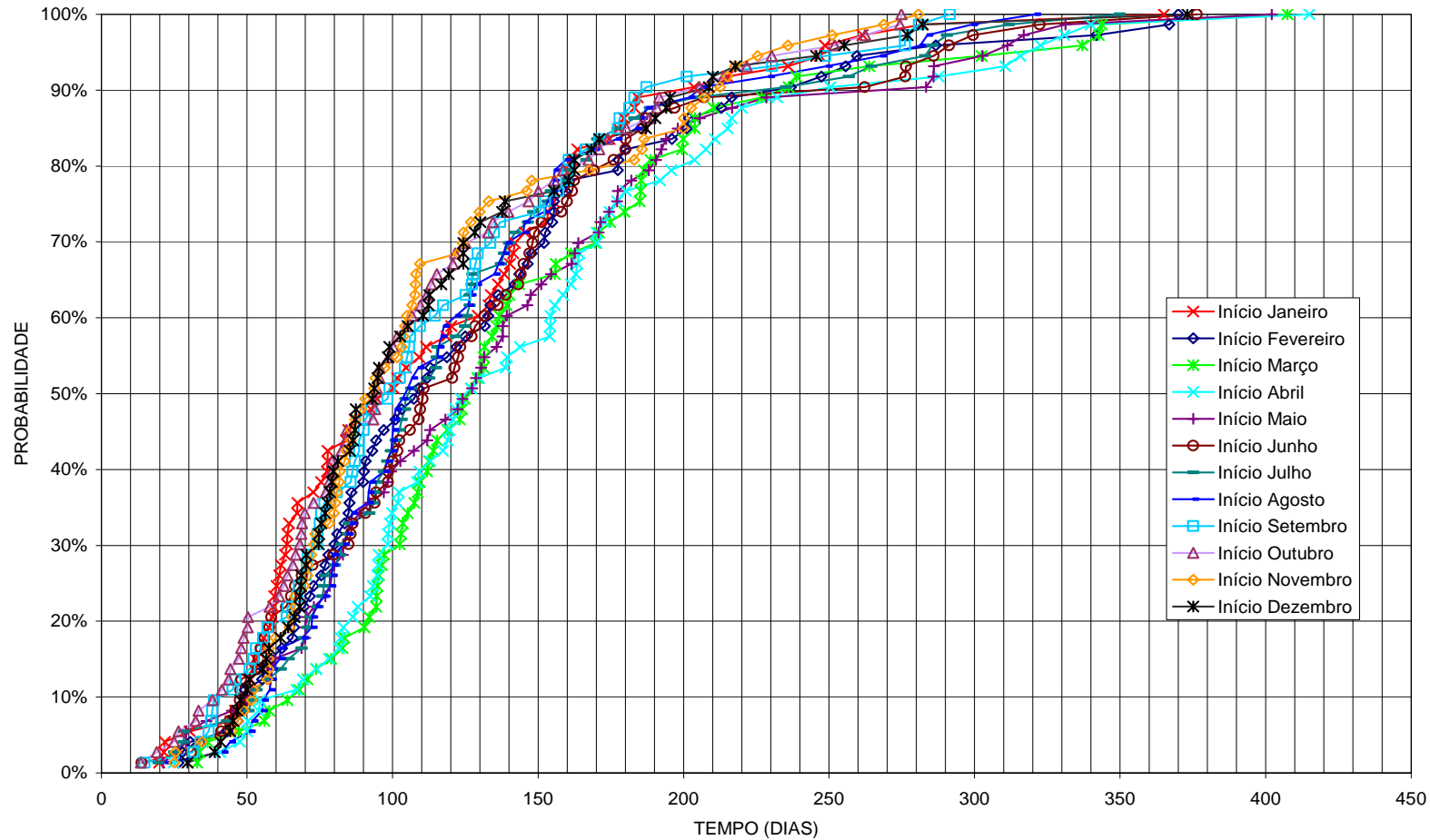


Figura 5.14 - Probabilidades de Enchimento do Reservatório até a El.635,0



## UHE MAUÁ

### 5.7.4 Tempo de residência

O tempo de residência foi determinado pela razão entre o volume do reservatório no nível de água máximo normal (2.137 milhões de m<sup>3</sup> na El.635,0) e a vazão média de longo termo (279 m<sup>3</sup>/s), resultando em 88,6 dias.

### 5.7.5 Estudo de Remanso

#### Estudos Anteriores

Nos Estudos de Viabilidade foram calculadas as curvas de remanso ao longo do reservatório da UHE Mauá considerando as condições naturais do rio e a situação com a barragem operando com seu nível máximo normal na El.642,50. Foram feitos cálculos para a vazão média de longo termo e para as vazões com períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos.

O trecho analisado compreendia a seção do eixo da barragem e a seção onde está prevista a implantação da UHE Telêmaco Borba, nas proximidades da cidade de Telêmaco Borba, abrangendo um trecho de rio com cerca de 84 km de extensão.

Para a elaboração do estudo foram utilizadas 17 seções transversais obtidas a partir de levantamento topobatimétrico feito ao longo do trecho, em 2002, além de 15 seções transversais, intermediárias às levantadas, obtidas a partir da restituição aerofotogramétrica da área do reservatório.

O modelo de remanso foi calibrado através do ajuste do coeficientes de rugosidade da calha, com base na vazão de 2.980 m<sup>3</sup>/s e no correspondente nível de água na região da ponte sobre o rio Tibagi, em Telêmaco Borba, observados durante a cheia de maio e junho de 1983.

Os estudos de remanso concluíram pela necessidade de relocação da ponte situada próximo a Telêmaco Borba, uma vez que, com a implantação do reservatório na El.642,50, cheias com período de retorno de 100 anos atingiriam o tabuleiro, cuja face inferior está na elevação 645,10 m.

#### Estudos Atuais

Com o rebaixamento da cota de operação normal do reservatório da UHE Mauá para a El.635,00, foi necessário refazer os estudos de remanso para a situação com a barragem concluída.

Para isto, foram utilizadas as 17 seções topobatimétricas utilizadas nos estudos anteriores. Adicionalmente, foi utilizada a seção transversal do posto fluviométrico Telêmaco Borba, localizado cerca de 500 m a montante da seção 17.

Para o cálculo do remanso, foi utilizado o software HEC-RAS, versão 4 beta, do U.S. Army Corps of Engineers. Este software é distribuído gratuitamente pela USACE, e permite realizar análises unidimensionais tanto de escoamentos permanentes como não permanentes, através do Standart Step Method

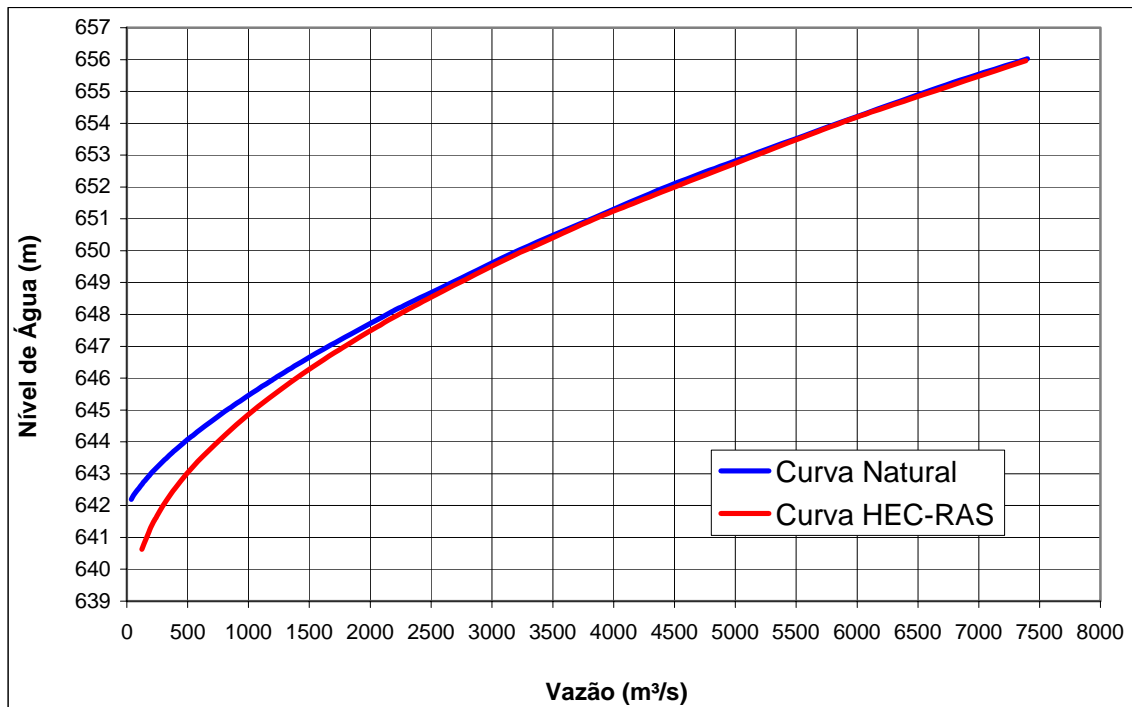
As vazões utilizadas no estudo de remanso foram as vazões de cheia com períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, além da vazão média de longo termo, apresentadas neste relatório. Estas vazões são referentes a condição de jusante, ou seja, à seção natural do rio Tibagi a jusante da barragem da UHE Mauá. Adicionalmente, foram utilizadas outras vazões, de maneira a garantir uma boa curva

**UHE MAUÁ**

de descarga nas seções de interesse. As vazões para as outras seções ao longo do reservatório foram determinadas a partir de relação entre áreas de drenagem.

O modelo do remanso foi calibrado utilizando-se a curva de descarga do posto Telêmaco Borba, localizado na última seção deste estudo de remanso, através do ajuste dos coeficientes de Manning da calha e das margens. A figura 5.15 apresenta a calibragem efetuada, comparando a curva de descarga do posto Telêmaco Borba com a curva de descarga no mesmo local calculada pelo programa.

**Figura 5.15 – Calibragem do Modelo de Remanso**



A diferença verificada no gráfico para as vazões baixas pode ser plenamente justificada pela presença de controles não identificados nas seções interpoladas pelo programa. Estes controles atuam nas vazões baixas, elevando o nível de água. Para vazões mais altas, estes controles caminham para jusante e o modelo fornece resultados mais precisos.

Os coeficientes de Manning utilizados para esta calibragem foram de 0,041 para a calha do rio e 0,082 para as margens. Estes coeficientes estão de acordo com as inspeções visuais e com as bibliografias, em especial, *Open Channel Flow*, de Ven Te Chow. A figura 5.16 apresenta o remanso do rio Tibagi em suas condições naturais, sem a influência do reservatório da UHE Mauá.

A Tabela 5.17 apresenta os dados das seções transversais utilizadas no estudo de remanso, sendo eles sua denominação, a cota do fundo, a distância ao longo do canal principal até a seção de jusante e a distância acumulada do canal principal até a primeira seção de jusante. São indicadas também as seções correspondentes aos eixos das barragens das UHEs Mauá e Telêmaco Borba e à ponte sobre o rio Tibagi

---

**UHE MAUÁ**

situada em Telêmaco Borba. As distâncias ao longo do canal principal, entre as seções, foram obtidas diretamente da restituição aerofotogramétrica.

Foram calculadas as curvas de remanso para as situações com e sem reservatório. Estes cálculos foram efetuados considerando o reservatório na El.635,00 para as vazões até 1.000 anos de tempo de recorrência e na El.636,50 no caso da cheia decamilenar. Todos os cálculos de remanso consideraram as vazões afluentes ao reservatório.

Os resultados dos estudos de remanso com o reservatório da UHE Mauá operando com o nível máximo normal na El.635,00 m são apresentados na Tabela 5.18 e na Figura 5.17.



Tabela 5.17 - Seções Transversais Utilizadas no Estudo de Remanso

Seção	Cota do Fundo (m)	Distância (m)		Observações
		entre seções	acumulada	
Seção 6 - Sítio	559,94	0	0	UHE Mauá
Seção 1	567,57	9.224	9.224	
Seção 2	571,88	6.644	15.868	
Seção 3	574,28	13.123	28.991	
Seção 4	582,02	6.952	35.943	
Seção 5	603,18	9.899	45.842	
Seção 6	604,53	7.902	53.744	
Seção 7	617,27	12.261	66.005	
Seção 8	621,48	3.798	69.803	
Seção 9	616,47	809	70.612	
Seção 10	614,61	711	71.323	
Seção 11	626,19	946	72.269	
Seção 12	625,59	444	72.713	
Seção 13	630,31	998	73.711	
Seção 14	626,29	416	74.127	Ponte
Seção 15	631,66	964	75.091	
Seção 16	634,94	2.822	77.913	
Seção 17	634,18	1.764	79.677	UHE Tel. Borba
Seção 18	637,66	500	80.177	Posto Tel. Borba

Tabela 5.18 – Curvas de Remanso do Reservatório da UHE Mauá

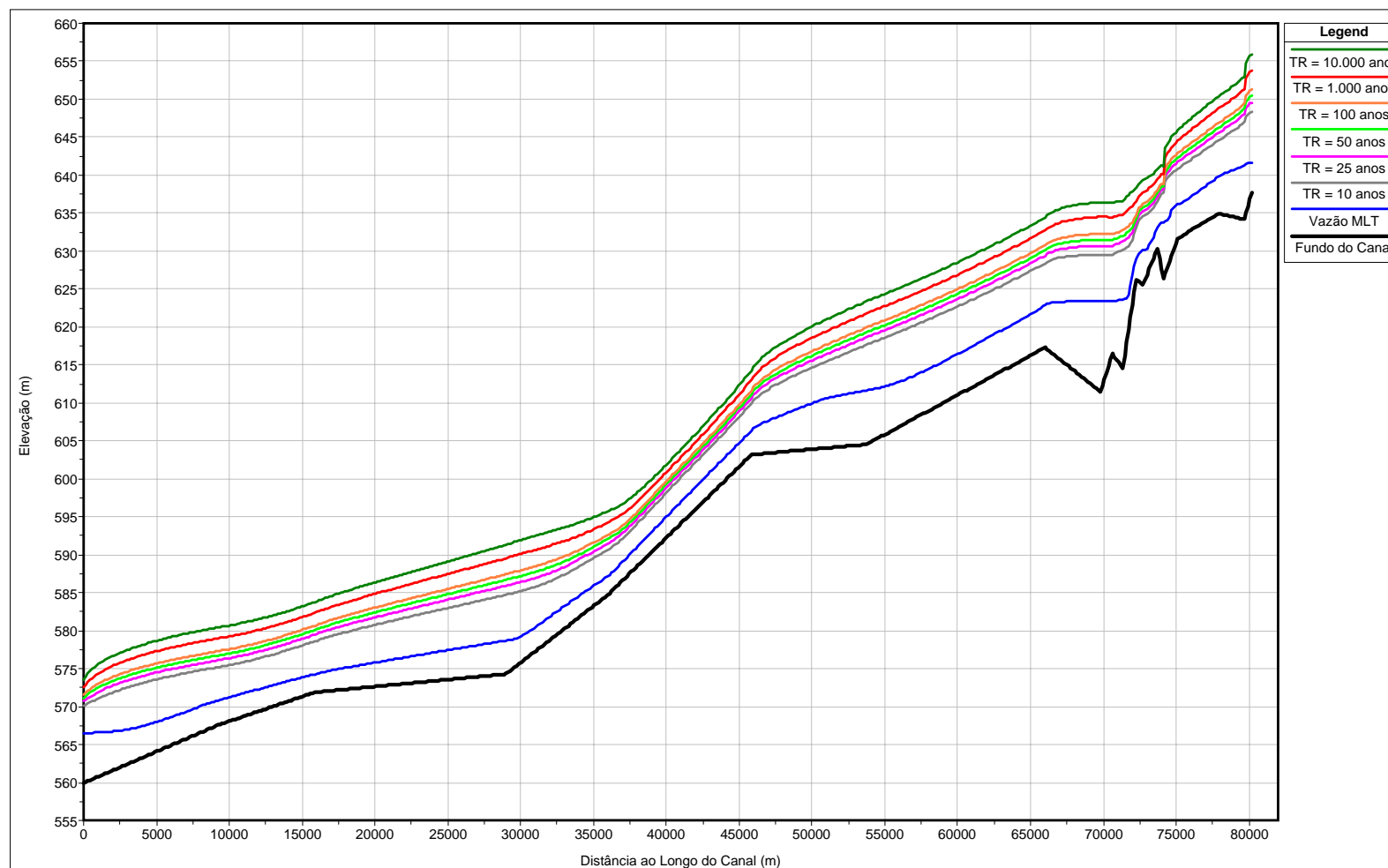
Seção	Cota do Fundo (m)	Q=279 m³/s		Q=2.630 m³/s (TR=10 anos)		Q=3.931 m³/s (TR=50 anos)	
		N.A. Natural	Reserv. El.635,0	N.A. Natural	Reserv. El.635,0	N.A. Natural	Reserv. El.635,0
Seção 6 - Sítio	559,94	566,51	635,00	570,07	635,00	571,15	635,00
Seção 1	567,57	570,82	635,00	575,19	635,00	576,73	635,00
Seção 2	571,88	574,28	635,00	578,60	635,00	580,10	635,00
Seção 3	574,28	578,68	635,00	584,73	635,00	586,69	635,00
Seção 4	582,02	587,13	635,00	590,65	635,00	592,02	635,01
Seção 5	603,18	606,36	635,00	609,93	635,01	611,16	635,02
Seção 6	604,53	611,65	635,00	617,65	635,04	619,28	635,09
Seção 7	617,27	622,87	635,00	628,37	635,34	630,09	635,73
Seção 8	621,48	623,36	635,01	629,53	635,53	631,52	636,12
Seção 9	616,47	623,38	635,01	629,52	635,52	631,49	636,10
Seção 10	614,61	623,65	635,01	630,12	635,55	631,99	636,16
Seção 11	626,19	628,98	635,01	633,14	635,82	634,22	636,63
Seção 12	625,59	630,10	635,01	634,50	636,11	635,68	637,07
Seção 13	630,31	633,02	635,05	636,56	637,03	637,64	638,13
Seção 14	626,29	633,77	635,12	637,63	637,77	638,56	638,75
Seção 15	631,66	636,14	636,33	640,84	640,84	642,31	642,30
Seção 16	634,94	639,79	639,79	644,58	644,58	646,26	646,26
Seção 17	634,18	641,29	641,29	646,98	646,98	648,76	648,76
Seção Posto Tel. Borba	637,66	641,70	641,70	648,27	648,27	650,47	650,47

Tabela 5.18 – Curvas de Remanso do Reservatório da UHE Mauá - (Continuação)

Seção	Cota do Fundo (m)	Q=4.491 m³/s (TR=100 anos)		Q=6.352 m³/s (TR=1.000 anos)		Q=7.173 m³/s (TR=10.000 anos)	
		N.A. Natural	Reserv. El.635,0	N.A. Natural	Reserv. El.635,0	N.A. Natural	Reserv. El.635,5
Seção 6 - Sítio	559,94	571,49	635,00	572,56	635,00	573,61	636,50
Seção 1	567,57	577,31	635,00	578,99	635,01	580,44	636,51
Seção 2	571,88	580,67	635,00	582,34	635,01	583,77	636,51
Seção 3	574,28	587,42	635,01	589,52	635,02	591,30	636,52
Seção 4	582,02	592,55	635,01	594,20	635,03	595,7	636,54
Seção 5	603,18	611,63	635,03	613,02	635,05	614,22	636,58
Seção 6	604,53	619,91	635,12	621,76	635,24	623,36	636,83
Seção 7	617,27	630,74	635,93	632,69	636,72	634,4	638,59
Seção 8	621,48	632,28	636,42	634,52	637,54	636,45	639,56
Seção 9	616,47	632,24	636,39	634,45	637,49	636,35	639,50
Seção 10	614,61	632,69	636,46	634,78	637,56	636,58	639,51
Seção 11	626,19	634,72	637,02	636,52	638,40	638,31	640,46
Seção 12	625,59	636,14	637,50	637,69	638,95	639,26	640,91
Seção 13	630,31	638,07	638,59	639,44	640,04	640,78	641,77
Seção 14	626,29	638,90	639,13	640,08	640,32	641,17	641,76
Seção 15	631,66	642,87	642,86	644,51	644,49	645,95	645,93
Seção 16	634,94	646,90	646,89	648,78	648,77	650,40	650,39
Seção 17	634,18	649,43	649,43	651,36	651,36	652,98	652,98
Seção Posto Tel. Borba	637,66	651,31	651,31	653,80	653,80	655,96	655,96

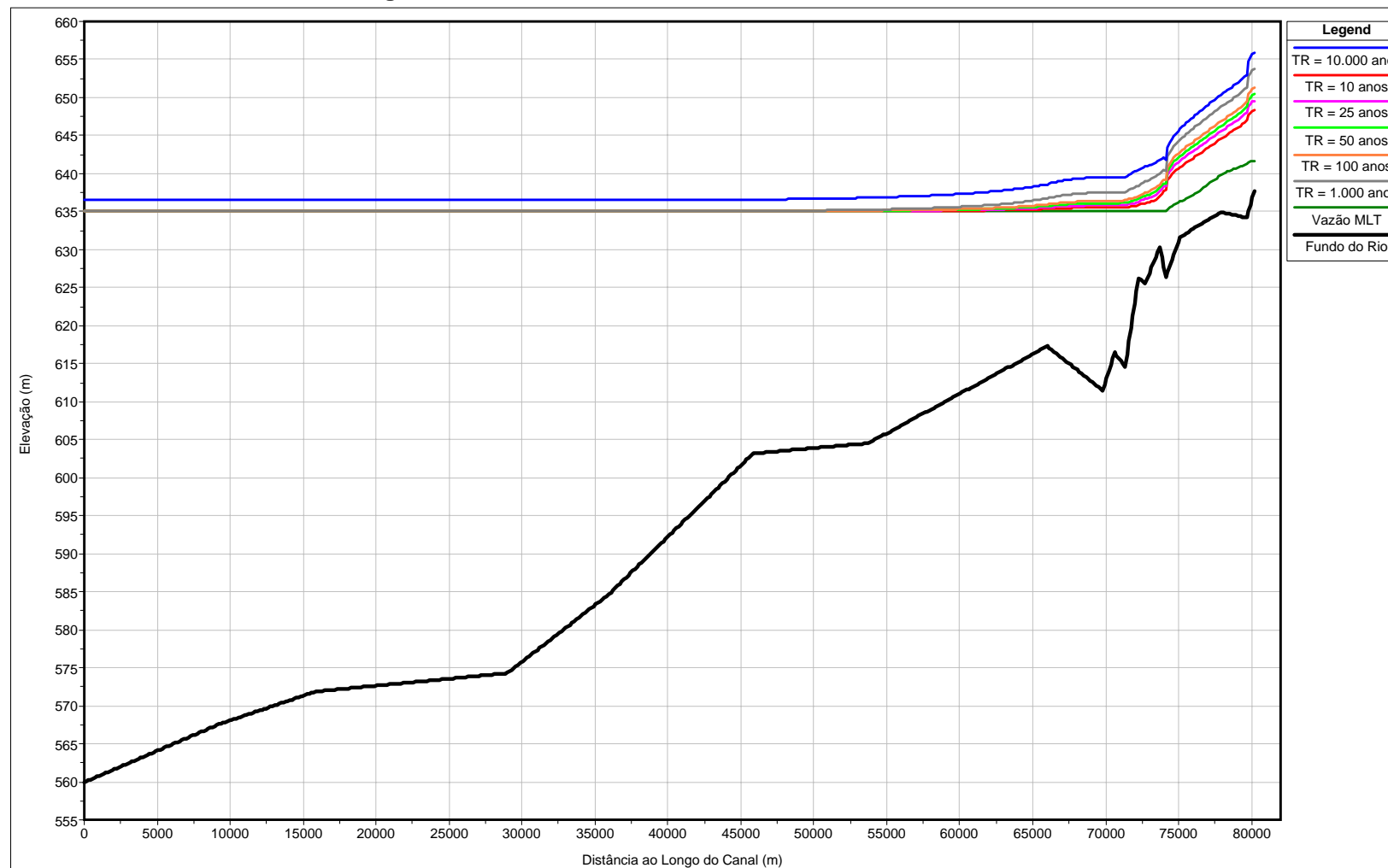
**UHE MAUÁ**

**Figura 5.16 – Remanso Natural do Rio Tibagi**



**UHE MAUÁ**

**Figura 5.17 – Curvas de Remanso do Reservatório da UHE Mauá**



**UHE MAUÁ**

## 5.7.6 Vida Útil

Nos Estudos de Viabilidade, efetuados pelo CNEC em 2004, o transporte de sedimentos ao reservatório da UHE Mauá foi avaliado a partir de dados de transporte de sólidos em suspensão das estações da bacia do rio Tibagi que constam da Tabela 5.19.

**Tabela 5.19 - Estações com medição de sólidos em suspensão no Rio Tibagi**

Código	Estação	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Período de dados de sedimentos em suspensão	Número de medições
64465000	Tibagi	8.948	04/77-09/01	108
64491000	Barra Ribeirão das Antas	15.600	09/90-12/00	63

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. A média anual de afluência de sedimentos resultante para o local da UHE Mauá foi de 560.108 toneladas. A afluência específica resultou em 36,3 ton/km<sup>2</sup>.ano.

O valor da eficiência de retenção de sedimentos foi estimado pela curva de *Brune*, resultando em 92%. O deflúvio médio no reservatório da UHE Mauá foi estimado em 560.327 toneladas anuais.

Numa projeção simples, considerando constante ao longo do tempo o deflúvio médio anual e a eficiência de retenção (ano inicial), o tempo necessário para assoreamento do volume situado abaixo da soleira da tomada de água da UHE Mauá, situada na elevação 605,00 m, é da ordem de 1.000 anos. Este valor não considera a redistribuição de sedimentos ao longo do reservatório no decorrer de sua utilização.

Para o estudo de reavaliação das curvas cota-área e cota-volume, foi duplicado o valor do volume de sedimentos anuais afluentes ao reservatório da UHE Mauá. Esta recomendação da Eletrobrás visa a precaução contra possíveis mudanças por ações antrópicas sobre a bacia.

Após 100 anos de deflúvio sólido o depósito de sedimentos atingirá a elevação de 583,60 m. Na Tabela 5.20 estão apresentados os novos valores das curvas Cota-Área-Volume do reservatório de Mauá após 100 anos.

**Tabela 5.20 – UHE Mauá - Área e Volumes do Reservatório Atuais e Após 100 anos**

<b>Cota (m)</b>	<b>Área Atual (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área após 100 anos (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume Atual (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume após 100 anos (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</b>
565,00	0,00	0,00	0,00	0,00
570,00	0,57	0,00	0,95	0,00
575,00	3,73	0,00	10,5	0,00
580,00	8,87	0,00	41,1	0,00
585,00	12,4	0,00	94,0	0,00
590,00	17,8	8,03	169	73,7
595,00	21,6	16,0	267	172
600,00	25,3	22,2	385	289
605,00	29,7	22,2	522	289
610,00	36,2	26,9	687	427
615,00	43,0	31,6	884	591
620,00	51,9	37,8	1.121	789
625,00	62,6	46,7	1.407	1.026
630,00	72,9	57,8	1.745	1.312
635,00	83,9	67,7	2.137	1.650
636,50	86,9	70,7	2.265	1.731
638,00	90,0	74,7	2.398	1.853
640,00	94,1	80,1	2.582	2.042

### 5.7.7 Borda Livre

O objetivo desta memória de cálculo é verificar a altura de borda livre da barragem da UHE Mauá, acima do nível de água máximo maximorum do reservatório, para evitar a transposição da crista da barragem pelas ondas provocadas pela ação de ventos sobre o reservatório.

A borda livre das estruturas foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Saville et alli. Nesta metodologia a borda livre é determinada em função da altura de onda gerada pelo efeito continuado do vento sobre o reservatório.

Os parâmetros necessários para o cálculo da altura de onda consistem basicamente na determinação do vento crítico, na determinação do “fetch” efetivo e da profundidade média do reservatório ao longo do “fetch”.

Para efeito de estimativa de formação de ondas no reservatório de Mauá, necessário para a definição da borda livre das estruturas da barragem, foi considerado um vento crítico de 115 km/ h com duração superior a duas horas.

O critério adotado para determinação do “fetch” foi o critério da máxima distância a partir da barragem ao longo do reservatório, ou seja, a máxima extensão da superfície de água a ser percorrida pelo vento.



**Tabela 5.21 – Parâmetros adotados para o cálculo**

Velocidade do vento (sobre a terra)	115,0 km/h
Duração do Vento	2 horas
Profundidade média do reservatório ao longo do “fetch”	65 m

A Figura 5.18 e a Tabela 5.22 mostram o cálculo para determinação do ‘fetch’ efetivo do reservatório.

**Figura 5.18 - Determinação do ‘fetch’ efetivo**

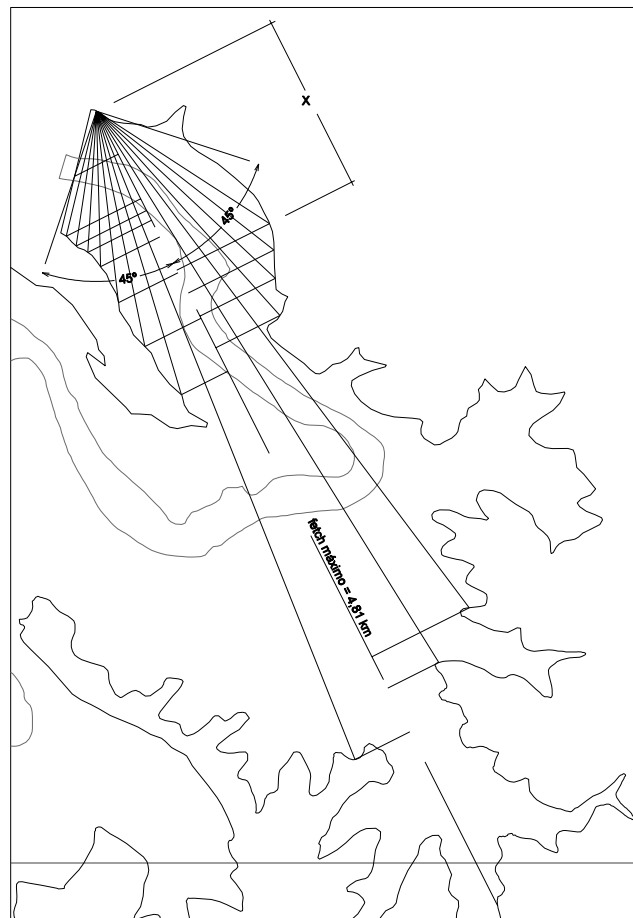


Tabela 5.22 – Cálculo do ‘fetch’ efetivo

$\alpha$ (°)	$\cos(\alpha)$	X (km)	X.cos( $\alpha$ )
45	0,707	0,004	0,003
40	0,766	0,008	0,006
35	0,819	0,03	0,025
30	0,866	0,96	0,831
25	0,906	1,1	0,997
20	0,940	1,24	1,165
15	0,966	1,43	1,381
10	0,985	3,3	3,250
5	0,996	3,49	3,477
0	1,000	4,81	4,810
5	0,996	3,75	3,736
10	0,985	1,57	1,546
15	0,966	1,25	1,207
20	0,940	0,98	0,921
25	0,906	0,76	0,689
30	0,866	0,66	0,572
35	0,819	0,6	0,491
40	0,766	0,53	0,406
45	0,707	0,26	0,184
<b>SOMA</b>	<b>16,903</b>		<b>25,697</b>

Onde “x” é o valor da projeção sobre o fetch máximo, entre o centro e a margem oposta.

$$F_e = \frac{\sum X'.\cos\alpha}{\sum \cos\alpha} = \frac{25,697}{16,903} = 1,52 \text{ km}$$

$$F_e = 0,946 \text{ milhas}$$

Cálculo da altura de onda:

Maré de vento:

$$Z_s = (V_a^2 \times F)/(1400 \times D)$$

Onde:  $Z_s$  = maré de vento, em pés

F = “Fetch” (máximo), em milhas

$V_a$  = velocidade do vento sobre a água, em milhas/hora

D = profundidade média do reservatório ao longo do “Fetch”, em pés

Altura de onda:

$$Z_w = 0,034 \times V_a^{1,06} \times F_e^{0,47}$$

Onde:  $Z_w$  = altura da onda, em pés

**UHE MAUÁ**

$F_e$  = “Fetch” efetivo, em milhas

A velocidade do vento sobre as águas é tomada a 7,6 m (25 pés) acima da superfície do lago. Através de correlações de  $V_a$  com velocidades de vento observadas sobre o solo ( $V$ ), tem-se, para o caso em estudo, a seguinte relação:

$$V_a = 1,13 \times V$$

Para uma maior segurança do projeto escolheu-se uma maior altura de onda ( $Z'$ ), segundo a tabela 5.23, considerando que apenas 10% das ondas de maior altura poderão superá-la.

**Tabela 5.23 – porcentagem de ondas excedentes as ondas de maior altura**

$Z'/Z_w$	1,67	1,40	1,27	1,12	1,07	1,02
Porcentagem de ondas > $Z'$	0,4	2	4	8	10	12

$$Z' = 1,07 \times Z_w$$

A subida relativa da onda sobre o talude ( $R/Z'$ ) é em função da altura de onda ( $Z'$ ) sobre o comprimento de onda ( $L_o$ ) pela inclinação do talude.

$$L_o = 5,12 \times T^2$$

Onde:  $L_o$  é o comprimento de onda, em pés  
 $T$  é o período das ondas, em segundos

O período das ondas é determinado em função do Fetch efetivo e a velocidade do vento sobre a água, sendo o valor obtido em ábaco.

Com os valores da relação altura de onda sobre comprimento de onda ( $Z'/L_o$ ) e inclinação do talude, pode ser determinado, através de ábaco, o valor da subida relativa de onda sobre o talude ( $R/Z'$ ).

Assim, a partir dos parâmetros adotados, o cálculo da maré de vento, da altura de onda e da subida de onda sobre o talude resultam nos seguintes valores:

**Maré de Vento:**

$$Z_s = 0,02 \text{ m}$$

**Altura de Onda:**

$$Z_w = 3,48 \text{ pés} = 1,06 \text{ m}$$

$$Z' = 3,72 \text{ pés} = 1,13 \text{ m}$$

## UHE MAUÁ

Para a barragem de enrocamento com núcleo de argila, tem-se a seguinte inclinação de talude:

$$1 \text{ H: } 0,625 \text{ V}$$

A partir dos ábacos citados anteriormente, são obtidos os seguintes valores:

$$T=3,2 \text{ s}$$

$$L_o=52,43 \text{ pés}$$

$$R/Z'= 1,18$$

O efeito do encontro da onda com o talude é multiplicado pela altura da onda:

$$R= 4,37 \text{ pés} = 1,33 \text{ m (Valor da altura de onda após subir o talude)}$$

A altura de onda é somada à maré de vento:

$$Z' + Z_s = 1,13 + 0,02 = 1,15 \text{ m, para a barragem em CCR}$$

$$R + Z_s = 1,33 + 0,02 = 1,35 \text{ m, para a barragem de enrocamento}$$

Para o caso da UHE Mauá, foi considerado um vento com velocidade sobre a água de 115,0 km/h (71,46 milhas/h), com duração superior a duas horas. O "fetch" efetivo calculado como sendo 1,52 km (0,946 milhas), e profundidade média do reservatório ao longo da área de influência de 65 m (213,25 ft).

Para a condição de cheia de projeto, em relação à barragem em CCR a altura de onda resultou em 1,15 m. Para a barragem de enrocamento a altura da onda resultou em 1,35 m.

Optou-se, assim, por definir a cota de proteção da barragem de CCR na El. 637,50 m, com execução de um muro parapeito de concreto de 1,30 m de altura, com função estrutural, atingindo a El. 638,80 m. A barragem de enrocamento, por sua vez, foi coroada na El.639,00 m.

### 5.8. CURVA-CHAVE NO CANAL DE FUGA

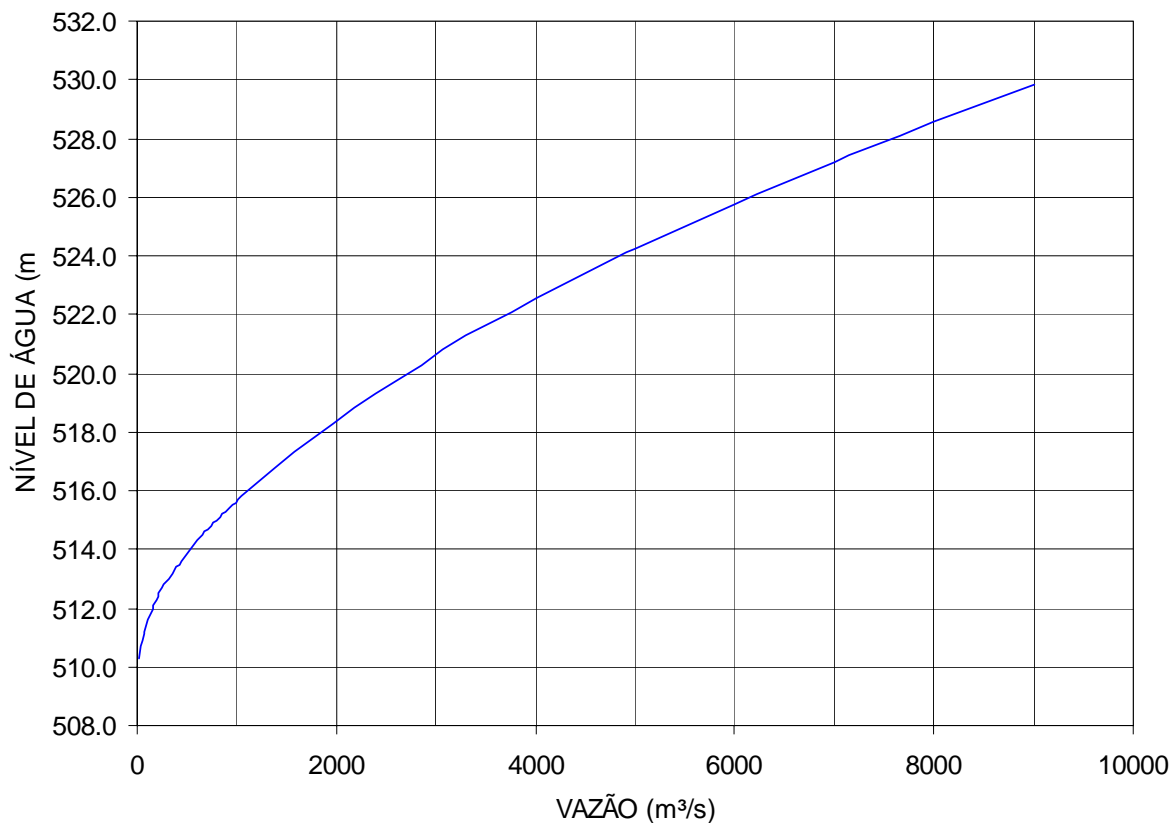
A curva-chave no canal de fuga da UHE Mauá foi definida nos Estudos de Viabilidade a partir da transferência da curva-chave da Estação Fluviométrica Barra Ribeirão das Antas, localizada a jusante.

Esta transferência foi efetuada acrescentando-se 0,62 m aos valores de nível de água da curva-chave da estação e mantendo-se a vazão. Dessa forma, estabeleceu-se a curva-chave apresentada na Tabela 5.21 e na Figura 5.16, que foi adotada para elaboração dos estudos de Projeto Básico.

Tabela 5.24 – Curva-Chave na no Canal de Fuga da UHE Mauá

Vazão (m³/s)	Cota (m)	Vazão (m³/s)	Cota (m)
0,0	510,40	2000,0	518,40
52,6	511,00	3000,0	520,60
157,9	512,00	4000,0	522,50
236,8	512,50	5000,0	524,25
342,1	513,00	6000,0	525,75
421,1	513,50	7000,0	527,20
526,3	514,00	7173,0	527,40
1000,0	515,70	8000,0	528,55
1105,3	516,00	9000,0	529,85
1842,1	518,00		

Figura 5.19 – Curva-Chave no Canal de Fuga da UHE Mauá



---

**UHE MAUÁ****6. ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS****6.1. DADOS EXISTENTES****6.1.1 Geológico-Geotécnicos**

Os dados pré-existentes, utilizados para substanciar este estudo, foram os textos e mapas contidos no Relatório da Revisão do Inventário Hidrelétrico do Rio Tibagi (COPEL, 1994), na dissertação de Levis (1988) e nos Estudos de Viabilidade da UHE Mauá (CNEC, 2004).

Para o mapeamento geológico foram utilizados como base o Mapa Geológico do Estado do Paraná (1986), além dos perfis geológico-geotécnicos individuais (logs) de antigas campanhas de sondagens executadas na região (1997 e 2002).

**6.2. LEVANTAMENTOS EXECUTADOS****6.2.1 Geológico-Geotécnicos**

Basicamente as informações utilizadas na verificação das condições de fundação das estruturas do empreendimento foram obtidas através do mapeamento geológico de superfície, da inspeção visual dos afloramentos das diversas litologias e da análise dos testemunhos das sondagens executadas.

Na fase atual dos estudos da UHE Mauá, adicionalmente aos dados pré-existentes constantes nos estudos de viabilidade, foram executados 35 furos de sondagem percussiva, 4 furos de sondagem rotativa e 19 furos de sondagem mista, com descrição dos perfis geológicos encontrados em cada furo e sua classificação geotécnica. Estas campanhas de sondagem estão apresentadas no Desenho VLB-MA-DE-310-12-010.

A pesquisa de jazida de solo e ensaios geotécnicos específicos para caracterização dos materiais de fundação não foram realizados nesta fase. Os parâmetros geotécnicos utilizados foram baseados em dados bibliográficos e referências de outras obras executadas em ambientes similares, que serão necessariamente confirmados a partir de ensaios de caracterização a partir de amostras existentes no local do empreendimento.

**6.3. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS****6.3.1 Geomorfologia da Bacia Hidrográfica**

O rio Tibagi inicia o seu curso no Segundo Planalto Paranaense, especificamente na escarpa Devoniana, formada por arenitos da Formação Furnas e do Grupo Itararé, atravessando as demais unidades sedimentares da Bacia do Paraná, até atingir a escarpa formada pelos basaltos da Formação Serra Geral, que dá início ao Terceiro Planalto Paranaense, adentrando nestes terrenos até a sua foz, no rio Paranapanema.

Nas litologias da Formação Furnas e do Grupo Itararé, a morfologia típica se traduz por colinas suavemente onduladas fortemente entalhadas por cursos de água, por

## UHE MAUÁ

vezes formando verdadeiros *canyons*. Outras vezes, os vales são largos, com extensos depósitos aluvionares.

Nas formações sedimentares sobrepostas a estas, o relevo é caracterizado por uma topografia mais acidentada, com os diques de diabásio longos e estreitos tendo influência marcante no relevo regional. Em geral, formam cristas bem nítidas na topografia orientadas quase sempre na mesma direção (NW). O relevo indica uma evolução essencialmente erosiva, assinalada pela presença de pequenos saltos e numerosas corredeiras, além da forte inclinação das encostas. Os saltos geralmente são formados por *sills* ou diques de diabásio, que cortam ortogonalmente a calha do Tibagi, provocando um estreitamento do rio nestes cruzamentos. Logo a jusante dos diques é comum se observar o alargamento do canal fluvial, dando origem a poços mais profundos, onde podem ocorrer aluviões mais espessos, eventualmente auríferos e/ou diamantíferos.

O Terceiro Planalto Paranaense é talhado em basaltos, capeados a noroeste por sedimentos mesozóicos (arenito Caiuá) e apresenta-se como um grande plano inclinado para oeste. Tem seus limites a leste pela Serra da Esperança, onde atinge altitudes de 1.100 a 1.250 m, e a oeste pelo vale do rio Paraná, onde sua altitude fica em torno dos 300 m. A feição dominante é a de uma série de patamares superpostos devido à sucessão de derrames basálticos, ressaltados pela erosão diferencial e pelo desnível dos blocos falhados. Os topos dos patamares formam largas superfícies abauladas, porém terminam por encostas de acentuado declive sobre os vales principais, fortemente encaixados. Estas encostas muitas vezes apresentam uma série de degraus correspondentes a diferentes derrames ou a variações na estrutura das rochas. Os rios esculpiram, na região, vales ora mais abertos, formando lajeados e dando origem a corredeiras, saltos e cachoeiras, ora mais fechados, formando *canyons*.

### 6.3.2 Geologia da Bacia Hidrográfica

Geologicamente, a bacia do rio da Tibagi está inserida quase integralmente sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, a não ser alguns de seus formadores que iniciam seus cursos em terrenos pré-devonianos.

Os limites atuais da bacia podem ser de natureza erosional ou de origem tectônica (grandes arcos ou soerguimentos). No primeiro caso, os sedimentos simplesmente afinam ou são suavemente afinados por erosão, sem interferência de qualquer atividade tectônica. O segundo caso, de erosão decorrente de ação de grandes arcos ou soerguimentos, é mais comum, e já iniciou nos primórdios da formação da bacia, provavelmente no Devoniano inferior, como resposta flexural da crosta aos primeiros movimentos orogênicos da margem ocidental da América do Sul.

O Mapa Geológico Regional apresentado no Desenho VLB-MA-DE-310-12-001 mostra a distribuição das diferentes unidades litoestratigráficas da região, e foi preparado durante os levantamentos de campo, utilizando como base no Mapa Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1986).

#### Litoestratigrafia

A estratigrafia da Bacia do Paraná consiste, basicamente, de cinco seqüências deposicionais principais, que variam, em idade, do Siluriano ao Cretáceo. São denominadas de: Seqüência Siluriana, Devoniana, Permo-Carbonífera, Triássica e Juro-Cretácea. O preenchimento sedimentar da bacia é essencialmente siliciclástico,



## UHE MAUÁ

sendo capeado pelo mais volumoso derrame de lavas basálticas sobre crosta continental do planeta.

As três seqüências paleozóicas representam ciclos quase completos de transgressão-regressão marinha. A Seqüência Siluriana não tem representantes na área da bacia hidrográfica do rio Tibagi.

A Seqüência Devoniana é representada pela Formação Ponta Grossa. Esta seqüência inicia-se geralmente por arenitos transgressivos basais, passando gradacionalmente a folhelhos marinhos que se enriquecem gradativamente para o topo, em matéria orgânica.

A Seqüência Permo-Carbonífera inicia-se com depósitos continentais da base do Grupo Itararé, que rapidamente passam a marinhos. A influência glacial é muito forte nesta época. Muito embora o nível do mar continue a subir cobrindo toda a bacia, uma importante retrogradação é registrada na área do "Mar Itararé". Uma cunha de depósitos clásticos arenosos invade este mar e o cobre sob a forma de possantes pacotes deltáicos (Formação Rio Bonito). Uma vez cessado este influxo, os sedimentos voltam a indicar transgressão marinha (Formação Palermo), que atinge um máximo de expressão areal durante a deposição dos folhelhos betuminosos da Formação Irati. A seqüência regressiva que se segue é exibida pelas Formações Teresina, Rio do Rasto e Corumbataí (esta ausente na bacia do Tibagi) (ZALÁN *et alli*, 1987).

O mar não mais retomou à Bacia do Paraná. As seqüências mesozóicas são estritamente continentais. A Seqüência Triássica (Formação Pirambóia) consiste de uma variada alternância de ambientes lacustres, fluviais e eólicos, enquanto a Seqüência Juro-Cretácea representa um gigantesco campo de dunas arenosas (Formação Botucatu), seguindo uma tendência mundial da época. Este imenso deserto é coberto pelo maior derrame de lavas basálticas (com termos ácidos e intermediários) da Terra. A fase das lavas marca importante período de subsidência e estruturação da bacia.

Na Tabela 6.1 - Coluna Estratigráfica Simplificada é apresentado o empilhamento estratigráfico simplificado, válido para a bacia do rio Tibagi, acompanhado de uma breve descrição das litologias mais características de cada unidade. Esta coluna baseia-se na coluna estratigráfica de SCHENEIDER *et alli* (1974).

Tabela 6.1 – Coluna Estratigráfica Simplificada

ERA	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIAS
Cenozóico	Quaternário			Sedimentos aluvionares, coluvionares e tálus.
Mesozóico	Jurássico-Cretáceo	São Bento	Serra Geral	Derrames de basaltos. Rochas vulcânicas intermediárias a ácidas (Membro Nova Prata). Diques e <i>sills</i> de diabásio.
			Botucatu	Arenitos avermelhado e amarelado, fino a médio, com estratificação cruzada.
	Triássico		Pirambóia	Arenitos finos a médios, esbranquiçados, arenitos conglomeráticos, com estratificação cruzada.
Paleozóico	Permiano	Passa Dois	Rio do Rasto	Siltitos e folhelhos arroxeados e esverdeados com lentes de arenito (Membro Morro Pelado) Siltitos, siltitos arenosos com fratura conchoidal e arenitos (Membro Serrinha)
			Teresina	Siltitos cinza-esverdeados, estratificação microrritmada com gretas de contração, arenitos finos e calcários.
			Serra Alta	Siltitos e argilitos cinza escuros.
			Irati	Folhelho cinza escuro, folhelho pirobetuminoso, calcário (Membro Assitência). Siltitos e folhelhos cinza escuros (Membro Taquaral).
		Guatá	Palermo	Siltito arenoso cinza esverdeado e amarelado.
			Rio Bonito	Arenitos finos com leitos de carvão (Membro Siderópolis). Arenitos, siltitos esverdeados, calcários (Membro Paraguaiçu). Arenitos com camadas de siltitos e carvão (Membro Triunfo).
		Itararé	Rio do Sul	Rochas argilosas, turbiditos siltico-arenoso com diamictitos no topo.
			Mafra	Arenitos maciços amarelados, diamictitos, conglomerados, varvitos, folhelhos pretos.
		Carbonífero		Campo do Tenente
	Devoniano	Paraná	Ponta Grossa	Folhelhos e siltitos cinza escuros a pretos, com intercalações de arenitos.
			Furnas	Arenito branco, médio a grosseiro, por vezes conglomerático, com estratificação cruzada. Finas intercalações argilosas.
	Rochas pré-devonianas			

A seguir é apresentada uma breve descrição de cada uma das unidades geológicas encontradas na bacia do rio Tibagi.

a) Grupo Paraná

- Formação Furnas

Esta Formação assenta-se discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino, sendo recoberta, na maior parte da bacia, pelos sedimentos da Formação Ponta Grossa.

Consiste em arenitos esbranquiçados, localmente arroxeados, médios a grosseiros, regularmente selecionados, grãos angulares a subangulares, quartzosos e com matriz caulínica. Secundariamente ocorrem intervalos de pequena espessura de arenitos conglomeráticos, arenitos finos e siltitos argilosos, micáceos. Sua feição sedimentar

**UHE MAUÁ**

mais marcante é a estratificação cruzada acanalada, sendo encontrados também, localizadamente, estratificação cruzada planar e plano-paralela.

**- Formação Ponta Grossa**

A Formação Ponta Grossa consiste de folhelhos, folhelhos sílticos e siltitos cinza escuros a pretos, localmente carbonosos, fossilíferos, micáceos e com intercalações de arenitos cinza claro, finos a muito finos, micáceos. Sua estrutura sedimentar mais freqüente é a laminação plano-paralela. Em certos intervalos podem ser observada a presença de estratificação cruzada de pequeno porte, localmente acanalada, laminação cruzada, laminação flaser, marcas ondulares, bioturbação e estruturas de escorregamento. Esta unidade caracteriza-se por abundância de restos fósseis (trilobitas, braquiópodos e quitinozoários), indicando ondicações marinhas de deposição. Seu contato com o Grupo Itararé é marcado por discordância erosiva.

**b) Grupo Itararé**

O Grupo Itararé compreende a seqüência sedimentar de idade permocarbonífera cujos depósitos, caracterizados principalmente por diamictitos, refletem influências glaciais em seus diferentes ambientes deposicionais. Está representado pelas Formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul, que se traduzem, resumidamente em argilitos, ritmitos e diamictitos; arenitos esbranquiçados, amarelos e vermelhos com textura fina, média ou grosseira e argilitos, folhelhos e diamictitos, respectivamente.

**c) Grupo Guatá**

Este Grupo, representado pelas Formações Rio Bonito e Palermo, pode ser considerado o mais importante para os estudos, uma vez que as estruturas principais do Aproveitamento da UH Mauá serão implantadas em rochas pertencentes a estas formações.

**- Formação Rio Bonito**

A Formação Rio Bonito compreende o pacote sedimentar constituído por três unidades: o Membro Triunfo, o Membro Paraguaçu e o Membro Siderópolis. Estes são compostos, respectivamente, por sedimentos arenosos finos a médios com estratificação cruzada; seqüência de siltitos e folhelhos cinza, intercalados com camadas de arenitos finos e leitos de rochas carbonáticas; e arenitos finos a muito finos, cinza escuros, intercalados com leitos de argilitos e folhelhos carbonosos e com desenvolvimento local de camadas de carvão. Seu contato com a Formação Palermo é concordante.

**- Formação Palermo**

Esta formação consiste em uma seqüência de arenitos finos e arenitos sílticos cinza a cinza esverdeados apresentando localizadamente camadas de siltitos cinza. Estes sedimentos encontram-se normalmente bioturbados, resultando na quase completa destruição das estruturas sedimentares. Quando preservadas, caracterizam laminações cruzadas de muito pequeno porte. Seu contato superior, com a Formação Irati é concordante.

**d) Grupo Passa Dois**

Esta representado pelas Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro.

**- Formação Irati**

A Formação Irati, constituída de folhelhos e argilitos cinza escuro, folhelhos pirobetuminosos e calcários associados, está representada pelas unidades Taquaral e

**UHE MAUÁ**

Assistência, que se constituem em argilitos, folhelhos e siltitos cinza, com laminação paralela e por folhelhos cinza escuro, folhelhos pirobetuminosos associadas a calcários, respectivamente.

**- Formação Serra Alta**

A Formação Serra Alta é constituída por uma seqüência de argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuro a pretos, com fratura conchoidal e lentes e concreções calcíferas. A única estrutura sedimentar presente é a laminação paralela e seu contato com a Formação Teresina é concordante.

**- Formação Teresina**

Consiste em alternância de argilitos e folhelhos com siltitos e arenitos muito finos de coloração cinza claro. No terço superior, ocorrem, por vezes, calcários oolíticos e leitões de coquina.

Esta alternância dá origem à laminação flaser, característica típica desta formação. Além desta, é também comum a presença de laminação ondeada, microlaminação cruzada, fendas de ressecamento, marcas ondulares e diques de arenitos. Nas camadas carbonáticas é freqüente a ocorrência de oólitos e estruturas estromatolíticas.

**- Formação Rio do Rasto**

Está dividida nos Membros Serrinha e Morro Pelado.

O Membro Serrinha (base) é constituído de siltitos e arenitos finos esverdeados e arroxeados na base e argilitos e siltitos vermelhos com intercalações lenticulares de arenitos finos no topo. O Membro Morro Pelado (topo) é constituído por argilitos e siltitos avermelhados e arroxeados, com intercalações arenosas finas em forma de lentes.

A lenticularidade dos corpos arenosos torna-se a principal característica desta Formação, no entanto, a separação entre os membros nem sempre é possível, em trabalhos regionais.

**e) Grupo São Bento**

Está representado pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral.

**- Formação Pirambóia**

É constituída, basicamente, de arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados, médios a muito finos, silto-argilosos, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. Estratificação cruzada planar e acanalada, e estratificação plano-paralela nas porções siltico-argilosas são as estruturas sedimentares mais comuns.

**- Formação Botucatu**

A Formação Botucatu é constituída de arenitos rosados e avermelhados, de granulação predominantemente fina, eólicos, com grãos bem selecionados e arredondados. Suas estruturas sedimentares mais evidentes são a estratificação cruzada de grande amplitude, a estratificação plano-paralela e a estratificação cruzada acanalada. Estas estruturas ainda são bem mais visíveis nas camadas de solo residual jovem.

Seu contato com os derrames basálticos se dá de forma gradual, sendo freqüente a ocorrência de lentes/intercalações de arenito intertrapiano apresentando-se recozidos, resultado de metamorfismo de contato.

**UHE MAUÁ**

Os arenitos da Formação Botucatu estão presentes também no preenchimento de algumas fraturas na base da Formação Serra Geral, bem como em diques delgados de pequena penetração nos derrames inferiores, indicando a contemporaneidade dos derrames com a deposição do arenito.

**- Formação Serra Geral**

É constituída por rochas ígneas efusivas, principalmente basaltos. Compreende a seqüência de derrames de lavas basálticas com intercalações de lentes e camadas arenosas que capeiam as unidades sedimentares da Bacia do Paraná. Também pertencem a esta formação as grandes intrusões ígneas que ocorrem em toda região intercaladas com as rochas sedimentares na forma de diques e *sills* e as rochas vulcânicas intermediárias a ácidas.

Na área dos estudos há uma grande concentração de diques e *sills* de diabásio devido provavelmente à proximidade do alto estrutural denominado Arco de Ponta Grossa. No caso dos diques, essa grande concentração, costumeiramente chamada de enxames de diques, apresenta-se transpondo as formações sedimentares mais antigas com direção preferencial N40°-60°W, com espessuras métricas a decamétricas e extensões até quilométricas. Os *sills* ocorrem na forma de intrusões subhorizontais (soleiras) com espessuras e dimensões muito irregulares em estreita associação com os diques e certamente alimentados por eles. Ocorrem preferencialmente junto as formações do Grupo Passa Dois.

**f) Sedimentos recentes**

Os aluviões recentes, em geral finamente arenosos, ocorrem de forma descontínua com dimensões de moderadas a pequenas junto as principais drenagens.

Os solos residuais e coluvionares formados, respectivamente, pela meteorização *in situ* das rochas e pelos mecanismos de movimentação gradativa dos seus produtos, são geralmente de pequena espessura em praticamente toda a área, podendo formar acumulações localizadas no sopé dos terrenos mais fortemente inclinados, recobrendo os terraços suaves, que são típicos da região. Nos terrenos mais íngremes e escarpados, os solos são menos espessos e mais pedregosos, geralmente com a ocorrência de tálus.

**- Geologia Estrutural**

As principais feições estruturais da Bacia do Paraná apresentam direções NW-SE e NE-SW, e podem constituir falhas simples ou extensas zonas de falha. Estes dois alinhamentos grupos representam zonas de fraqueza antigas, que foram recorrentemente ativadas durante a evolução da bacia.

O padrão estrutural atual de cada um desses alinhamentos é diferente, principalmente porque as falhas com orientação NW foram fortemente reativadas durante a quebra juro-cretácea do continente Gondwana, enquanto as de direção NE não o foram. Este evento tectônico foi o mais forte dentre aqueles que, de alguma forma, afetaram a Bacia do Paraná. Ele reativou as falhas NW pré-existentes, criando, provavelmente, várias outras paralelas a esta direção, promovendo o condicionamento de milhares de corpos ígneos intrusivos e extrusão dos derrames de lava.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi sofreu influência de uma das feições estruturais mais importantes em toda a Bacia do Paraná - o Arco de Ponta Grossa. Trata-se de uma grande flexura com eixo na direção NW-SE, aproximadamente no alinhamento que passa pelas cidades de Antonina, Bocaiúva do Sul, Castro, Tibagi, Ortigueira e Maringá, responsável pela grande quantidade de diques e *sills* de diabásio.

**UHE MAUÁ**

O Arco pode ser dividido em três regiões com diferentes comportamentos estruturais, definidos pelos alinhamentos: do rio Alonzo, São Jerônimo-Curiúva e o da Serra da Fartura. Também são definidos mais dois alinhamentos - o de Guapiara e o do rio Piquiri. Especificamente, o rio Tibagi, na sua região central, sofreu influência dos alinhamentos estruturais do rio Alonzo e de São Jerônimo-Curiúva, em que os diques de diabásio, assim como as fraturas que os limitam, mantêm orientação N45°-55°W, podendo sofrer variações locais.

A ocorrência de *sills* é generalizada nas formações geológicas da região, havendo, no entanto, uma maior tendência de que as intrusões se alojem nas camadas de folhelhos, o que provavelmente resulta do acamamento mais bem definido e dos planos estratigráficos mais regulares destes sedimentos.

O padrão estrutural das zonas de falha NE é constituído por uma única falha larga ou por uma zona de falhas retilíneas, geralmente sem a presença significativa de diques, entretanto estruturas relacionadas a movimentos transcorrentes sejam comuns. Seus rejeitos verticais são relativamente pequenos, atingindo, no máximo, poucas centenas de metros.

**- Sismicidade**

Em se tratando de tectônica, a bacia do rio Tibagi encontra-se inserida na Província Estrutural do Paraná (ALMEIDA et alli, 1977), que tem seus limites coincidentes com a Bacia Sedimentar do Paraná. Estruturalmente, esta província se divide em blocos limitados por inúmeros alinhamentos, originados em diversas épocas, com direções predominantes NW e WNW, os quais representam zonas de fraqueza.

A relação entre a atividade sísmica e os elementos tectônicos ou estruturais encontra-se, ainda, pouco esclarecida, assim como os fenômenos de indução de sismos por reservatórios, que devem estar associados ao Quadro de tensões atuais, bastante restrito no domínio da Província Estrutural do Paraná. Especulações sobre possível atividade sísmica, de maior intensidade, são restritas às regiões mais movimentadas ou arqueadas, como nas bordas da Bacia Sedimentar.

A região do médio Tibagi está em uma condição que favorece um pouco a atividade sísmica, por se encontrar próxima à borda da bacia sedimentar e por reunir alguns lineamentos estruturais notáveis, caracterizados por enxames de diques e por falhas e fraturas extensas. Na década de 80, no município de São Jerônimo da Serra, ocorreram tremores que, embora não registrados oficialmente, foram sentidos pelos moradores locais num raio de dezenas de quilômetros. Em 4 de janeiro de 2006 foi registrada a ocorrência de sismo com magnitude 4,3 na escala Richter, com epicentro na cidade de Telêmaco Borba,.

O Instituto Astronômico e de Geofísica da Universidade de São Paulo - IAGUSP tem registros de atividades sísmicas próximos ao local do estudo, conforme se vê na Tabela 6.2.

**Tabela 6.2 - Ocorrência de sismos registrados em sismógrafos do convênio IAG/IPT/COPEL**

Município	Data	Local do epicentro	Magnitude (Richter)
Tibagi	23/01/1976	-24°52' S 50°42' E	3.0
Imbaú	09/03/1992	-24°56' S 50°69' E	3.2
Piraí do Sul	18/03/1995	-24°50' S 49°87' E	2.5



**UHE MAUÁ**

Telêmaco Borba	04/01/2006	-24°32'S 50°61' E	4.3
----------------	------------	-------------------	-----

A previsão da ocorrência de sismos na região e também na área de influência da UHE Mauá torna-se potencialmente provável, pela relativa presença de concentração de estruturas, em parte falhadas. Os sismos podem ocorrer pelo alívio de tensões existentes nas estruturas falhadas ou em consequência do enchimento do reservatório.

**6.3.3 Geologia da Área do Reservatório**

O reservatório da UHE Mauá ficará inteiramente localizado em rochas sedimentares dos Grupos Itararé e Guatá: arenitos, siltitos, folhelhos, com a ocorrência localizada de intrusões de diabásio. Ao longo do perfil longitudinal do rio, os trechos cortados pelas intrusões ígneas coincidem com saltos e corredeiras, enquanto que os trechos de geologia sedimentar são em geral de baixa declividade. A região é profundamente entalhada, de modo que o vale é normalmente limitado por encostas íngremes. O leito do rio é predominantemente rochoso. Localmente ocorrem, no rio e margens mais baixas, coberturas aluvionares arenosas pouco espessas. Em alguns pontos - por exemplo, a jusante de pequenos saltos - podem ocorrer aluviões mais espessos, eventualmente diamantíferos.

As rochas locais são de granulometria fina, pouco permeáveis, e os vales profundamente entalhados em relação aos divisores. Dessa forma, o reservatório não apresenta problemas potenciais de infiltrações e perdas de água. No barramento, onde tais infiltrações são possíveis, são previstos tratamentos de injeção de cimento e drenagem.

A utilização dos lençóis subterrâneos para abastecimentos de água potável ou industrial é pouco intensa na região. Não há registro de poços profundos na área do reservatório e, relativamente aos localizados nas suas proximidades o mais provável é que a elevação dos lençóis aumente sua produção.

As encostas do reservatório são bastante íngremes e localmente podem favorecer o desenvolvimento de escorregamentos de taludes. Todavia, a cobertura de solo é em geral muito pequena, e as camadas subjacentes de rocha alterada dura, são menos suscetíveis a estes fenômenos. Contribui favoravelmente, a este respeito, a cobertura de mata que recobre grande parte das encostas mais íngremes.

**6.3.4 Geologia do Local do Aproveitamento****Relevo e Geologia**

Este item refere-se às características geomorfológicas, geológicas e geotécnicas da região de implantação da futura UH Mauá, compreendida entre a área de implantação do eixo da barragem e a região do canal de fuga, situado nas proximidades da foz do ribeirão das Antas.

**- Aspectos Fisiográficos**

A área mapeada apresenta uma topografia relativamente plana à suavemente ondulada nas partes mais elevadas, porém fortemente entalhada pelo rio Tibagi e afluentes. O vale do rio mostra-se bastante ondulado devido à presença de diques e soleiras de diabásio. Estas litologias, de natureza intrusiva, interpõem-se ou se atravessam, gerando uma geometria por vezes confusa dos corpos rochosos. Em virtude da menor resistência física das rochas encaixantes, as de natureza ígnea

## UHE MAUÁ

sobressaem-se na paisagem, formando linhas de cristas paralelas e alinhadas segundo a direção NW, no caso dos diques, ou formando escarpas ou pequenos peraus, no caso das soleiras. Formam também platôs suavizados, quando estão recobrimdo as demais rochas. As escarpas dispõem-se na forma de grandes degraus, devido à erosão diferencial entre as rochas sedimentares e as ígneas.

O rio Tibagi corre de leste para oeste com baixa declividade no trecho situado a montante da Usina Presidente Vargas, infletindo a seguir para norte e depois para o leste, mostrando-se bastante encaixado com encostas íngremes e paredões rochosos verticais, com forte declive marcado por corredeiras e cachoeiras, até as proximidades da foz do ribeirão das Antas onde se alarga e forma um remanso com ilha denominado de Poço Preto. A partir daí, prossegue descrevendo uma grande curva para oeste e a seguir retornando novamente para norte. Seu leito, predominantemente rochoso, exhibe saltos e corredeiras, sendo o maior deles situado a jusante da Usina Presidente Vargas, denominado Salto Mauá.

A drenagem é predominantemente sub-retangular, com nítido controle estrutural pelo sistema de fraturas NW-SE e NE-SW. Na área de influência do projeto, os dois afluentes de maior porte do rio Tibagi, ambos pela margem direita, são o ribeirão das Antas e o rio Barra Grande. Os demais contribuintes são caracterizados por drenagens bastante inclinadas e com fluxo de água temporário ou perene, mas com pouca vazão. As corredeiras no leito do Tibagi são derivadas da passagem de rocha ígneas, mais resistentes aos processos erosivos que as sedimentares.

### - Aspectos Litológicos e Estratigráficos

Na área de influência direta da UH Mauá, as unidades estratigráficas que afloram são as pertencentes às Formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Serra Geral.

A geologia local constitui-se de um empilhamento estratigráfico muitas vezes truncado pelas intrusões tanto horizontais quanto e verticais do magma básico, o qual se intrudiu aproveitando-se de falhamentos da crosta e de planos de fraqueza entre os estratos sedimentares.

No Desenho VLB-MA-DE-310-12-002 é apresentado o Mapa Geológico Local, que mostra as unidades litoestratigráficas principais e sua distribuição em planta. Nos Desenhos VLB-MA-DE-310-12-020 e VLB-MA-DE-310-12-025, são apresentadas as seções geológico-geotécnicas ao longo dos eixos do barramento e do circuito de geração. De um modo geral, esses documentos fornecem uma visão geral da distribuição espacial das formações sedimentares e dos corpos ígneos (diques e soleiras), que ocorrem no local. Esta visão ainda é limitada, não tendo sido possível esclarecer todos os detalhes relativos à forma dos corpos de diabásio, ou a ocorrência eventual de pequenas falhas e outros aspectos geológicos. As informações obtidas e mostradas nos desenhos, entretanto, foram suficientes para definir as características geológicas e geotécnicas principais, e projetar um arranjo de obras adequadamente adaptado às mesmas.

A base da coluna estratigráfica local é constituída por rochas da Formação Rio Bonito, que ocorre em ambas às margens do rio Tibagi a jusante do Salto Mauá. Em afloramentos, é caracterizada pela alternância de bancos de arenitos finos, siltitos e margas, em geral bem coesos. O arenito normalmente é esbranquiçado, com tonalidades cinza e verde, os siltitos são levemente esverdeados, enquanto as margas são mais cinzentas. A diferenciação granulométrica e de composição produz uma erosão diferenciada entre as camadas, formando pequenos degraus intercalados quando vistos em perfil. Além dos paredões que podem ser vistos à beira do Tibagi



**UHE MAUÁ**

nas duas margens, são freqüentes os *boulders* na beira do rio, junto com matacões de diabásio que despencaram de cotas mais elevadas. Também são derivadas das rochas da Formação Rio Bonito, as pequenas praias com areia fina localizadas logo a jusante do Salto Mauá, em ambas as margens.

Na região do barramento, a Formação Rio Bonito foi observada apenas através de sondagens executadas no leito do rio (SR-14), que indicou sua presença logo abaixo de pequena camada de diabásio, e no SR-103, que apresentou intercalações de calcilito e calcarenito entre o diabásio. Na região do canal de restituição, são aflorantes, constituindo grandes paredões entalhados verticalmente pelo rio.

Acima desta unidade ocorre a Formação Palermo, que é caracterizada por pacotes de arenitos e arenito-sílticos cinza esverdeados e esbranquiçados, bastante bioturbados e um pouco piritosos. Geralmente os siltitos (mais escuros) e os arenitos (mais claros) estão mesclados, conforme se observa nos testemunhos de sondagem. Quando semi-alterados adquirem uma cor amarela de aspecto sujo.

Esta unidade se faz presente em grande parte da área mapeada, constituindo escarpas íngremes, facilmente identificadas no relevo. Afloram em ambas as margens a montante do barramento e sob a soleira do diabásio que constitui a fundação da barragem de concreto. Constitui também a escarpa onde está prevista a implantação das tomadas de água e de grande parte do túnel de adução.

A seguir vem a Formação Irati, nas porções topograficamente mais elevadas, acima da elevação 650 m, não interferindo diretamente com as obras do empreendimento. É caracterizada pela existência de argilitos cinza escuros e folhelhos que, quando semi-alterados, mostram-se empastilhados e com cores cinza e bege.

A Formação Serra Alta ocorre em faixas restritas na margem direita, por sobre os sedimentos da Formação Irati. É caracterizada por siltitos cinza, maciços e com fraturas conchoidais. Quando alterados adquirem coloração amarelada e tornam-se mais quebradiços. Também esta unidade não interfere diretamente com o empreendimento.

A Formação Serra Geral está representada, na área, por diques e *sills* (soleiras) de diabásio. Eles controlam o relevo da região: nos diques predominam lineações alongadas fortemente dissecadas, enquanto os *sills* imprimem platôs mais suaves e de grande extensão e escarpas.

Os diques de diabásio, interligados ou não às soleiras, cortam a região com direção NW e provocam saltos e estreitamentos das margens do rio. Na área mapeada foram identificados cerca de dez diques com larguras de até 70 m, sendo que apenas três deles têm interferência direta com as obras do empreendimento. Esses diques, para efeito de identificação, foram denominados de D3, D4, e D5.

O dique D3 alimenta a soleira de diabásio presente na região da tomada d'água de baixa pressão, no entanto não é possível identificar o seu início, não havendo portanto certeza da sua extensão até o alinhamento do túnel de adução. O D4 sim transpõe o alinhamento do túnel de adução, no seu terço final

O dique D5 será cortado pelos túneis forçados e pelo túnel de acesso.

Duas grandes soleiras de diabásio ocorrem na área mapeada. A soleira inferior está situada no local do barramento, ou seja, a sua localização condicionou a colocação da barragem sobre ela. Esta mesma soleira formou o salto Mauá e é onde está implantada a Usina Presidente Vargas. Estima-se, para esta soleira, uma espessura da ordem de 100 m. Na margem direita, sua geometria é de difícil definição, pois

## UHE MAUÁ

ocorre tanto em contato dos sedimentos da formação Rio Bonito na base, quanto com os sedimentos da Formação Irati no topo, onde se apresenta praticamente subhorizontal.

A soleira superior se estende em um platô com cota superior a 680 m, sendo facilmente delimitada na margem esquerda do rio, onde forma uma extensa escarpa. Tem uma espessura estimada de até 80 m.

Importante destacar que os contatos de diabásio com as rochas sedimentares são sempre selados, inclusive com silicificação da rocha sedimentar, havendo inclusive, uma homogeneização das duas rochas.

Os solos de cobertura, tanto coluvionares quanto residuais, são de pequena espessura em praticamente toda a área dos estudos. Até mesmo sobre o diabásio, onde se esperava maiores espessuras de solo, há uma zona alterada pouco espessa e com grande quantidade de matacões, dificultando sua exploração. Esta característica típica da geologia local implica na dificuldade de localização de áreas de empréstimo de solos.

Os arenitos locais são rochas relativamente resistentes. A Tabela 6.3 (Levis, 1988) apresenta os resultados de ensaios de compressão uniaxial sobre testemunhos de sondagem ( $\varnothing$  63 mm), com medida das deformações transversais para determinação do coeficiente de Poisson ( $\nu$ ), do módulo de deformabilidade secante ( $E_{sec}$ ) para tensões correspondentes a 50% da tensão de ruptura.

**Tabela 6.3 -Resultados de ensaios de compressão uniaxial**

Formação	Litologia	Seco			Seco ao Ar			Saturado		
		$\sigma_c$ [MPa]	$E_{sec}$ [MPa]	$\nu$	$\sigma_c$ [MPa]	$E_{sec}$ [MPa]	$\nu$	$\sigma_c$ [MPa]	$E_{sec}$ [MPa]	$\nu$
Serra alta	siltito	136	22'300	0.10	93	14'700	0.11	-	-	-
Irati	siltito	83	15'500	0.05	65	13'900	0.11	-	-	-
Palermo	siltito	-	-	-	51	7'400	0.13	-	-	-
	arenito	66	11'500	0.12	51	9'900	-	29	5'200	0.15
Rio Bonito	arenito	90	18'600	0.10	57	13'100	-	55	9'100	0.11
	siltito	100	12'000	0.10	57	9'800	0.12	-	-	-

### 6.3.5 Condições Geológicas e Geotécnicas da Barragem

O eixo do barramento selecionado nos Estudos de Viabilidade (CNEC, 2004) situava-se inteiramente sobre rochas sedimentares, em local topograficamente favorável. No decorrer dos estudos de Projeto Básico, foi identificado um afloramento de diabásio cerca de 600 m a jusante do local previsto para o eixo do barramento nos Estudos de Viabilidade, com espessura adequada para a fundação de uma barragem de Concreto Compactado com Rolo (CCR).

O eixo selecionado para o presente estudo foi localizado cerca de 30 m a jusante do início do afloramento de diabásio, no leito do rio, de modo a garantir, na fundação da barragem, uma espessura adequada desta rocha sobre os arenitos subjacentes. O perfil geológico do Desenho VLB-MA-DE-310-12-020 e o mapa geológico local - Desenho VBL-MA-DE-310-12-002 - mostram a situação encontrada, tal como

## UHE MAUÁ

verificado por meio de um total de 7 sondagens rotativas e 5 mistas na margem direita, 4 rotativas no leito do rio e 6 rotativas e 3 mistas na ombreira esquerda, além de 13 sondagens a percussão. Esta investigação confirmou a ocorrência de diabásio em toda a extensão da fundação da barragem, o que permitiu adotar uma alternativa em CCR (Concreto Compactado com Rolo) com vertedouro controlado incorporado à barragem e com fechamento em barragem de enrocamento com núcleo de argila na margem direita.

A fundação da barragem de concreto ficou situada inteiramente em diabásio. Na maioria dos furos de sondagem, a rocha dura, praticamente são mostrou-se próxima à superfície. No leito do rio, a rocha dura está aflorando, mas em geral mostra a presença de fraturas oxidadas e um pouco alteradas. A Formação Rio Bonito ocorre em forma de lentes de calcarenito entre o diabásio, como se vê no furo SR-103, não há alteração no contato diabásio-arenito, mas cavidades abertas por dissolução nos trechos sedimentares. No furo SR-14 (pouco acima do eixo da barragem), o arenito Rio Bonito aparece há 10 m de profundidade, abaixo do diabásio. Já nos furos SR-104 e SR-11 o arenito não foi encontrado, provavelmente porque neste local a fundação está sobre um dique de diabásio.

Na margem esquerda, a espessura de solo sobre o diabásio praticamente são, é da ordem de 3 a 4 m. Na área do furo SR-15 (ensecadeira de montante), entretanto, o diabásio duro, bem fraturado e com alteração nas fraturas, está a cerca de 7,5 m de profundidade, e o arenito são a mais ou menos 18,0 m de profundidade. No eixo da barragem, o diabásio apresenta-se pouco fraturado, e o arenito subjacente surge na cota 561,66, com boas condições geomecânicas (siltitos/arenitos finos da Formação Rio Bonito).

Na margem direita a cobertura de solo é de apenas 3 a 4 m, na área de ocorrência do diabásio, o qual se apresenta são, embora com fraturas oxidadas. A partir do ponto de inflexão da barragem de terra as profundidades de material inconsolidado aumentam consideravelmente, passando a 14,1 m no furo SM-106 e em torno de 10,0 m nos SP-111 e 112. Predomina o diabásio, com arenito ocorrendo a partir da cota 538.

Em suma, a região da barragem é predominantemente composta de diabásio, sob a forma de uma soleira sub-horizontal com cerca de 60m de espessura nas ombreiras e 10m no leito do rio e margens, e também sob a forma de um dique no leito do rio. Esta soleira está em contato com o maciço sedimentar da Formação Rio Bonito no leito e nas porções baixas das ombreiras, passando a ter contato com os siltitos bioturbados da Formação Palermo, nas porções médias e altas.

O perfil geológico ao longo da barragem mostra as superfícies de rocha dura e rocha praticamente são com fraturas oxidadas. As linhas de escavação foram em geral localizadas no topo da rocha firme, as quais serão adaptadas à geometria individual dos blocos da barragem, durante a fase construtiva

Os ensaios de perda de água realizados nos furos de sondagem, em geral, indicaram rocha pouco permeável na fundação (menor que  $1,0 \times 10^{-4}$  cm/s). No entanto, os furos SM-102, 104 e 105, localizados nas partes mais baixas da barragem, apresentaram permeabilidade alta logo abaixo do topo de rocha, provavelmente devido ao desconfinamento vertical. O tratamento dessa fundação compreende uma cortina de injeção com profundidade mínima variável entre 15 e 30m, em função da carga hidráulica, e uma cortina de drenagem, a partir de um galeria de montante na barragem, com profundidade variável entre 10 e 15 m. O túnel de desvio será escavado parte em diabásio (topo) e parte em arenito (paredes) no seu trecho inicial, e totalmente em diabásio no seu trecho final, como mostram as sondagens SM-119, SM-

**UHE MAUÁ**

120 e SM-107 e SR-04B, já que a soleira de diabásio mergulha nesta em direção a jusante. Devido a este mergulho, na área de impacto do jato de água do vertedouro já deve ocorrer uma espessura grande de diabásio, sobre os arenitos subjacentes.

**6.3.6 Circuito de Geração**

O sistema de geração constará de uma tomada de água de baixa pressão localizada cerca de 800 m a montante da barragem, um túnel de adução com cerca de 1950 m de comprimento, uma câmara de carga e três tomadas de água de alta pressão, um trecho com três túneis forçados, e uma casa de força com canal de restituição. A geologia geral do sistema pode ser vista no perfil do Desenho VLB-MA-DE-310-12-025.

O máximo deplecionamento previsto é de 9,0 m, com o nível de água variando entre as elevações 635,00 m e 626,00 m. Embora as condições geológico-geotécnicas sejam, em linhas gerais favoráveis, existem condicionantes que recomendam não ultrapassar este valor. Entre elas pode-se mencionar a altura dos cortes da tomada de água, a profundidade do túnel de adução e principalmente a altura da câmara de carga, conforme será comentado na análise específica de cada estrutura que se segue.

**Tomada de água de baixa pressão**

A tomada de água está situada nos arenitos da Formação Palermo, os quais afloram numa escarpa existente nas proximidades, e foram investigados pelas sondagens SM-108, SM-109 e SM-110, além das SP-115 a 119.

O SM-108, no canal de aproximação, mostrou cobertura de solo da ordem de 14,00 m, passando a siltito da Formação Palermo, que apresenta trechos de rocha sã intercalados a trechos de rocha extremamente fragmentada. A SM-109, localizada exatamente na estrutura, atingiu os siltitos/argilitos escuros da Formação Irati, extremamente fraturados, até o contato com a Formação Palermo a uma profundidade de 17,93 m (cota 639,84), quando melhora o RQD da rocha. O SM-110, localizado nas bancadas acima da tomada d'água, igualmente diagnosticou rochas extremamente fraturadas até 54,93 m de profundidade, exigindo, portanto, um volume acentuado de escavação comum com passagens de rocha sedimentar pouco coerente, configurando um amplo anfiteatro, de modo a posicionar adequadamente o emboque do túnel de adução de baixa pressão.

A estrutura é fundamentalmente escavada na rocha e, portanto, requer cortes bastante altos. Na face de emboque e nas laterais da estrutura de tomada existem cortes verticais com cerca de 34 m de altura, com bermas intermediárias. Prevê-se o emprego de barras de ancoragem - 4 a 8 m de comprimento, diâmetro de 32 mm, malha de 2,5 m x 2,5 m - e concreto projetado com fibra, espessuras de 5 a 10 cm em todos estes cortes. Como a rocha é competente e pouco fraturada, com estruturas de estratificação pouco significativas e sub-horizontais, as condições são em princípio satisfatórias.. Também nos taludes em rocha imediatamente a montante da estrutura de tomada e nos trechos do canal de adução que ficarão expostos o projeto prevê tratamento com concreto projetado e barras de ancoragem.

Os taludes em solo/rocha muito alterada no emboque do túnel serão abatidos, tendo inclinação de 1,5H:1,0V e poderão ser protegidos com grama ou revestidos com concreto projetado com fibras, ancorados com barras de ancoragem e drenados com barbacãs/DHPs.

## UHE MAUÁ

### Túnel de Adução

O túnel de adução, com seção arco-retângulo com 12,20 m de largura e 12,45 m de altura, está localizado quase inteiramente nos arenitos finos, localmente com intercalações de siltitos, da Formação Palermo. Estas rochas foram investigadas pelas sondagens SM-109, SM-110 e SM-111. No emboque, a rocha, à altura do túnel, mostrou-se de tipo predominantemente competente, são, porém bastante estratificada favorecendo a abertura de juntas de alívio horizontais.

No desemboque, o furo não atingiu o piso do túnel, mas há siltito de boa qualidade acima deste, embora contendo eventuais fraturas verticais. Por terem sido executadas poucas sondagens no alinhamento do túnel, não se conheceram todos as características estruturais e estratigráficas deste trecho, portanto regiões mais fraturadas e alteradas podem eventualmente dificultar as escavações e requerer revestimentos definitivos mais conservadores, o que foi considerado no projeto.

O túnel cortará pelo menos o dique de diabásio D4, que pode ter mais de 50 m de largura. Na seção geológica o túnel não foi mostrado cortando o dique D3, pois esta estrutura provavelmente não se prolonga até este ponto. O diabásio, tal como observado nas sondagens feitas no local da barragem, deve ser uma rocha de boas qualidades para escavação, mais dura que os arenitos, porém bem mais fraturada. Não foi investigado o estado da rocha na zona de contato arenito-diabásio, a qual poderá se apresentar eventualmente mais alterada. Somente foram efetuadas, nesta fase, sondagens próximas aos emboques de montante e jusante, de modo que as estimativas de escavabilidade e de contenções ao longo do túnel foram projetadas a partir de poucas informações. Na seção geológica indicou-se a possibilidade da ocorrência de falhas nos contatos diabásio-arenito, para explicar pequenas variações da cota dos horizontes de rocha ao longo do túnel, e outras estruturas deste tipo podem ocorrer no seu alinhamento. O relevo da região em princípio não sugere a existência de falhas de maior porte na diretriz do túnel. Alguns vales próximos, entretanto, que não cortam esta diretriz, devem estar relacionados com feições tectônicas, as quais são abundantes em toda a área e estreitamente relacionadas com o processo de origem das soleiras e diques. De qualquer forma, a geologia geral, a despeito das condições razoavelmente boas encontradas nas sondagens, recomenda uma estimativa conservadora no que se refere às condições de escavação, contenções temporárias e revestimentos definitivos.

As investigações efetuadas permitem prever condições de escavação satisfatórias na maior parte do túnel, com alguns trechos de escavação mais difícil. A cobertura de rocha fica em torno de 100 m, salvo zonas de emboques. As tensões gravitativas não devem, em princípio, ultrapassar 10% da resistência à compressão dos arenitos são. A ocorrência de camadas de siltitos ou de zonas de arenitos mais alterados, brandos, assim como as zonas de transições para os corpos de diabásio, entretanto, requerem precauções, consideradas no projeto dos tratamentos temporários e revestimentos.

Não se esperam grandes infiltrações de água para o túnel, uma vez que o maciço sobrejacente é pouco permeável, o relevo é favorável e não existem rios ou córregos na área. A seção transversal da escavação, embora bastante grande, está sendo projetada em arco-retângulo, o que poderá ser revisto, na continuação dos estudos, em função de investigações adicionais e dos métodos construtivos propostos.

Prevê-se uma escavação com explosivos em abóbada e bancada, com necessidade de quantidade variável de contenções. Prevê-se, entretanto, encontrar trechos de rocha mais alterada e fraturada, assim como passagens de escavação difícil - contatos arenito-diabásio, zonas de falhas, passagens de rochas mais fraturadas ou com



**UHE MAUÁ**

maiores infiltrações de água, zonas de siltitos e arenitos alterados - onde foram previstos métodos executivos mais cuidadosos e maior quantidade de contenções. Prevendo estas contingências, diferentes tipos de tratamentos foram previstos.

Os tratamentos do túnel de adução estão indicados no desenho VLB-MA-DE-314-21-001 e contemplam um tratamento sistemático nos espelhos do emboque e desemboque, com barras de ancoragem (malha 2,50x2,50m), tirantes perimetrais e concreto projetado. Ao longo do túnel, o tratamento será definido com o mapeamento geológico e levará em consideração 4 classes de maciço rochoso, variando desde a Classe I, com tirantes esporádicos e 7,50cm de concreto projetado padrão nas paredes e abóboda até a a Classe IV, com tirantes sistemáticos, numa malha de 2,00x2,00m e 15cm de concreto projetado com fibras de aço. Todo o piso será concretado, com cerca de 20cm de espessura.

**Câmara de Carga e Tomada de Água de Alta Pressão**

A câmara de carga e a tomada de água de alta pressão serão exclusivamente escavadas em arenitos e siltitos da Formação Palermo.

As sondagens SR-19 e SM-112 foram executadas para investigar esta estrutura. Como se vê no perfil geológico e no perfil individual de sondagem, as espessuras de solo saprolítico chegam a 8,0m e de rocha alterada/firme chega a 20,0m. A rocha são é caracterizada por siltito cinza e cinza escuro, com estratificação bioturbada, pouco fraturado.

Os taludes em solo e rocha alterada no desemboque do túnel serão abatidos, tendo inclinação de 1,5H:1,0V e 0,5H:1,0V, respectivamente. Aqueles em solo serão protegidos com grama, enquanto aqueles em rocha alterada serão revestidos com concreto projetado com fibras, ancorados com barras de ancoragem e drenados com DHPs.

Os taludes escavados em rocha para acesso à câmara de carga, ao shaft dos túneis forçados e ao desemboque do túnel de adução serão verticais com bermas intermediárias, revestidos com concreto projetado com fibras, ancorados com barras de ancoragem e drenados com barbacãs. Também as bermas serão revestidas com concreto projetado para que seja minimizado a permeabilidade dentro do maciço.

Os taludes escavados atrás da câmara de carga necessitam de proteção com muro de concreto com 0,30m de espessura, para evitar tanto o desmoronamento de blocos quanto a entrada de água para o maciço de jusante da câmara de carga.

Os detalhes dos tratamentos geotécnicos na câmara de carga estão apresentados no Desenho VLB-MA-DE-315-21-001.

**Túneis Forçados, Túneis de Acesso e Galeria de Drenagem**

A partir das três tomadas de água, serão escavados três túneis forçados, com trecho vertical (shafts) ao longo de cerca de 83 m e trecho sub-horizontal com inclinações de 9,93%, 10,23% e 10,55% e extensões de 150,30 m, 155,53 m e 159,85 m, respectivamente. Os shafts terão seção circular com raio de 3,35 m e os túneis serão em seção ferradura com raio inicial de 3,35 m até o túnel de acesso, reduzido para 2,90 m no restante do trecho.

Os furos realizados nestas estruturas são SR-18, SR-19, SR-20, SM-113, SM-114 e SM-118. Os shafts cortarão os arenitos e siltitos da Formação Palermo, podendo, entretanto cruzar alguma pequena soleira de diabásio em maior profundidade até atingir os arenitos da Formação Rio Bonito ao fundo. A SR-20 atingiu uma soleira de diabásio próximo da cota 570 e o fundo dos shafts ficam na cota 523,53. O contato

## UHE MAUÁ

com a Formação Rio Bonito ocorre por volta da cota 540, conforme se vê na SM-114 e SM-118.

Os túneis forçados deverão ser escavados predominantemente em arenitos da Formação Rio Bonito, o mesmo ocorrendo para a janela de acesso. As galerias e o túnel de acesso à câmara de carga serão escavados em arenitos e siltitos Palermo, predominantemente.

Para a galeria de drenagem dos túneis forçados está prevista a necessidade de uso de cambotas nos seus 20m iniciais, dada a pequena espessura de rocha acima dela.

Os tratamentos para os túneis estão indicados no Desenho VLB-MA-DE-316-21-001, no entanto, os tratamentos efetivamente executados dependerão do mapeamento geológico do túnel durante a sua execução.

Todas as escavações subterrâneas, à exceção das galerias de drenagem, serão revestidas em concreto, ao final das escavações.

### Casa de Força e Canal de Fuga

A casa de força será fundamentalmente escavada na rocha, para reduzir o comprimento dos túneis e situar as paredes das escavações predominantemente em rocha. As sondagens SM-115 e SM-117 mostram que nesta área a rocha firme (arenito das Formações Palermo e Rio Bonito) está a pequena profundidade – menos de 5,0 m – e a rocha sã está entre 6,0 e 9,0m.. Portanto, em princípio a casa de força apresenta boas condições de fundação, apesar do talvegue existente no seu vértice esquerdo, que poderia indicar a presença de um alinhamento estrutural importante.

Os taludes laterais à da casa de força serão protegidos com concreto projetado e com ancoragens passivas eventuais.

O canal de fuga terá seu fundo na cota 508,00 e será todo escavado no arenito Rio Bonito. O SM-117 está posicionado na sua lateral esquerda e mostra arenito/siltito são de excelente qualidade naquela elevação. Nos seus 20 m iniciais será previsto algum tipo de tratamento para evitar a instalação de erosão, seja utilizando-se enrocamento, gabiões ou concreto projetado.

### Subestação

A subestação da UH Mauá está localizada no lado direito hidráulico da casa de força entre o ribeirão das Antas e o rio Tibagi. Inicialmente a subestação estava locada acima e à direita do local atual, mas com a modificação no local de implantação da casa de força, esta foi relocada, situando-se agora em um terreno mais plano e mais baixo.

Nos dois locais foram executadas sondagens percussivas, para averiguação da espessura e caracterização do material inconsolidado. Ao todo, foram realizadas 11 sondagens rotativas (SP-125 a SP-135), sendo que as que caracterizam melhor o local escolhido são as sondagens SP-126 a SP-130. De modo geral, o terreno é composto por depósitos aluviais compostos por areia fina a média fofa a compacta e por silte arenoso com consistência média a dura, com espessuras variando de 3,19 a 5,33 metros (impenetrável por sonda percussiva) na parte plana e 1,33 metros no furo executado no início da encosta. Todos os furos iniciaram com SPT baixo (de 3 a 6 golpes em 15 cm) e termiram com valores altos no último metro ensaiado.

## UHE MAUÁ

### 6.4. MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO

#### 6.4.1 Agregados para Concreto

##### Areia

Não há evidências de jazidas de areia próximas ao local da barragem. No entanto, no Rio Tibagi, cerca de 22 km a jusante, há uma jazida de areia atualmente sendo explorada comercialmente, que poderia eventualmente fornecer material ao canteiro. Jazidas de areia também são exploradas no rio Tibagi, em áreas mais próximas de Telêmaco Borba. Estas possibilidades deverão ser confrontadas posteriormente com a obtenção total ou parcial do material a partir da britagem do diabásio.

##### Brita

A brita para confecção do concreto deverá provir do diabásio ocorrente no local. O material será obtido em parte das escavações obrigatórias do túnel de desvio, cujo volume compõe-se de aproximadamente 3/4 de diabásio e 1/4 de rocha sedimentar caso o túnel possa ser escavado em fases de abóboda e rebaixo. O restante do material deverá ser obtido a partir de duas pedreiras próximas ao local, indicadas no Desenho VLB-MA-DE-310-12-001, sendo a primeira próxima a montante da Tomada de água de Baixa Pressão e outra sobre o trecho inicial do túnel de adução.

Foram realizadas duas sondagens rotativas em cada uma das áreas definidas para pedreiras (SR-150 e SR-151). A primeira, realizada na pedreira 2, mostra um capemanento de solo maior (5,16m), seguido de diabásio são, coerente e não fraturado. A SR-151, realizada na pedreira 1, mostra rocha são bastante rasa, a 1,20 m de profundidade.

#### 6.4.2 Material para a Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila

##### Enrocamento

O enrocamento para a barragem deverá ser obtido, sempre que possível, prioritariamente a partir de escavações obrigatórias e, se necessário, complementados a partir de pedreiras. Serão constituídos a princípio por arenitos coerentes em sua porção mais interna e por blocos de diabásio em suas porções mais externas. Da mesma forma, as transições serão obtidas da britagem deste mesmo material.

##### Argila

Como já observado, a ocorrência de áreas de empréstimo de solos no sítio dos estudos é bastante restrita, não sendo encontradas áreas que possam fornecer grande volume de solo. Até mesmo nas áreas de ocorrências de rochas ígneas (diabásios), conhecidas como boas fontes de empréstimo de solo, a camada de solo é, de modo geral, pouco espessa além de apresentar blocos dispersos em seu interior.

Foi programada uma campanha de investigação para prospecção de jazida de argila, através de furos a trado, próximo ao canteiro industrial e à torre de comunicação. Serão extraídas amostras para ensaios geotécnicos deste local.



## UHE MAUÁ

### 6.4.3 Material para as Ensecadeiras

#### Enrocamento

O material para enrocamento poderá ser obtido a partir da rocha sedimentar proveniente das escavações obrigatórias da tomada de água e do túnel de desvio. Eventualmente, caso destas escavações não seja possível obter um volume suficiente de material de boa qualidade para enrocamento, pode-se considerar a utilização do arenito da escavação da casa de força. O zoneamento das seções das ensecadeiras também poderá ser reestudado em uma fase posterior, considerando uma maior utilização de material alterado.

#### Material de Vedação

Como material para vedação das ensecadeiras propõe-se a utilização do solo coluvial e residual de diabásio a ser obtido nas escavações comuns da área do canal de desvio.

## 7. ESTUDOS ENERGÉTICOS

### 7.1. INTRODUÇÃO

Os estudos energéticos foram efetuados visando determinar as energias média e firme da UHE Mauá frente à atualização de dados tais como a série histórica de vazões, rendimentos das unidades geradoras e perdas de carga no circuito hidráulico, entre outros, para o Projeto Básico.

Este estudo considera que a UHE Mauá é composta por duas casas de força, sendo uma casa de força principal (350 MW), com três unidades geradoras, e uma complementar (11 MW), com duas unidades geradoras.

### 7.2. METODOLOGIA

A análise foi realizada conforme metodologia descrita em Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos, da ELETROBRÁS.

Para a casa de força principal utilizou-se o Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas – MSUI, da ELETROBRÁS. O conjunto de dados utilizado na simulação foi o mesmo utilizado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE nos estudos para o leilão A-5 de 2006 e disponibilizado na internet. Foi considerada ainda a cascata do Rio Tibagi totalmente desenvolvida.

Para o estudo do circuito de geração complementar utilizou-se de um modelo energético que realiza simulações a partir dos dados usuais como série de vazões médias mensais, número de unidades geradoras e potência unitária, rendimento médio do conjunto Turbina / Gerador, indisponibilidades, níveis de água de montante e jusante e perdas de carga.

### 7.3. DEFINIÇÕES

A seguir têm-se algumas definições, necessárias para o entendimento dos resultados obtidos.

**UHE MAUÁ**

Período Hidrológico Crítico: considerando o atendimento da maior carga possível, sem déficits, pelo parque gerador, define-se período hidrológico crítico como o maior período, do histórico de vazões, em que o armazenamento dos reservatórios varia, sem reenchimentos totais intermediários, do nível máximo ao mínimo. Para o Sistema Interligado Brasileiro este período é Junho/1949 a Novembro/1956.

Energia Firme (EF) da usina: é o valor médio das gerações mensais ao longo do período crítico.

Energia Média (EM): é o valor médio das gerações mensais ao longo de todo o histórico de vazões.

Queda Líquida de Referência da Turbina (Href): corresponde à queda líquida para a qual a turbina, com seu distribuidor na abertura máxima, fornece a potência nominal do gerador. A obtenção do valor desta queda é realizada de modo iterativo nas simulações. Seu valor é o registrado para permanência de 95%, de forma que se garanta, durante este tempo, que a usina produza a sua disponibilidade máxima de potência.

Queda Líquida de Projeto da Turbina: corresponde à queda líquida para a qual a turbina opera com rendimento máximo. Como a eficiência da turbina deve ser a maior possível durante o período crítico, seu valor é obtido para queda mais freqüente neste período.

**7.4. DESCRIÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS****7.4.1 Casa de Força Principal**

Os dados utilizados na simulação da geração na casa de força principal foram os seguintes:

Potência Instalada Total.....	350 MW
Número de Unidades Geradoras .....	3
Tipo de turbina .....	Francis, eixo vertical
Rendimento Médio da Turbina .....	92,5%
Rendimento do Gerador nas condições nominais .....	98,5%
Rendimento Médio do Gerador para fins de simulação .....	98,0%
Rendimento Médio do conjunto Turbina / Gerador .....	90,65%
Constante de perdas no circuito de adução .....	0,0000354 s <sup>2</sup> /m <sup>5</sup>
Perdas médias .....	1,62 m
Disponibilidade total .....	89,58%
N.A. máximo normal de montante .....	635,00 m
N.A. mínimo de montante.....	626,00 m
N.A. normal de jusante (com Reserv. São Jerônimo) .....	515,00 m
Queda bruta .....	120,00 m
Vazão sanitária.....	18,8 m <sup>3</sup> /s

**UHE MAUÁ**

As perdas de carga no modelo de simulação são calculadas a partir da vazão turbinada total e da constante de perdas do circuito de adução de forma iterativa nas simulações, segundo a fórmula:  $Perdas (m) = Cte \text{ de Perdas} \times Q_T^2$ , onde  $Q_T$  é a vazão total turbinada no circuito, com todas as unidades geradoras operando.

A disponibilidade total foi calculada a partir das taxas de indisponibilidades (TEIF) forçada e programada (IP) consideradas pelo ONS – Operador Nacional do Sistema: TEIF:2,533% e IP: 8,091%.

As simulações energéticas foram efetuadas com base na série histórica de vazões afluentes médias mensais, utilizando-se o período de janeiro de 1931 a dezembro de 1996, dos valores apresentados na Tabela 5.8 do presente relatório. Isto se deve ao fato de que apesar do conjunto de dados do MSUI, disponibilizado pela EPE – Empresa de Pesquisa Energética, conter vazões médias mensais para o posto da UHE Mauá até 2004, outras usinas da cascata apresentam registros somente até 1996.

Nas análises energéticas da casa de força principal foi considerada a retirada da vazão sanitária (18,8 m<sup>3</sup>/s), que é utilizada para gerar energia elétrica pela casa de força complementar.

A curva-chave natural do rio no canal de fuga da casa de força principal é apresentada na Tabela 7.1. A simulação energética, ao considerar a cascata desenvolvida do Rio Tibagi, considera, portanto, a influência do reservatório de jusante (UHE São Jerônimo) no canal de fuga do circuito principal.

**Tabela 7.1 – Curva Chave Natural do Rio na Casa de Força Principal**

Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Cota (m)
0,0	510,40
52,6	511,00
157,9	512,00
236,8	512,50
342,1	513,00
421,1	513,50
526,3	514,00
1000,0	515,70
1105,3	516,00
1842,1	518,00
2000,0	518,40

A curva cota-volume do reservatório, utilizada para simular o deplecionamento é apresentada na Tabela 7.2.

**Tabela 7.2 – Curva Cota-Volume**

Volume (m <sup>3</sup> )	Nível de água (m)
1121	620,00

**UHE MAUÁ**

<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nível de água (m)</b>
1407	625,00
1745	630,00
2137	635,00

**7.4.2 Casa de Força Complementar:**

Os dados utilizados na simulação da geração na casa de força complementar foram os seguintes:

Potência Instalada Total.....	11 MW
Número de Unidades Geradoras .....	2
Tipo de turbina .....	Francis, eixo horizontal
Rendimento Médio da Turbina .....	91,5%
Rendimento Médio do Gerador .....	97,5%
Rendimento Médio do conjunto Turbina / Gerador .....	89,21%
Constante de perdas no circuito de adução .....	0,004332 s <sup>2</sup> /m <sup>5</sup>
Disponibilidade total .....	90,91%
N.A. máximo normal de montante .....	635,00 m
N.A. mínimo de montante.....	626,00 m
N.A. normal de jusante.....	565,95 m
Queda bruta .....	69,05 m

A Tabela 7.3 apresenta a curva-chave no canal de fuga da casa de força complementar. Esta curva é a mesma utilizada nos Estudos de Viabilidade (CNEC, 2004).

**Tabela 7.3 – Curva-Chave no Canal de Fuga da Casa de Força Complementar**

<b>Descarga (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Nível de água (m)</b>
5,77	565,90
30,00	566,00
64,55	566,10
106,93	566,20
155,88	566,30
210,63	566,40
270,61	566,50
450,00	567,00
770,00	568,00
1000,00	568,48
1500,00	569,05
2000,00	569,53

---

**UHE MAUÁ**

As vazões médias mensais utilizadas na simulação referente à casa de força complementar foram obtidas a partir da soma da vazão sanitária (18,8 m<sup>3</sup>/s) com as vazões vertidas registradas na simulação final do MSUI para a casa de força principal.

A disponibilidade total utilizada foi a mesma do Estudo de Viabilidade (CNEC, 2004).

**UHE MAUÁ****7.5. RESULTADOS OBTIDOS**

As simulações resultaram nos seguintes valores, relacionados nas Tabelas 7.4 e 7.5.

**Tabela 7.4 – Resultados obtidos – Casa de Força Principal**

Parâmetros	Valor
Queda Líquida de Referência	116,5 m
Queda Líquida de Projeto	118,4 m
Engolimento máximo da turbina	337,8 m³/s
Perda média	1,62 m
Energia Média	204,30 MWmédios
	FC = 0,58
Energia Firme	177,24 MWmédios
	FC = 0,51

**Tabela 7.5 – Resultados obtidos – Casa de Força Complementar**

Parâmetros	Valor
Queda Líquida de Referência	66,86 m
Queda Líquida de Projeto	67,52 m
Engolimento máximo da turbina	18,8 m³/s
Perda média	1,50 m
Energia Média	9,99 MWmédio
	FC = 0,91
Energia Firme	9,93 MWmédio
	FC = 0,90

**7.6. CONCLUSÃO**

Verificam-se acréscimos de 1,70 MWmédio e 2,24 MWmédio para a casa de força principal nas Energias Média e Firme, respectivamente, em relação ao caso base da EPE com a cascata desenvolvida, que apresenta os valores de 202,60 MWmédio e 175,00 MWmédio.

No caso da Casa de Força Complementar, como a EPE não apresentou resultados de simulação, não há base de comparação (os valores apresentados na Nota Técnica EPE-DEE-RE-094/2006-R0 referem-se aos resultados apresentados pelo CNEC Engenharia S.A.).

Assim, pelos resultados apresentados, pode-se concluir que com os novos parâmetros da UHE Mauá não haverá redução de Garantia Física.

---

**UHE MAUÁ****8. ALTERAÇÕES NO ARRANJO DEFINIDO NOS ESTUDOS DE VIABILIDADE****8.1. DESCRIÇÃO GERAL DO ARRANJO DA VIABILIDADE**

O arranjo geral da UHE Mauá, definido no Adendo 3 dos Estudos de Viabilidade efetuados pelo CNEC em 2005, era composto por uma barragem de Enrocamento com Face de Concreto (EFC) no leito do rio, por um vertedouro e circuito hidráulico de geração da usina complementar posicionados na margem esquerda e por um circuito hidráulico de geração da usina principal localizado na margem direita.

O eixo do barramento localizava-se 1200 m a montante da soleira vertente da usina Presidente Vargas. A barragem possuía seção típica de enrocamento, impermeabilizada com laje de concreto no talude de montante (EFC). O eixo era retilíneo, com 712 m de extensão, altura máxima de 80,5 m e crista na elevação 638,00 m.

Neste estudo o vertedouro estava posicionado cerca de 300 m a jusante do eixo do barramento e possuía quatro vãos controlados por comportas segmento com 11,50 m de largura por 17,00 m de altura e crista na elevação 618,00 m. O fluxo era restituído ao rio através de uma calha revestida em concreto terminando em uma concha defletora do tipo salto de esquí. A dissipação de energia ocorria em uma bacia pré-escavada em rocha junto à margem esquerda.

O desvio seria efetuado através de dois túneis escavados em rocha posicionados na margem direita e dimensionados para escoar a cheia anual com 25 anos de tempo de recorrência. Os túneis teriam seção transversal do tipo arco-retângulo com 12,00 m de largura e 12,00 m de altura.

O circuito hidráulico de geração principal localizava-se na margem direita, com a tomada de água posicionada 300 m a montante do eixo do barramento. O circuito de geração era constituído pela tomada de água, um túnel de adução, chaminé de equilíbrio, conduto forçado e casa de força.

O túnel de adução seria escavado em seção arco-retângulo retângulo com 12,00 m de largura por 12,00 m de altura e 1936 m de extensão. No trecho final do túnel estava prevista uma chaminé de equilíbrio com 22,5 m de diâmetro. O conduto forçado era exposto, com 7,5 m de diâmetro, e contava com uma trifurcação no trecho final, imediatamente a montante da casa de força.

A casa de força era dotada de três unidades geradoras do tipo Francis com potência unitária de 116,67 MW, perfazendo um total de 350 MW de potência instalada nos bornes do gerador.

A usina complementar, cuja finalidade era de aproveitar a vazão sanitária para geração de energia, localizava-se na margem esquerda entre o vertedouro e a barragem. O circuito de geração desta usina era constituído por uma tomada de água situada no muro direito do vertedouro, seguida de um conduto forçado com 2,75 m de diâmetro e cerca de 340 m de extensão até a bifurcação que alimentaria as unidades geradoras. A casa de força era dotada de 2 unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal, acopladas diretamente aos geradores, com potência unitária de 5,5 MW, totalizando 11 MW de potência instalada.



**UHE MAUÁ****8.2. ALTERAÇÕES EFETUADAS NO PROJETO BÁSICO ENTREGUE À ANEEL**

O Consórcio UHE Mauá, contratado pelo Consórcio Cruzeiro do Sul em regime de EPC para implantação da UHE Mauá, analisou os Estudos de Viabilidade para esse empreendimento elaborado pelo CNEC e disponibilizado pela ANEEL. Como resultado dessa avaliação, foi desenvolvido um estudo detalhado de arranjo alternativo, baseado em dados atuais de custos de insumos e características de equipamentos. A alternativa estudada visou principalmente a definição do melhor arranjo do ponto de vista técnico e econômico, e uma redução no cronograma do empreendimento.

Descreve-se a seguir as modificações efetuadas no arranjo do empreendimento por ocasião do desenvolvimento do Projeto Básico entregue à ANEEL em julho de 2007.

**8.2.1 Barragem**

O eixo selecionado nos estudos de Viabilidade localizava-se inteiramente sobre rochas sedimentares, condicionando o tipo de barragem ao selecionado naquela ocasião (EFC).

A existência de afloramentos de diabásio, identificados em mapeamentos anteriores e localizados a 600 m a jusante do eixo da Viabilidade, com espessura adequada para a fundação, possibilitou estudar-se uma alternativa em Concreto Compactado com Rolo (CCR). Foi então desenvolvida uma barragem em CCR, com o vertedouro posicionado no leito do rio sobre o maciço de CCR e uma barragem de fechamento de enrocamento com núcleo de argila na margem direita.

Enfatizam-se as melhores condições geológico-geotécnicas da fundação no local identificado acima, em relação às verificadas para o eixo sugerido nos Estudos de Viabilidade.

Na comparação das alternativas de tipo de barragem chegou-se à conclusão que a barragem em CCR tem condições econômicas equivalentes às da barragem em EFC, porém traz maior flexibilidade ao cronograma da obra, uma vez que toda a escavação necessária para a implementação do vertedouro na margem esquerda é eliminada com esta alternativa. Sendo assim, decidiu-se adotar a barragem em concreto compactado com rolo para a UHE Mauá.

**8.2.2 Desvio do Rio**

No Estudo de Viabilidade havia sido adotada a solução de desvio do rio através de dois túneis posicionados na margem direita. Para o Projeto Básico entregue à ANEEL adotou-se o desvio por adufas localizadas em canal escavado na margem direita sob trecho da barragem de concreto compactado com rolo.

**8.2.3 Vertedouro**

Com o deslocamento do eixo do barramento em cerca de 600 m para jusante em relação aos Estudos de Viabilidade, e com a adoção de barragem em CCR, o vertedouro foi posicionado no leito do rio, sobre o maciço de concreto.

**8.2.4 Circuito Hidráulico de Geração**

O circuito de geração foi mantido basicamente na mesma posição definida nos Estudos de Viabilidade, com pequenas alterações no traçado do túnel de adução e no posicionamento da casa de força. Descrevem-se a seguir as alterações introduzidas no arranjo do circuito hidráulico, em relação aos Estudos de Viabilidade:



**UHE MAUÁ**

- Na nova concepção, a chaminé de equilíbrio foi eliminada e substituída por câmara de carga, posicionada aproximadamente nas mesmas coordenadas do estudo de Viabilidade.
- A tomada de água no reservatório foi substituída por uma estrutura bem mais simplificada, na qual serão instaladas guias e peças fixas para o uso de comportas enscadeiradas, permitindo o fechamento do túnel de baixa pressão para inspeção interna.
- Na câmara de carga será construída nova estrutura de tomada de água, onde estarão instalados os equipamentos hidromecânicos e de içamento, com grades, comportas e talha, permitindo que a adução a cada turbina se faça através de 3 túneis forçados individuais, denominados túneis de alta pressão.
- Da tomada de água individual de cada unidade geradora segue um trecho inicial de túnel forçado vertical (shaft) com cerca de 79 m, estendendo-se do final da transição da tomada de água até uma curva vertical que transiciona os túneis para uma declividade aproximada de 4% até a casa de força, trecho sub-horizontal, com extensão total de aproximadamente 288 m.
- A casa de força foi reposicionada de modo a ficar no mesmo alinhamento dos túneis forçados, deixando a deflexão ocorrer no canal de fuga.

As principais vantagens operacionais do novo circuito hidráulico de geração, em relação ao definido nos Estudos de Viabilidade, são:

- Aumento da estabilidade hidráulica do circuito de geração, que resulta numa operação mais suave das unidades geradoras e, conseqüentemente, redução nas intervenções necessárias para manutenção, que se torna otimizada na configuração ora proposta, pois:
  - O circuito de alta pressão, com comprimento e diâmetro reduzidos, possui menor inércia.
  - Sendo circuitos independentes, as instabilidades geradas em uma turbina não são transmitidas à adjacente.
  - A câmara de compensação possui uma amplitude de oscilação inferior à da chaminé de equilíbrio e, portanto, períodos mais longos.
- Há uma redução das perdas de carga, possibilitando com isso um incremento na energia a ser gerada.
- Há menor risco de indisponibilidade forçada, pois uma eventual falha nas válvulas borboleta implicaria em parar toda a usina para manutenção. Com circuitos independentes, este risco é sensivelmente reduzido.
- Como todo o circuito de alta pressão é embutido em concreto, reduz-se o risco de vazamentos para o interior da Casa de Força.

**8.3. ALTERAÇÕES EFETUADAS NO PROJETO BÁSICO CONSOLIDADO**

A partir da conclusão das investigações geológicas programadas para subsidiar o desenvolvimento do Projeto Básico, verificou-se a possibilidade de se efetuar algumas alterações no arranjo do empreendimento, em relação ao que foi apresentado à ANEEL. Neste sentido, foram feitas duas alterações mais significativas no arranjo. São elas:

---

**UHE MAUÁ**

- Substituição das adufas de desvio por dois túneis em seção arco-retângulo na margem direita. Essa alteração resultou em um alteamento da ensecadeira de montante da El.578,00 para a El.589,00.
- Modificação na geometria do vertedouro, sendo elas a alteração nas dimensões das comportas, que passaram de 11,2 m (H) x 17,0 m (V) para 11,4 m (H) x 16,0 m (V), alteração na cota do defletor, que subiu da El.571,0 m para a El.587,235, e alteração na posição do munhão. Esta última modificação teve como objetivo corrigir a instabilidade do fluxo vertido no caso de vazões com tempo de recorrência superior a 500 anos, conforme observado nos ensaios efetuados em modelo reduzido.
- Adequação do posicionamento do circuito de geração de alta pressão visando principalmente eliminar a necessidade de muros na câmara de carga, reduzir o comprimento da blindagem em 50 m e melhorar as condições de restituição do fluxo ao leito do rio. A posição da subestação também sofreu ajustes visando adequar o ângulo de saída das linhas curtas.

Além das modificações acima citadas, foram efetuados ajustes na geometria das casas de força principal e complementar em função do projeto definitivo das unidades geradoras.

**UHE MAUÁ****9. DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS DO APROVEITAMENTO****9.1. DESCRIÇÃO GERAL DO ARRANJO**

O arranjo geral da UHE Mauá, conforme os estudos desenvolvidos para o Projeto Básico Consolidado, prevê uma barragem em Concreto Compactado com Rolo (CCR) e uma barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA) para fechamento na margem direita, vertedouro com comportas situado sobre o maciço de CCR, túnel de desvio e usina complementar para aproveitamento energético da vazão sanitária.

O sistema extravasor será constituído por vertedouro controlado por quatro comportas tipo segmento, com ogiva de perfil tipo Creager, calha vertente, concha defletora e laje de proteção da rocha a jusante da concha. A dissipação da energia ocorrerá na calha do rio, em local influenciado pelo remanso da barragem da UHE Presidente Vargas, situada a jusante.

O desvio do rio será realizado através de dois túneis de desvio, localizados na margem direita do rio.

Também na margem direita será implantada uma PCH ou circuito de Geração Complementar da UHE Mauá, com potência total instalada de 11 MW, através de duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal, aproveitando a vazão sanitária constante para jusante de 18,8 m<sup>3</sup>/s.

O circuito de geração principal da UHE Mauá é composto por tomada de água de baixa pressão, túnel de adução escavado em rocha, câmara de carga, tomada de água de alta pressão e túneis forçados até a casa de força principal. Para a casa de força principal foram previstas três unidades geradoras, com turbinas do tipo Francis de eixo vertical, que juntas perfazem um total de 350 MW de potência instalada.

O reservatório irá operar com o nível máximo normal na El.635,00 m, inundando uma área de 83,9 km<sup>2</sup> e armazenando um volume de 2.137 milhões de m<sup>3</sup>. O deplecionamento máximo previsto é de 9,0 m, definido o nível mínimo operacional na El.626,00 m. A sobreelevação máxima é de 1,5 m, correspondente à passagem da cheia decamilenar com pico defluente de 7.173 m<sup>3</sup>/s e nível máximo na El.636,50 m.

O arranjo geral da UHE Mauá é apresentado no desenho VLB-MA-DE-310-00-001.

**9.2. DESVIO DO RIO E ENSECADEIRAS****Primeira Fase**

Na primeira etapa, o rio permanecerá no seu leito natural e as obras serão executadas na margem direita. Nessa etapa serão executadas as escavações a céu aberto dos canais de entrada e saída dos túneis de desvio, da barragem em CCR (Concreto Compactado à Rolo) e BENA (Barragem de Enrocamento com Núcleo Argiloso) e da usina complementar, além das escavações subterrâneas para implantação dos túneis de desvio. Após a execução das escavações do emboque e túneis de desvio, será construída em seu portal a estrutura de concreto de controle do desvio do rio. A BENA e a Barragem de CCR na margem direita poderão ser iniciadas nesta Etapa de Desvio.

Para execução do canal de desvio serão deixados septos em rocha em sua entrada e saída, bem como para a casa de força complementar, na elevação 571,10 m. Os

## UHE MAUÁ

septos dos canais de entrada e saída serão removidos para a operação do desvio do rio.

A estrutura de concreto dos túneis de desvio foi projetada com 4 aberturas de 3,5 m de largura por 9,00 m de altura, com piso na El. 560,00. O canal de entrada do desvio será escavado na El. 559,50 com a soleira na El. 565,50 enquanto que o canal de saída estará na El. 560,00 com a soleira na El. 564,00.

### Segunda Fase

Na segunda etapa, o rio será desviado por dois túneis de desvio em seção arco-retangular com 9 m de altura e 9 m de largura situados na margem direita. A operação de desvio terá início com o lançamento do cordão de enrocamento da ensecadeira de montante, utilizando-se rocha proveniente da escavação dos canais de desvio. Com o avanço da pré-ensecadeira, em ponta de aterro, o fluxo será gradativamente desviado para os túneis de desvio.

A cheia de projeto do desvio é de 5 anos de tempo recorrência no período úmido, correspondente a uma vazão de 2.070 m<sup>3</sup>/s.

Após o fechamento da pré-ensecadeira, a mesma será alteada com solo até a El. 589,00, material este obtido das escavações obrigatórias na área da barragem na margem direita e dos canais de desvio. Será também executado o lançamento da ensecadeira de jusante, permitindo o esgotamento da área para o início das obras na fundação da barragem.

Tão logo o maciço da barragem de CCR atinja a El. 589,00 em toda a sua extensão e já tenham sido executados os trabalhos de injeção no pé de montante do barramento no leito do rio, a ensecadeira de montante deixa de ter finalidade de proteção, sendo a segurança do desvio dada pelo próprio barramento. Para tanto, a barragem em enrocamento, na margem direita, deverá estar sempre em elevação superior à barragem de concreto, minimizando os riscos de eventuais galgamentos.

Completadas as obras do barramento e da tomada de adução, poderá ser iniciado o enchimento do reservatório, com o fechamento dos túneis de desvio. Este fechamento será executado por meio de guindaste móvel. Uma vez fechadas as comportas do desvio, serão executados os tampões no interior dos túneis por meio de acesso na margem direita a jusante dos mesmos.

### 9.3. BARRAGENS

O arranjo selecionado para a UHE Mauá apresenta, na região do barramento, solução composta de barragem em Concreto Compactado com Rolo (CCR) e barragem em Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA) para o fechamento na ombreira direita.

A barragem em CCR tem coroamento na Elevação 637,50 m, complementada por um muro parapeito de concreto com 1,30 m de altura até a Elevação 638,80 m. Esta cota é suficiente para que a barragem acomode a cheia de projeto (decamilenar), que atinge o nível máximo maximorum na Elevação 636,50 m, e também a cheia máxima provável cujo nível máximo excepcional atinge a Elevação 638,20 m.

Dessa maneira, para a condição de cheia de projeto (decamilenar), em relação à barragem em CCR, tem-se uma borda livre de 1,00 m de altura, para o acomodamento de ondas no reservatório, mais a altura do muro parapeito. Para a barragem de enrocamento com núcleo de argila, tem-se uma borda livre de 2,50 m de altura.

## UHE MAUÁ

A estrutura a gravidade da barragem de CCR, apresenta o coroamento com 11,00 m de largura tendo o paramento de montante vertical e o de jusante inclinado em 1,00 V:0,70 H a partir da Elevação 621,70 e 1,00 V:1,00 H a partir da Elevação 595,93.

Na margem direita, entre as estruturas do vertedouro e dos túneis de desvio, foi previsto o circuito de geração complementar da UHE Mauá, que aproveita a vazão sanitária para geração de energia. Quando a barragem atingir a Elevação 620,00 m na margem direita será iniciada a execução da estrutura de sua tomada de água.

A vazão sanitária no período de enchimento do reservatório será provida por meio de tubulações instaladas na barragem de CCR. Na ocasião do início do enchimento do reservatório, a água atingirá essas tubulações provisórias através de uma abertura escavada na ensecadeira de montante.

A vedação do CCR será propiciada por meio de face de concreto convencional a montante, com espessura mínima variando de 50 a 70 cm, executada concomitantemente com o lançamento do CCR, no sistema conhecido como árvore de Natal. Nas juntas entre os blocos da barragem serão utilizados veda-juntas de cloreto de polivinil (PVC).

A vedação é complementada por meio de injeções convencionais de calda de cimento na fundação, realizadas a partir de uma laje de concreto situada no pé de montante da barragem.

A barragem de enrocamento com núcleo argiloso posicionada na ombreira direita terá cerca de 250 m de extensão, altura máxima de 50 m sobre a fundação e largura da crista de 10 m com coroamento na Elevação 639,00 m. Os paramentos externos de montante e jusante terão inclinação 1,0 V:1,6 H e serão constituídos de enrocamento.

O núcleo argiloso terá largura mínima na crista de 4,0 m e terá inclinações de 1,0V:0,25H e 1,0V:0,1H ambos para montante, mantendo o gradiente hidráulico em torno de 0,35 ( L/H).

A barragem de enrocamento com núcleo argiloso deverá estar assente sobre fundação competente com NSPT > 15 golpes. Na região central do núcleo argiloso será escavado um CUT-OFF até se atingir o topo de rocha ou material com permeabilidade compatível a do núcleo ( $k > 1 \times 10^{-6}$  cm/s). Para a determinação da permeabilidade das fundações serão realizados ensaios de infiltração e perda d'água. Na região do CUT-OFF está prevista a realização de uma cortina de injeções para homogeneizar a permeabilidade da fundação da barragem.

O núcleo argiloso será protegido tanto a montante quanto a jusante por camadas de transições e areias graduadas de maneira que se evite qualquer tipo de carreamento de materiais durante a vida útil da barragem. Para o estabelecimento das faixas granulométricas dos materiais constituintes da barragem, serão empregados os Critérios de Filtros estabelecidos por Terzaghi.

A jusante do núcleo argiloso está prevista a proteção do solo de fundação remanescente também com a adoção de camadas de areia e transições sobrepostas de modo a evitar o carreamento de materiais da fundação da barragem pelo efeito da poro-pressão.

O encontro das barragens de CCR e BENA irá ocorrer de modo que suas saias de montante e de jusante abracem a estrutura de concreto, propiciando a devida vedação entre as mesmas. A face da Barragem em CCR em contato com o núcleo de argila da BENA deverá ter inclinação mínima de 1V:0,1H.

## UHE MAUÁ

### 9.4. VERTEDOURO

O vertedouro da UHE Mauá foi projetado sobre o maciço da barragem em CCR, no alinhamento da calha natural do rio.

Esta estrutura possui a crista da ogiva na Elevação 619,00 m, controlado por quatro comportas segmento de 16,00 m (H) x 11,40 m (L). A manutenção destas comportas-segmento poderá ser efetuada com utilização de comporta ensecadeira a montante, operada por uma monovia com talha, situada sobre a estrutura do vertedouro.

Para o projeto do vertedouro foi considerada a cheia decamilenar afluyente, com pico de 8.213 m<sup>3</sup>/s. Esta cheia será amortecida no reservatório com uma sobrelevação máxima de 1,50 m, correspondente ao nível de água máximo maximorum na Elevação 636,50 m. Dessa forma, a vazão efluente máxima pelo vertedouro será de 7.173 m<sup>3</sup>/s.

O vertedouro também foi verificado para o escoamento da Vazão Máxima Provável, com pico de 9.638 m<sup>3</sup>/s, resultando uma vazão defluente de 8.164 m<sup>3</sup>/s, com o nível de água do reservatório atingindo a Elevação 638,20 m abaixo da cota do muro de proteção da barragem, que se encontra na El.638,80 m.

O vertedouro será dotado de uma calha de concreto a jusante da ogiva, com inclinação coincidente com o paramento de jusante da barragem, seguida de uma concha defletora (flip) para lançamento do jato e dissipação da energia a jusante. Está prevista uma laje de proteção a jusante da concha defletora, para proteção da rocha na base da estrutura. A dissipação de energia ocorrerá na calha do rio, em local influenciado pelo remanso da barragem da Usina Presidente Vargas, situada a jusante. As condições de fundação, sobre um afloramento de diabásio, eliminam a necessidade da pré-escavação de uma fossa de erosão a jusante do vertedouro.

### 9.5. CIRCUITO DE GERAÇÃO PRINCIPAL

O circuito de geração principal da UHE Mauá está posicionado na margem direita do rio Tibagi e é composto por canal de entrada, tomada de água de baixa pressão, túnel de adução, câmara de carga, tomada de água de alta pressão, túneis forçados, casa de força e canal de fuga. O arranjo geral do circuito de geração é apresentado nos desenhos VLB-MA-DE-310-00-005 e VLB-MA-DE-310-00-006.

A seguir é feita uma descrição detalhada de cada uma das estruturas que compõem o circuito hidráulico de geração principal do aproveitamento.

#### 9.5.1 Entrada do Túnel de Baixa Pressão

O emboque do túnel de baixa pressão foi previsto na margem direita do rio Tibagi, cerca de 800 m a montante da estrutura do barramento. O canal de entrada do túnel de baixa pressão terá comprimento aproximado de 120 m, largura de 22,00 m e cota de fundo na Elevação 603,00 m. As escavações comum e em rocha no canal de entrada foram previstas com taludes inclinados de 1,5 H : 1,0 V e 0,25 H : 1,0 V, respectivamente. Estão previstas bermas de 0,50 m de largura na Elevação 614,00 m e uma berma de 4,00 m na Elevação 626,00 m.

Junto ao emboque do túnel estará posicionada a estrutura da tomada de água de baixa pressão. Esta tomada abrigará as comportas ensecadeiras que têm por finalidade propiciar a inspeção e manutenção do túnel de baixa pressão. A soleira da tomada situar-se-á na elevação 605,00 m e sua crista na Elevação 638,00 m. A



## UHE MAUÁ

largura total da estrutura será de 16,0 m. O comprimento da tomada de água de baixa pressão (no sentido do fluxo) será de 21,0 m. Um pilar central dividirá o vão total de fechamento em dois, com largura de 5,0 m cada. As paredes da estrutura da tomada foram projetadas com arredondamentos de modo a minimizar as perdas de carga internas.

Cada comporta possuirá soleira disposta na Elevação 605,00 m, vedando uma seção hidráulica com 5,0 m de largura e 12,45 m de altura. As comportas serão manobradas por monovia da tomada de água, com auxílio de uma viga pescadora, a partir da crista da estrutura disposta na Elevação 638,00 m. A aeração a jusante das comportas será propiciada por um tubo de 0,80 m que estará embutido na estrutura da tomada.

Para o enchimento do túnel está prevista a utilização de uma comporta deslizante de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura acionada a partir de um pedestal na Elevação 638,00 m.

Os desenhos VLB-MA-DE-315-20-001 e VLB-MA-DE-315-40-001 apresentam com mais detalhes a escavação do canal de entrada e a estrutura da tomada de água de baixa pressão.

### 9.5.2 Túnel de Adução

O túnel de adução entre a tomada de água de baixa pressão e a câmara de carga terá um comprimento total de cerca de 1.950 m e declividade de 0,13%. Seu traçado prevê uma curva para a esquerda hidráulica, com 600,0 m de raio. O ponto de inflexão está previsto a aproximadamente 1.430 m de seu início.

A seção de escavação do túnel será arco-retângulo com 12,20 m de largura e 12,45 m de altura. Os tratamentos ao longo do túnel serão definidos com o mapeamento geológico e levará em consideração 4 classes de maciço rochoso, variando desde a Classe I, com tirantes esporádicos e 7,50cm de concreto projetado padrão nas paredes e abóboda até a a Classe IV, com tirantes sistemáticos, numa malha de 2,00x2,00m e 15cm de concreto projetado com fibras de aço. Todo o piso será concretado, com cerca de 20cm de espessura.. O concreto somente será lançado após a remoção do material existente no fundo da escavação. Visando reduzir os efeitos de subpressão sob a laje, serão executados furos de drenagem na mesma. Tratamentos esporádicos poderão ser utilizados durante a sua escavação.

O túnel de adução está mostrado no desenho VLB-MA-DE-315-20-003.

### 9.5.3 Câmara de Carga

A câmara de carga situar-se-á no final do túnel de baixa pressão e está prevista para possibilitar o amortecimento das variações da vazão turbinada na casa de força. Será escavada a céu aberto e no seu interior situar-se-á a tomada de água para os túneis de alta pressão.

O piso da câmara de carga foi previsto na Elevação 602,40 m e próximo à tomada de água o fundo se erguerá em rampa até a Elevação 606,00 m. Sua escavação terá formato aproximadamente trapezoidal, com largura máxima de 65 m e comprimento de 40 m. O trecho escavado em rocha terá taludes verticais, com bermas intermediárias, com 0,50 m de largura da elevação 619,00 m até aproximadamente a cota 637,00 m e bermas de 7,0 m de largura nas elevações 619,00 m, próximo à elevação 637,00 e 643,00 m (onde as bermas servirão de acesso às escavações). A partir da cota 653,00, as bermas terão largura de 5 m e os taludes serão inclinados em 0,5H:1V Os

**UHE MAUÁ**

taludes de escavação comum estão previstos com inclinação de 1,5 H : 1,0 V e bermas com 3,0 m de largura a partir da elevação 673,00 m.

A câmara vai ser escavada em rocha com o desenvolvimento de um acesso interno de 255,00 m de comprimento e 7,00 m de largura entre as elevações 643,00 e 619,00. Os taludes serão verticais com altura variando de 0,0 a 24,0 m. A parede de jusante vai ser revestida com um muro de concreto atirantado com 123,0 m de comprimento e altura variando de 12,80 a 23,50 m. Na parede oposta serão feitos tratamentos com barras de ancoragem e concreto projetado.

Na elevação 619,00 será feita uma berma de 6,00 m de largura e abaixo desta elevação a retirada do material de escavação vai ser feita com rampas internas de serviço. A escavação final será retirada por uma janela de acesso escavada com seção tipo arco retângulo com 105,00 m de comprimento e com 5,00 m de diâmetro.

A escavação da câmara de carga é mostrada nos desenhos VLB-MA-DE-315-20-001 e VLB-MA-DE-315-20-002.

Os tratamentos de taludes serão feitos através de barras de ancoragem, concreto projetado, drenos de alívio e drenos horizontais profundos, conforme desenho VLB-MA-DE-315-21-001. A impermeabilização do maciço será feita através de uma cortina de injeção executada no pé do muro de jusante e fechando junto às margens na elevação 625,0 m.

Para drenagem do maciço será executada uma galeria com 143,00 m de comprimento, tipo arco retângulo e com diâmetro de 3,00 m. Nesta galeria serão perfurados drenos possibilitando a drenagem do maciço entre as elevações 628,00 a 580,00 m.

**9.5.4 Tomada de Água de Alta Pressão**

A estrutura da tomada de água de alta pressão será em torre, sem apoio no talude de jusante da escavação em rocha da câmara de carga. Será em concreto armado com 47,5 m de altura, contados da transição para os túneis forçados, na Elevação 595,50 m, até a sua crista, na Elevação 643,00 m.

Serão três tomadas de água distintas, uma para cada unidade geradora e respectivo túnel forçado. A largura total da estrutura, incluindo as três tomadas, será de 39,70 m e o comprimento de 27,25 m.

Em cada tomada está prevista uma comporta vagão com 4,70 m de vão livre e 6,50 m de altura livre. Para os serviços de manutenção está prevista uma única comporta ensecadeira, com largura livre de 4,70 m de vão livre por 6,63 m de altura, para as três tomadas.

Em cada portal haverá um conjunto de grades com 7,20 m de vão e altura vertical de 15,0 m. Cada conjunto de grades foi previsto com 5 painéis intercambiáveis. A remoção dos detritos acumulados nos painéis será feita por meio de máquina limpa-grades. Para o içamento dos painéis das grades será utilizada uma viga pescadora, movimentada por pórtico rolante.

A soleira da estrutura das tomadas de água de alta pressão foi projetada na Elevação 607,00 m. Em cada tomada, as cotas de fundo, nos trechos que abrigam as comportas ensecadeira e vagão, estão nas Elevações 608,76 m e 608,51 m, respectivamente. Após a comporta vagão haverá uma curva vertical para o túnel forçado vertical. A partir da Elevação 602,60 m, no início do trecho vertical do túnel forçado, haverá uma



**UHE MAUÁ**

outra transição de seção retangular para circular. Esta transição foi prevista numa extensão de 7,1 m até a elevação 595,50 m.

Os desenhos VLB-MA-DE-315-40-001 a 003 apresentam mais detalhes da estrutura descrita acima.

**9.5.5 Túneis Forçados**

A partir da estrutura da tomada de água na câmara de carga estão previstos três túneis forçados até a casa de força. O trecho inicial de cada túnel forçado será vertical (shaft) com diâmetro escavado de 6,70 m, estendendo-se da Elevação 595,50 m, onde termina a transição da tomada de água, até a Elevação 523,53 m. Os túneis estarão afastados de 15,0 m entre linhas de centro e serão revestidos com 0,40 m de concreto, resultando em um diâmetro interno de 5,9 m.

Na elevação 523,53 m, está prevista uma curva vertical, transicionando os túneis para uma declividade aproximada de 10% até a transição com a blindagem e daí em diante com uma declividade de 0,96%, com extensão total de 305,53 m no túnel central. Os 150 m finais de cada túnel forçado serão blindados em aço.

No trecho anterior à blindagem, com 150,30 m, 155,53 e 159,85 de extensão, respectivamente, os túneis serão escavados com seção ferradura com 4,90 m de largura na base e 6,70 m de altura. Os túneis serão revestidos 0,40 m de concreto, resultando em uma seção interna circular com 5,9 m de diâmetro.

No trecho blindado a seção de escavação, também ferradura, terá base de 4,24 m e altura de 5,80 m. Foi previsto um trecho de transição entre a seção revestida em concreto e a seção blindada, com 4,50 m de extensão. O trecho blindado terá diâmetro interno de 5,0 m. Neste trecho os túneis externos se afastarão do túnel central aumentando a distância entre eles para 16,00 m.

Para auxiliar na escavação dos túneis e instalação da blindagem será escavado um túnel de acesso com 206,22 m de comprimento e 12% de inclinação, com emboque a partir do pátio da casa de força. Os desenhos VLB-MA-DE-316-20-001 e VLB-MA-DE-316-20-002, mostram a escavação dos túneis forçados, túnel de acesso e galeria de drenagem.

Acima dos três túneis será executada uma galeria de drenagem inclinada, entre a elevação 531,70 m e a elevação 530,20 m, com 150,00 m de extensão paralela ao eixo dos túneis e 43,00 m no final da galeria, normal aos túneis. O emboque é a partir do pátio externo da casa de força e dessa galeria será executada a cortina de drenagem dos túneis forçados. Esta galeria terá seção arco-retângulo com 3,00 m de diâmetro. Os furos de drenagem serão feitos a cada 20 m, com profundidades de 18 m (até o túnel central) e 22 m (até os túneis laterais), e a cada 5 m no trecho escavado transversalmente aos túneis.

Com o objetivo de aliviar a carga hidráulica para o interior do maciço a montante da casa de força também foi projetada uma galeria de drenagem próxima à câmara de carga, com fundo na elevação 605,80 m e extensão de 143 m. Nesta galeria serão executados furos para cima a cada 3 m, com 20 m de comprimento e furos para baixo a cada 3 m, com 25 m de comprimento.

Nas galerias estão previstos tratamentos eventuais, como instalação de tirantes e aplicação de concreto projetado durante a escavação dos túneis.

## UHE MAUÁ

São previstos tratamentos com tirantes, barras de ancoragem, cambotas metálicas e concreto projetado durante a escavação e injeção de impermeabilização após o revestimento definitivo, conforme desenho VLB-MA-DE-316-21-001.

### 9.5.6 Casa de Força

A casa de força será do tipo abrigada, equipada com três unidades geradoras, com turbinas tipo Francis de eixo vertical. Sua estrutura, em concreto, estará encaixada em rocha escavada. O pátio externo e o acesso à casa de força se dará pela sua lateral direita hidráulica, situados na Elevação 530,20 m, que garante sua proteção contra a cheia decamilenar.

As escavações em solo acima do pátio da casa de força serão realizadas com intercalação de bermas de 3,0 m de largura a cada 10,0 m de altura, com inclinação aproximada de 1,5H:1V. Abaixo da Elevação 530,20 m as escavações em rocha serão verticais, com bermas construtivas de 0,5m a cada 12 m de altura, totalizando três taludes .

A estrutura da casa de força será dividida em blocos das unidades e galerias, bloco da área de montagem e bloco lateral esquerdo.

Os blocos das unidades, com 16,00 m cada, abrigarão os três conjuntos turbina-gerador além dos equipamentos auxiliares de geração e controle. A distância prevista entre os eixos das turbinas, assim como a largura da nave, será de 16,00 m. A viga de apoio para o caminho do rolamento da ponte rolante estará situada na elevação 539,50 m, estendendo-se da área de montagem ao bloco lateral, suportada por pilares nas laterais da casa de força. O piso do gerador estará na Elevação 519,65 m e o piso da turbina na Elevação 513,80 m. A linha de centro do distribuidor estará na Elevação 509,50 m. As galerias elétrica superior e inferior, e a galeria mecânica estão previstas junto à parede de jusante da casa de força, respectivamente nas elevações El.519,65; El.513,80; El.507,95.

O poço de drenagem será único, situado no bloco lateral da esquerda hidráulica. O esgotamento das unidades será efetuado por um único poço de esgotamento, disposto ao lado do poço de drenagem no bloco lateral.

O bloco lateral foi previsto em prolongamento da casa de força (galerias e nave), com 8,0 m de extensão, possibilitando a movimentação da ponte rolante.

O bloco da área de montagem foi posicionado na lateral direita hidráulica da casa de força. A ponte rolante, com 31,55 m de comprimento, terá movimentação em toda a extensão da casa de força e área de montagem. Posteriormente à montagem dos equipamentos, parte da área de montagem será ocupada na El; 530,50 pelas oficinas elétricas e mecânicas, ferramentaria e almoxarifado, na El. 533,50, pelas salas de permanência mecânica e elétrica, almoxarifado e laboratório e na El. 536,20 por 2 almoxarifados.

A recepção, sala de comando, sala de reunião, arquivo técnico e sala de treinamento ficarão situados no bloco da área de montagem, distribuídos em várias elevações. Neste bloco estão previstos ainda, sala do encarregado, sala de painéis, sanitários, copa, e sala de segurança. O hall de entrada da casa de força, cujo piso estará na Elevação 530,80 m, também prevê sanitários e vestiário.

O pátio dos transformadores está previsto sobre a laje de cobertura da galeria elétrica superior, na elevação 530,50 m. Os três transformadores elevadores estarão separados por paredes corta-fogo.

---

**UHE MAUÁ****9.5.7 Canal de Fuga**

O canal de fuga, junto à casa de força, foi projetado com largura de 48,0 m, elevando-se em duas rampas, a primeira com 32,5 m de comprimento, entre as Elevações 499,50 m e 502,75 m (declividade de 10 H : 1 V), e a outra, a jusante, com 21,0 m de comprimento entre as Elevações 502,75 m e 508,00 m (declividade de 4 H : 1 V). Neste trecho o canal se alarga para 56,0 m. Cerca de 10,0 m após atingir a Elevação 508,00 m, o canal de fuga sofre uma deflexão de 26,5° para a esquerda, alargando para 57,0 m e mantendo-se na Elevação 508,00 m até o leito do rio.

**9.6. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS PRINCIPAIS****9.6.1 Desvio do Rio**

Os equipamentos mecânicos principais do desvio do rio estão listados a seguir.

**UHE MAUÁ**Equipamentos Hidromecânicos:

## a) Comportas Gaveta dos Túneis de Desvio

Para permitir o enchimento do reservatório após a construção da usina, os vãos de desvio do rio serão fechados por meio de quatro comportas gaveta.

As comportas serão instaladas por meio de guindastes móveis, fechando por peso próprio.

As comportas gaveta serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de comportas: .....4
- Vão livre: .....3,50 m
- Altura livre: .....9,00 m
- Número de conjuntos de peças fixas: .....4
- Número de painéis por vão: .....1
- Número de vãos: .....4

## b) Comporta Vagão dos Túneis de Desvio

Para permitir a reabertura de algum vão, no caso de falha no fechamento de uma das comportas gaveta, haverá uma comporta vagão preparada para ser instalada na ranhura a montante da comporta gaveta que precise ser reaberta, permitindo que esta seja movimentada sob pressões equilibradas.

A comporta terá vedação e paramento a jusante. O acionamento será feito por meio de guindaste móvel.

A comporta vagão será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número total de comportas.....1
- Vão livre .....3,50 m
- Altura livre .....9,00 m
- Número de conjuntos de peças fixas.....4

## 9.6.2 Vertedouro

Os equipamentos principais hidromecânicos e de levantamento do vertedouro estão listados a seguir.

Equipamentos Hidromecânicos:

## a) Comporta Ensecadeira do Vertedouro

O vertedouro é constituído de 04 (quatro) vãos controlados por comportas tipo segmento, sendo cada vão dotado de ranhuras para comporta ensecadeira.

Com a finalidade de se ensecar a comporta segmento, para sua manutenção, existem guias de aço embutidas no concreto, por onde descera e se apoiará a comporta ensecadeira.

**UHE MAUÁ**

A comporta ensecadeira é composta de 6 painéis intercambiáveis que são manobrados pela monovia do vertedouro, com o auxílio de uma viga pescadora.

A viga pescadora fica armazenada sobre um painel ou sobre cavaletes no coroamento do vertedouro.

A comporta ensecadeira do vertedouro será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade de comporta ensecadeira .....1
- Quantidade de painéis da comporta ensecadeira .....6
- Quantidade de jogos de peças fixas da comporta ensecadeira .....4
- Vão livre ..... 11,40 m
- Altura da comporta ensecadeira .....18,00 m
- Altura de cada painel .....3,00 m
- Quantidade de viga pescadora .....01

**b) Comporta Segmento do Vertedouro**

As comportas segmento são utilizadas para controlar o nível de água a montante da barragem, devendo para esse efeito operarem parcialmente abertas, se necessário.

A abertura de cada comporta é feita por meio de dois servomotores hidráulicos, alimentados pela mesma central oleodinâmica. O fechamento é por ação da gravidade. Cada central oleodinâmica acionará duas comportas adjacentes e é instalada em edícula localizada no pilar entre essas comportas.

Por central oleodinâmica entende-se o conjunto de reservatório, motores elétricos e bombas de óleo, válvulas, manômetros pressostatos, tubulações e demais equipamentos necessários para fornecer óleo sob pressão aos servomotores de duas comportas adjacentes.

Para a manutenção de cada comporta, é fechado o vão correspondente, por meio dos painéis da comporta ensecadeira.

As comportas segmento serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade de Comportas .....4
- Vão livre ..... 11,40 m
- Altura Hidráulica sobre a crista da soleira .....16,00 m
- Conjuntos de peças fixas .....4
- Mecanismo de içamento .....Servomotor hidráulico
- Número de servomotores (2 por comporta) .....8

**Equipamento de Levantamento:****a) Talha Monovia do Vertedouro**

A talha monovia é utilizada para a movimentação das comportas ensecadeira do vertedouro.

**UHE MAUÁ**

A monovia é suspensa em viga de concreto sustentada por colunas de concreto pertencentes à estrutura do Vertedouro.

A talha elétrica é projetada e construída de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade nominal da talha/Monovia ..... 200 kN
- Curso do gancho.....21,0 m
- Velocidade de elevação gancho .....5,0/1,0 m/min
- Velocidade translação da talha .....20,0/1,0 m/min
- Comprimento do caminho de rolamento .....70,00 m

**9.6.3 Tomada de Água de Baixa Pressão****Equipamento Hidromecânico****a) Comporta Ensecadeira**

Para permitir o esvaziamento do túnel de adução e/ou da câmara de carga, a entrada da tomada de água de baixa pressão é fechada por meio de duas comportas ensecadeira. Cada comporta consiste de 4 (quatro) painéis intercambiáveis.

Os painéis das comportas são movimentados pela monovia da tomada de água, com auxílio de uma viga pescadora, em condições de equilíbrio de pressões.

As comportas ensecadeira serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de conjuntos de comportas: .....2
- Vão livre: .....5,10 m
- Altura livre: .....12,45 m
- Número de conjuntos de peças fixas: .....2
- Número de painéis por comporta: .....4

**Equipamento de Levantamento:****b) Talha Monovia**

A talha monovia é utilizada para a movimentação das comportas ensecadeira da tomada d'água de baixa pressão. A monovia é suspensa em viga de concreto sustentada por colunas de concreto pertencentes à estrutura da tomada d'água.

A talha elétrica será projetada e construída de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade nominal da talha/Monovia ..... 100 kN
- Curso do gancho.....35,0 m
- Velocidade de elevação gancho .....5,0/1,0 m/min
- Velocidade translação da talha .....20,0/1,0 m/min

**UHE MAUÁ**

- Comprimento do caminho de rolamento .....36,0 m

**9.6.4 Tomada de Água de Alta Pressão**

A tomada de água é constituída de três aduções independentes, que são equipadas com grades, comporta ensecadeira, comporta de emergência e máquina limpa-grades.

**Equipamentos Hidromecânicos****a) Grades**

A entrada da tomada de água é dotada de grades de proteção do tipo móvel, montadas sobre guias fixadas à face inclinada da estrutura. Em cada portal de entrada é instalado 1 (um) conjuntos de grades protegendo uma passagem com 7,20 m de vão e altura na vertical de 15,00 m. Cada conjunto de grades é composto de 5 (cinco) painéis intercambiáveis.

As grades protegem a tomada de água contra a entrada de detritos que possam danificar as turbinas. A remoção dos detritos acumulados nos painéis é feita por meio de máquina limpa-grades. A colocação e retirada dos painéis das grades são feitas por meio do gancho do pórtico rolante, com auxílio de viga pescadora. Essas operações são sempre efetuadas com água parada.

As grades serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Vão livre: .....7,20 m
- Altura livre: ..... 15,00 m
- Número de painéis por vão: .....5
- Número de vãos por adução: .....1
- Número de aduções: .....3
- Número total de painéis de grade: .....15
- Inclinação das grades com a vertical: ..... 1 (V): 0,126 (H)

**b) Comporta Ensecadeira**

Para permitir a manutenção das comportas vagão da tomada d'água a seco, a entrada de cada adução é fechada por meio de uma comporta ensecadeira. Esta comporta consiste de 2 (dois) painéis intercambiáveis.

Os painéis da comporta são movimentados pelo Pórtico Rolante da tomada de água, com auxílio de uma viga pescadora, em condições de equilíbrio de pressões

A comporta ensecadeira será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de conjuntos de comportas: .....1
- Vão livre: .....4,70 m
- Altura livre: .....6,63 m
- Número de conjuntos de peças fixas: .....3
- Número de painéis da comporta: .....2



**UHE MAUÁ**

- Número de aduções: .....3

## c) Comporta Vagão

Cada unidade geradora é dotada de uma comporta tipo vagão instalada na estrutura da tomada de água, acionada por um servomotor hidráulico.

As comportas terão vedações e paramento a montante. Os servomotores hidráulicos de acionamento são instalados nas ranhuras das comportas.

As comportas vagão serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número total de comportas.....3
- Vão livre .....4,70 m
- Altura livre .....6,50 m
- Número total de servomotores.....3
- Número total de centrais óleo-hidráulicas.....1
- Número de conjuntos de peças fixas.....3

Máquina Limpa-Grades

Para retirar os detritos acumulados nas grades da tomada d'água, será utilizada uma máquina limpa-grades acoplada ao pórtico rolante. Os trilhos do pórtico terão extensões para os dois lados da tomada d'água para permitir que tanto o pórtico rolante como a máquina limpa-grades possam atender as três tomadas.

A máquina limpa-grades será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade do rastelo ..... 10 kN
- Curso do rastelo .....39,0 m
- Velocidade de descida do rastelo ..... 10,0 m/min
- Velocidade de subida do rastelo ..... 10,0 m/min

Equipamento de Levantamento:

## a) Pórtico Rolante

O pórtico rolante será utilizado para movimentar os painéis da comporta ensecadeira e os painéis das grades, podendo também auxiliar na manutenção das comportas vagão. Os trilhos do pórtico terão extensões para os dois lados da tomada d'água para permitir que tanto o pórtico rolante como a máquina limpa-grades acoplada ao pórtico possam atender as três.

O pórtico rolante será projetado e fabricado de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade do gancho ..... 150 kN
- Vão entre linhas de centro dos trilhos.....6,6 m

**UHE MAUÁ**

- Curso de elevação do gancho principal .....45,0 m
- Velocidades de elevação .....5,0/0,5 m/min
- Velocidades de translação.....20,0/2,0 m/min
- Extensão do caminho de rolamento do pórtico .....40,0 m

**9.6.5 Túneis Forçados****Blindagens**

O trecho final de cada conduto forçado receberá uma blindagem metálica de proteção. Esta blindagem será constituída por um conduto cilíndrico de aço, diâmetro interno 5,00 m, embutido em concreto e se estendendo até a caixa espiral da unidade.

As blindagens serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade de blindagens: .....3
- Diâmetro interno: .....5,00 m
- Comprimento: .....150 m
- Carga estática nominal: .....128,5 mca

**9.6.6 Casa de Força Principal****Turbinas**

As turbinas do tipo Francis são de eixo vertical com Câmara Espiral de aço fixada no concreto da central. O rotor da turbina será do tipo Francis, em aço inoxidável, soldado.

- Potência nominal no eixo da turbina..... 119,50 MW
- Queda líquida nominal (de referência)..... 114,77 m
- Vazão nominal .....112,60 m<sup>3</sup>/s
- Rendimento médio ponderado garantido..... 92,00 %
- Rotação..... 200 rpm

O tubo de sucção concebido é do tipo cotovelo, com muro divisório.

Foi previsto, para cada turbina, um regulador de velocidade do tipo eletro-hidráulico, digital, com ação Proporcional, Integral e Derivativo (PID), dotado de canal de regulação de potência independente do canal de regulação de velocidade.

Os sistemas oleodinâmicos para controle e regulação de cada turbina compreendem, basicamente, duas eletrobombas, programadas para operação escalonada, um acumulador ar-óleo e demais dispositivos convencionais. Para a reposição de ar comprimido, foi prevista uma central dotada de dois compressores e um acumulador independente, que responderá pelo atendimento dos sistemas das três turbinas. Opcionalmente, os acumuladores dos reguladores poderão ser pressurizados com gás inerte (nitrogênio), dispensando a central de ar comprimido. As garantias de regulação foram especificadas limitando a sobrepressão máxima a 35% da máxima pressão estática, e a sobrevelocidade máxima a 50% da rotação nominal. Isto resulta numa pressão de 173,0 mca.

**UHE MAUÁ**Equipamentos Hidromecânicos

## a) Comporta Ensecadeira dos Tubos de Sucção

Para permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção das unidades geradores a seco, o tubo de sucção de cada unidade é fechado por meio de duas comportas ensecadeira, compostas de 3 painéis intercambiáveis.

Os painéis das comportas são movimentados por uma talha monovia, com auxílio de uma viga pescadora, em condições de equilíbrio de pressões.

As comportas ensecadeira serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de conjuntos de comportas: .....6
- Vão livre: .....5,085 m
- Altura livre: .....4,42 m
- Número de conjuntos de peças fixas: .....6
- Número de painéis por comporta: .....2

Equipamentos de Levantamento:

## a) Ponte Rolante da Casa de Força

A ponte rolante da casa de força é do tipo dupla viga com carro guincho possuindo todos os movimentos eletrificados e é utilizada para a montagem e a manutenção das unidades geradoras instaladas no interior da casa de força.

A ponte rolante será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade (gancho principal/auxiliar) .....2300 kN / 100 kN
- Vão .....15,50 m
- Curso de elevação gancho principal .....30,0 m
- Curso de elevação gancho auxiliar .....35,0 m
- Velocidade de elevação principal .....0,9/0,09 m/min.
- Velocidade de elevação auxiliar .....5,0/0,5 m/min.
- Velocidade de translação do carro .....10,0/1,0 m/min.
- Velocidade de translação da ponte .....15,0/1,5 m/min.
- Controle de velocidades .....Inversor de frequência
- Extensão do caminho de rolamento da ponte .....84,0 m

## b) Talha Monovia dos Tubos de Sucção

A talha monovia é utilizada para a movimentação das comportas ensecadeira dos tubos de sucção. A monovia é suspensa em viga de concreto sustentada em colunas de concreto pertencentes à estrutura da Casa de Força.

**UHE MAUÁ**

A talha elétrica será projetada e construída de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade nominal da talha/Monovia ..... 100 kN
- Curso do gancho .....40,0 m
- Velocidade de elevação gancho .....5,5/0,55 m/min
- Velocidade translação da talha ..... 12,0/1,2 m/min
- Comprimento do caminho de rolamento .....70,0 m

**9.7. SISTEMAS AUXILIARES MECÂNICOS****9.7.1 Sistema de Drenagem**

O sistema de drenagem será constituído de canaletas coletoras, ralos, tubulações, poço de drenagem e 3 conjuntos de bombas centrífugas sendo uma de reserva. Terá a finalidade de coletar e conduzir para o canal de fuga as águas de infiltração das estruturas de concreto, as de drenagem dos diversos equipamentos, incluindo os filtros automáticos do sistema de água de resfriamento e os compressores de ar de serviço e rebaixamento, aquelas percoladas pelas tampas das turbinas e pelas portas de acesso das caixas espirais e tubos de sucção, as águas de lavagem e as águas pluviais provenientes da casa de força e área de montagem.

As águas coletadas nas áreas internas da casa de força e área de montagem serão conduzidas ao poço de drenagem de onde, através de bombas, serão recalçadas para o canal de fuga.

As águas coletadas nos pisos situados acima do nível máximo de jusante e nas coberturas da casa de força serão drenadas por gravidade, diretamente para o canal de fuga.

O fluxograma correspondente ao sistema de drenagem é mostrado nos desenhos VLB-MA-FL-327-10-001 e 002.

**9.7.2 Sistema de Esgotamento e Enchimento das Unidades**

O sistema terá a finalidade de esvaziar o circuito hidráulico de geração de cada unidade para permitir o acesso para inspeção, manutenção e reparo das partes normalmente submersas, bem como efetuar o enchimento controlado do circuito. O sistema previsto será basicamente composto de um poço de esgotamento conectado ao ponto mais baixo de cada tubo de sucção através de tubulações e válvulas e três bombas centrífugas.

O esvaziamento será feito após o fechamento da comporta da tomada de água e o equilíbrio de pressões a montante e a jusante da turbina pelo vazamento do distribuidor e pela válvula by-pass entre o Túnel Forçado e o Tubo de Sucção. Após o equilíbrio, as comportas ensecadeiras do tubo de sucção serão fechadas e as bombas no poço de esgotamento serão ligadas para iniciar a operação de esvaziamento.

O enchimento da unidade deverá ser feito através do acionamento da válvula “by-pass”, instalada no corpo da comporta ensecadeira até o equilíbrio da pressão entre o tubo de sucção e o canal de fuga, para permitir a retirada da comporta ensecadeira do tubo de sucção.

## UHE MAUÁ

A última etapa para o enchimento dar-se-á com o cracking da comporta vagão da tomada de água.

O fluxograma correspondente ao sistema de esgotamento e enchimento é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-11-001.

### 9.7.3 Sistema de Água de Resfriamento e de Serviço

O sistema de água de resfriamento alimentará os trocadores de calor dos mancais da turbina e gerador, do circuito de resfriamento do ar dos geradores e dos reguladores de velocidade. Além disso, tal sistema suprirá as vedações dos eixos das turbinas, bem como os labirintos durante a eventual operação como síncrono e alimentará os sistemas de água de serviço e de combate a incêndios.

O sistema será composto basicamente por tomada de água bruta no conduto forçado, filtros principais de limpeza automática que alimentam uma tubulação principal, um ramal principal para cada unidade geradora e ramais secundários para água de vedação dos eixos, e outros interesses na medida do necessário.

Toda água de resfriamento é descarregada acima do máximo nível de jusante.

O fluxograma correspondente ao sistema de água de resfriamento é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-12-001.

### 9.7.4 Sistema de Água de Serviço

O sistema de água de serviço destina-se a suprir de água os serviços gerais e a lavagem dos pisos da casa de força.

O sistema será composto por alimentações derivadas da tubulação principal de água de resfriamento, e de rede de tubulações, de estações redutoras de pressão onde necessário, válvulas e acessórios.

O fluxograma correspondente ao sistema de água de serviço é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-16-001.

### 9.7.5 Sistema de Água Potável

O sistema de água tratada atenderá às necessidades do pessoal de serviço, através da distribuição de água tratada aos sanitários, copa, salas de baterias e bebedouros instalados na casa de força. Caso viável, a água será obtida a partir de poço artesiano próximo à Casa de Força e destinada às caixas de água no Edifício de Controle; caso contrário, consistirá de uma estação de tratamento de água e correspondentes acessórios e rede de tubulações.

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-14-001.

### 9.7.6 Sistema de Ar Comprimido de Serviço

O sistema irá suprir de ar comprimido os sistemas de freios dos geradores e os serviços gerais, tais como, alimentação de válvulas e equipamentos de controle, operação de máquinas e ferramentas pneumáticas, secagem e limpeza de peças e equipamentos situados na casa de força.

O sistema é composto basicamente por uma central de ar comprimido constituída de compressores, resfriadores posteriores, filtros e reservatórios, situada na área de serviço. Uma tubulação principal ao longo da galeria mecânica e diversos ramais,

## UHE MAUÁ

dotados de válvulas e acessórios, deverá atender os vários pontos de consumo, com secadores de ar onde necessário.

O fluxograma correspondente ao sistema de ar comprimido de serviço é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-20-001.

### 9.7.7 Sistema de Esgoto Sanitário

O sistema de esgoto sanitário terá a finalidade de remover e tratar os efluentes de esgotos sanitários da casa de força lançando o efluente líquido já tratado para o canal de fuga. O sistema será composto basicamente por um condutor que coletará todos os efluentes das áreas de conforto (banheiro, copa, cozinha, vestiário, etc.) e os conduzirá a um sistema de tratamento composto de uma fossa séptica, um poço sumidouro ou tubulações de irrigação sub-superficial, dependendo do local onde será instalado este sistema, a ser definido no Projeto Executivo.

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-17-001.

### 9.7.8 Sistema de Combate a Incêndios

Os sistemas de combate a incêndios terão a finalidade de eliminar os princípios de incêndios através de rede de hidrantes, de água nebulizada e extintores portáteis.

O sistema de hidrantes deverá proteger os diversos ambientes da casa de força, através de tubulações e válvulas, caixas de incêndio internas e hidrantes externos, convenientemente dispostos de maneira a se obter uma proteção adequada contra incêndios.

Um sistema de extintores, convenientemente distribuídos nas diversas áreas da casa de força, e também da tomada de água e PCH foi previsto em complementação ao sistema de hidrantes.

O sistema previsto para proteger os transformadores é do tipo automático, fixo, de água nebulizada com um sistema de detecção de calor. A alimentação dos sistemas de água de antiincêndio será proveniente da tubulação principal de água de serviço. Será previsto um ramal independente para cada transformador, dotado de válvula de bloqueio, válvula dilúvio e projetores adequadamente dispostos em volta dos transformadores. O sistema de detecção de calor, composto de termo-sensores de temperatura fixa, é alimentado através de um reservatório próprio de ar comprimido, suprido pelo sistema de ar comprimido de serviço.

O fluxograma correspondente ao sistema de proteção contra incêndios é apresentado nos desenhos VLB-MA-FL-327-13-001.

### 9.7.9 Separador de Água e Óleo

Sob os transformadores, haverá uma bacia de dissipação para coleta do óleo isolante eventualmente derramado, juntamente com a água utilizada para o combate ao incêndio, com uma camada superficial de brita que auxilia a extinção do sinistro. A mistura óleo e água é direcionada para um tanque separador por meio de tubulações embutidas; o óleo separado é armazenado numa câmara que permite sua posterior retirada por meio de bombas submersíveis ou ejetores e a água destinada para o canal de fuga por extravasão.

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-15-001.



## UHE MAUÁ

### 9.7.10 Medições Hidráulicas

Os sistemas de medições hidráulicas serão constituídos basicamente por instrumentações adequadas à medição de níveis, pressões, vazões de água, fornecendo dados para a operação adequada dos equipamentos da usina e do reservatório.

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-35-001.

### 9.7.11 Ar de Rebaixamento

O arranjo da Casa de Força possui o espaço necessário para instalação dos compressores, tanques de armazenamento e tubulações expostas para a operação do sistema de rebaixamento do nível do tubo de sucção. As tubulações embutidas serão instaladas, prevendo uma possível operação como compensador síncrono.

O sistema operará com três compressores do tipo parafuso de media pressão, um compressor alternativo de alta pressão e um reservatório com capacidade para rebaixar o nível do tubo de sucção. O sistema terá capacidade para operar duas unidades simultâneas, por tanto, o esquema anterior se repete para uma segunda unidade.

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-23-001.

### 9.7.12 Ventilação

O sistema de ventilação destina-se a filtrar o ar, assegurar uma taxa de renovação de ar adequada ao tipo de utilização de cada ambiente, oferecer um determinado nível de conforto aos ocupantes, garantir um diferencial limitado entre a temperatura do ar exterior e a temperatura do ambiente ventilado, manter uma sobrepressão em relação ao exterior para proteger os equipamentos contra a poeira externa e dissipar o calor gerado pelos equipamentos.

O sistema previsto será do tipo insuflamento, com ventiladores centrífugos, instalados em uma sala com tomadas de ar externo. O ar insuflado será distribuído através de dutos e aberturas dotadas de grelhas e registros, onde necessário, para os diversos ambientes da casa de força. O ar será exaurido, através de grelhas e "dampers" de controle instalados na cobertura.

Exaustores proverão a renovação do ar do interior do poço da turbina, por meio de dutos ou tubulações embutidas e expostas.

O fluxograma correspondente ao sistema de ventilação é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-34-001.

### 9.7.13 Sistema de Ar Condicionado

O sistema de ar condicionado dos ambientes que necessitam condicionamento, como a sala de controle da usina, será constituído por condicionadores tipo mini ou multi "split".

As unidades evaporadoras serão instaladas em cada sala, junto ao teto. As unidades condensadoras serão montadas externamente aos ambientes, expostas ao tempo. As tubulações de interligação entre unidades evaporadoras e condensadoras terão revestimento térmico.

Opcionalmente o sistema de ar condicionado poderá ser do tipo "self-contained".



## UHE MAUÁ

O sistema é apresentado no desenho VLB-MA-FL-327-30-001.

### 9.8. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PRINCIPAIS

A concepção da interligação elétrica dos equipamentos principais está mostrada no diagrama unifilar apresentado no Desenho VLB-MA-DE-330-00-001.

#### 9.8.1 Gerador e Equipamentos Associados

O gerador será de corrente alternada, síncrono, trifásico, ligação em estrela, com neutro aterrado através de transformador de distribuição, de eixo vertical, para acoplamento à turbina hidráulica, tipo Francis, para instalação em câmara de concreto, com sistema de resfriamento a ar em circuito fechado, com trocadores de calor ar/água.

O projeto a fabricação e o desempenho dos geradores e equipamentos associados atenderão aos requisitos do submódulo 3.8 do módulo 3, revisão 2 ou mais recente, dos Procedimentos de Rede do ONS.

A linha de eixo do conjunto turbina/gerador será constituída de um mancal de escora e três mancais de guia. Os mancais de escora e de guia combinados estarão situados abaixo do rotor do gerador e apoiados sobre a cruzeta inferior. Um dos mancais de guia estará situado acima do rotor do gerador apoiado na cruzeta superior, apoiada na parede de concreto da câmara do gerador e o outro mancal estará situado na tampa da turbina.

O isolamento dos enrolamentos do estator e do rotor será com classe térmica de isolamento F, com elevações de temperatura referente à classe térmica B.

O gerador será instalado dentro de uma câmara de concreto, cujo formato interno é circular.

O gerador e seus equipamentos associados deverão ser projetados para um ciclo diário de partida e parada. Os geradores e todos os seus componentes e acessórios deverão ser idênticos entre si e suas partes deverão ser intercambiáveis.

Os terminais de fase do gerador serão ligados, através de barramento blindado de fases isoladas, ao transformador elevador principal e, através de derivações ao cubículo de proteção contra surtos de tensão e ao transformador de excitação. Nas unidades 1 e 3 também haverá uma derivação para os transformadores de serviços auxiliares.

O gerador será dotado de sistema de frenagem e levantamento do rotor e sistema de proteção contra incêndio através de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

O gerador será dotado de sistemas de monitoramento de entreferro, vibrações e deslocamentos incluindo todo o hardware e software necessário para aquisição, comunicação e tratamento de medições dinâmicas e estáticas, simultâneas e sincronizadas, através de sistema centralizado. Da mesma forma será dotado de sistema de supervisão de descargas parciais no enrolamento estatórico.

O gerador será dotado, ainda, de cubículo de proteção contra surtos de tensão, contendo pára-raios, capacitores e transformadores de potencial. Terá, também, um cubículo para aterramento de neutro através de transformador de distribuição.

As características principais do gerador são:

Quantidade .....3

**UHE MAUÁ**

Potência Nominal .....	130,40 MVA
Tensão Nominal .....	13,8 kV
Varição de Tensão Nominal .....	-10% a +5%
Fator de Potência .....	0,90
Velocidade Nominal .....	200 rpm
Classe térmica de isolamento .....	F
Efeito de Inércia, MD <sup>2</sup> (a ser confirmado) .....	5.500 tm <sup>2</sup>
Constante de Inércia .....	2,9 W.s/VA
Rendimento nas condições nominais.....	98,5 %

O sistema de excitação deverá ser do tipo estático com os retificadores alimentados através de um transformador trifásico para a função de excitação, conectado diretamente aos terminais do gerador.

Todos os requisitos para o sistema de excitação, incluindo as características de desempenho e os requisitos de equipamento, serão atendidos conforme especificado no item 6.3 do submódulo 3.8 do módulo 3 revisão 2, ou revisão mais recente, dos Procedimentos de Rede do ONS.

Por questões de confiabilidade operativa, o conversor de potência deverá ser dotado de, pelo menos, três pontes em paralelo, das quais uma é reserva.

**9.8.2 Barramento Blindado de Fases Isoladas**

Para interligação dos geradores aos respectivos transformadores elevadores serão utilizados barramentos blindados de fases isoladas. Os barramentos terão derivações para conexão aos cubículos de proteção contra surtos de tensão e para os transformadores do sistema de excitação dos geradores. Nos barramentos das unidades 1 e 3 haverá uma derivação para os transformadores de serviços auxiliares.

Os barramentos blindados atenderão os requisitos da Norma Técnica ANSI C37.23 e IEC 60298. Terão grau de proteção IP-65 (de acordo com a NBR-6146) e tanto o condutor como o invólucro serão de alumínio de 99,5% de pureza.

As características principais do barramento são:

Quantidade.....	3
• Corrente nominal em regime contínuo .....	6000 A.
• Tensão máxima de operação .....	15,5 kV
• Tensão suportável nominal a freqüência industrial, a seco, 1 minuto .....	50 kV
• Tensão suportável nominal a freqüência industrial, ao orvalho, 10 segundo..	50 kV
• Tensão suportável nominal de impulso atmosférico .....	110 kV
• Freqüência .....	60 Hz
• Corrente nominal de curta duração(1s) simétrica(eficaz).....	35 kA *
• Corrente nominal de curta duração(0,17s) assimétrica(crista).....	100 kA *
• Elevação de temperatura .....	(temperatura ambiente máxima de 40° C)

**UHE MAUÁ**

- Invólucro .....40° C
- Condutor .....65° C
- Grau de proteção, conforme NBR IEC 60529 ..... IP-65
- Resfriamento..... Ventilação Natural

(\*) - Valores a serem confirmados através de cálculo no projeto executivo.

**9.8.3 Transformador Elevador**

Os transformadores serão projetados para operação contínua ao tempo e a plena carga, em qualquer derivação, com resfriamento por circulação natural de óleo e forçada de ar, na tensão e freqüência nominais e na tensão de 105% da tensão nominal, sem exceder os limites da elevação de temperatura definidos no item 5.8 da NBR-5356.

Os transformadores serão equipados de comutador de derivações sem tensão, para aumentar e diminuir o número de espiras. O conservador terá capacidade suficiente para suportar a expansão do óleo isolante até a temperatura de 120 °C.

Os transformadores serão instalados ao tempo, com paredes corta-fogo, bacia de coleta de óleo e sistema de água nebulizada para combate a incêndio. Os transformadores serão deslocados sobre caminhos de rolamento, constituídos de trilhos, desde a área de descarga até o local de instalação. Serão fornecidos com rodas.

Os transformadores serão protegidos por meio de pára-raios a óxido de zinco (ZnO). Estes pára-raios serão do tipo estação, com tensão nominal adequada para a classe de tensão do lado de alta tensão, instalados em estruturas independentes, próximo aos transformadores.

As características principais do transformador são as seguintes:

Quantidade.....	3
Tipo .....	trifásico
Potência nominal (*) .....	130.400 kVA
Freqüência nominal.....	60 Hz
Tensão nominal do enrolamento primário.....	13,8 kV
Tensão nominal do enrolamento secundário .....	230 kV
Tensões das derivações do enrolamento secundário .....	+/- 2 x 2,5 %
Ligações dos enrolamentos .....	YNd1
Níveis de isolamento do enrolamento primário:	
Classe de tensão.....	15 kV
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista).....	110 kV
Tensão suportável nominal à freqüência industrial (valor eficaz).....	34 kV
Níveis de isolamento do enrolamento secundário:	
Classe de tensão.....	242 kV

**UHE MAUÁ**

Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista).....	850 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz).....	360 kV
Níveis de isolamento do enrolamento neutro:	
Classe de tensão.....	15 kV
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista).....	110 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz).....	34 kV
Método de resfriamento .....	ONAF

(\*) Potência Nominal Garantida (PNG) ou Potência Nominal contínua para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários a 95% da tensão nominal, e em casos de emergência operar a 90% da tensão nominal, e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5 °C as elevações obtidas em condições nominais, como previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40 °C: Sistemas Auxiliares elétricos

**9.9. SISTEMAS AUXILIARES ELÉTRICOS****9.9.1 Serviços Auxiliares Elétricos de Corrente Alternada**

Os sistemas de distribuição de CA serão projetados para ter redundância nas alimentações desde os centros de distribuição principais até os quadros de distribuição às cargas, conforme diagrama unifilar apresentado no Desenho VLB-MA-DE-330-20-001.

**9.9.2 Transformador de Serviços Auxiliares e Conjuntos de Manobras**

Os transformadores de serviços auxiliares serão com isolamento seco, com sistema de resfriamento por circulação natural de ar. A relação de tensão é de 13,8 – 0,460 kV. A potência prevista é de 2.000 kVA. A ligação dos enrolamentos é delta no primário e estrela com neutro aterrado no secundário.

Esses transformadores alimentarão painéis de distribuição de 460 V, que atenderão a casa de força e a subestação. As cargas do vertedouro serão atendidas pelos serviços auxiliares da casa de força complementar situada próxima ao pé da barragem.

**9.9.3 Grupo Gerador de Emergência**

O gerador de emergência será acionado com motores à combustão de ciclo diesel. Junto a casa de força haverá um gerador de emergência de 750 kVA para atendimento às cargas essenciais dessa casa de força.

**9.9.4 Centro de Controle de Motores e Quadros de Serviços Gerais**

Cada centro de controle de motores e cada quadro de serviços gerais receberão alimentações dos dois quadros principais, de acordo com o diagrama unifilar. Estão sendo previstos CCMs para cada unidade geradora, dois quadros de serviços gerais para atendimento das cargas da casa de força e quadro para as cargas da subestação. As cargas do vertedouro serão alimentadas a partir da casa de força complementar, através de dois transformadores abaixadores de 13,8 kV para 460 V.

## UHE MAUÁ

### 9.9.5 Serviços Auxiliares Elétricos de Corrente Contínua

Os sistemas de distribuição de CC serão projetados para ter redundância nas alimentações desde os centros de distribuição principais até as cargas, conforme diagrama unifilar apresentado no Desenho VLB-MA-DE-330-25-001.

O sistema de serviços auxiliares de corrente contínua foi concebido considerando que todo o sistema de comando, controle, proteção, iluminação de segurança, alarme e sinalização será alimentado em 125 V, não-aterrado. O sistema prevê a instalação de dois conjuntos de baterias para atendimento da casa de força, dois conjuntos para atendimento exclusivo da subestação, dois conjuntos para atendimento a casa de força complementar e ao vertedouro e outros dois conjuntos para atendimento a tomada d'água de alta pressão.

Cada conjunto de baterias e seu respectivo carregador/retificador alimentarão um quadro geral de corrente contínua.

Para atendimento às cargas da casa de força estão sendo previstos um quadro para cada unidade geradora e mais dois quadros gerais de distribuição. Cada um desses quadros receberá dupla alimentação, cada uma proveniente de cada quadro geral de corrente contínua. Esses quadros de distribuição serão providos duas barras, que alimentarão as cargas. Em cada uma das cargas de corrente contínua serão previstos diodos, para seleção de fontes.

Cada banco de baterias de 125 V terá 60 elementos e com variação de tensão de +10% e -20%. Os carregadores serão do tipo estático com tensão de entrada de 440 V e tensão de saída de 125 V.

Estão sendo previstos, também, dois conjuntos bateria-carregador para Telecomunicações. Fazendo parte deste sistema de telecomunicação está previsto um quadro de distribuição de corrente contínua de 48 V.

### 9.10. SUPERVISÃO, CONTROLE E PROTEÇÃO DA USINA E DA SUBESTAÇÃO

#### 9.10.1 Sistema de Supervisão e Controle

O sistema de supervisão e controle da usina (SSC) será composto por equipamentos convencionais e digitais.

O sistema digital será baseado em equipamentos microprocessados, em uma estrutura hierárquica distribuída.

A configuração será baseada em elementos da linha de produtos de automação, tais como controladores lógicos programáveis (CLPs), redes de comunicação, microcomputadores e *softwares básicos e aplicativos*, propiciando um alto nível de confiabilidade e segurança de operação.

O controle e a supervisão da usina e da subestação poderão ser efetuados tanto a partir da sala de controle central como a partir de um posto remoto. Desses locais poderão ser operadas as unidades geradoras, as comportas da tomada de água, os sistemas auxiliares, o vertedouro e a subestação. O sistema instalado na usina irá se comunicar também com o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, com o Centro de Operações de Subestações - COE, com o Centro Regional de Operação do Sistema - COSR e com a Câmara de Comercialização de Energia - CCEE.

A comunicação com os centros remotos será realizada através de um gateway dedicado a esta função. Será utilizado o protocolo DNP 3.0 ou IEC 60870-5-1 para



## UHE MAUÁ

comunicação com o ONS; com os outros centros serão utilizados protocolos de domínio público (IEC, DNP, etc.).

Os equipamentos do SSC terão sincronização do relógio calendário a partir de uma central horária que receberá sinais do sistema GPS.

Na usina estão previstos dois níveis hierárquicos de controle principais:

- Nível Central;
- Nível Local.

O nível central será constituído pelas estações de operação, estação de engenharia, servidores e processador de comunicação. Nesse nível serão possíveis o controle e supervisão geral da usina e da subestação, a comunicação com os centros de operação do sistema, os comandos de partida manual e automática, sincronização, paradas normal e de emergência, controles de carga e de tensão, etc.

O nível local será constituído pelos CLPs. A operação nesse nível ocorrerá em caso de indisponibilidade do nível central ou em situações de testes. O alcance das ações de controle, nesse caso, será limitado aos equipamentos vinculados a cada CLP.

Para fins de manutenção e testes, os subsistemas auxiliares da turbina e do gerador poderão ser também comandados através de painéis instalados junto aos próprios equipamentos. Os recursos de operação e supervisão, nesse caso, serão degradados.

Para cada unidade geradora serão providos recursos de parada de emergência, que garantirão a parada segura da respectiva unidade, em caso de indisponibilidade do sistema de controle digital. Os CLPs farão aquisição de dados do processo através de cabos elétricos convencionais (conexão "fio a fio") e através de comunicações digitais. Haverá comunicação digital com os reguladores de tensão e de velocidade, com os multimedidores de grandezas elétricas e de temperatura, com os relés de proteção e outros equipamentos, conforme conveniente.

O sistema de supervisão e controle da PCH será integrado ao SSC da usina principal.

### 9.10.2 Sistema de Proteção da Usina e da SE 230 kV

O Sistema de Proteção das Unidades Geradoras, das linhas de interligação Casa de Força - Subestação ("Linhas Curtas") e das LTs de conexão com as SEs Figueira e Jaguariaíva será constituído por relés providos de recursos especiais e específicos, hardware, software e outros dispositivos necessários à proteção elétrica dos equipamentos e instalações pertencentes à UHE e à PCH.

O sistema de proteção de cada gerador da UHE deve ser dividido em 2 conjuntos independentes, sob a denominação de proteção primária e alternada. Cada conjunto deverá conter no mínimo as seguintes funções: diferencial do gerador (87G), perda de excitação (40G), distância (21G), sobretensão (59G), sub/sobrefrequência (81), terra no estator (64G- 100%), seqüência negativa (46G), energização de máquina parada (50M), perda do potencial secundário dos TP's (60VG), potência reversa (32G), perda de sincronismo (78G), subtensão (27), sobreexcitação (24G), sobrecorrente no transformador de excitação (50/51TEX) e terra no rotor (64F). A proteção das linhas curtas será efetuada por relés com função de corrente diferencial e sobrecorrente direcional.

Proteção das LTs curtas das Unidades Geradoras:

Cada LT curta será protegida por dois Sistemas de Proteção independentes. A Proteção diferencial da unidade (87U) que faz parte do sistema de proteção do

**UHE MAUÁ**

Transformador Elevador e uma proteção de sobrecorrente direcional de fase e de neutro (67/67N) ligada a TCs no terminal da subestação

O sistema de proteção de barras da SE Mauá 230kV deverá ser do tipo baixa impedância, baseado no princípio diferencial percentual.

Cada LT de 230 kV será protegida por dois Sistemas de Proteção independentes, denominados Proteção Primária e Proteção Secundária. A Proteção Primária operará assistida por canal de comunicação (esquema de teleproteção) enquanto que a Proteção Secundária não será assistida por canal de comunicação. A filosofia de proteção deverá seguir o estabelecido pelo ONS – procedimento de rede – submódulo 2.5 – linhas de transmissão de 230kV e submódulo 3.8 – sistema de proteção. Para todos os disjuntores da SE 230 kV haverá proteção contra falha de disjuntor. Na LT Mauá – Figueira o meio de comunicação utilizado para a transmissão de canais de teleproteção será a fibra ótica, instalada em cabo OPGW na blindagem da Linha de Transmissão de 230 kV enquanto que na LT Mauá – Jaguariaíva será Ondas Portadoras (OPLAT).

O sistema de proteção da usina e da subestação se comunicará com o SSC da usina.

**9.10.3 Sistema de Proteção da PCH e da SE 34,5 kV**

O sistema de proteção será constituído por um único conjunto para executar no mínimo as seguintes funções: diferencial gerador-transformador elevador (87U), perda de excitação (40G), distância (21G), sobretensão (59G), terra no estator (64G-100%), seqüência negativa (46G), energização de máquina parada (50M), perda do potencial secundário dos TP's (60VG), potência reversa (32G), sobreexcitação (24G), sobrecorrente no neutro do transformador elevador (51NT) e falha de disjuntor (50/62BF). Todas as funções deverão ser convenientemente agrupadas para comandar a parada da máquina através de relés de bloqueio/disparo (86/94).

A proteção da LT 34,5 kV será efetuada por relés com funções de distância (21/21N), complementadas por sobrecorrente direcional de neutro. Haverá lógica de teleproteção e de falha de disjuntor.

O transformador elevador de 34,5kV - 230 kV e a respectiva interligação com a barra de 230 kV serão protegidos por relé com função diferencial (87T), sobrecorrente de neutro (51NT) e sobrecorrente direcional de fase e de neutro (67/67N). Haverá também proteção de falha de disjuntor.

**9.10.4 Sistema de Registro Digital de Perturbações**

Deverão ser fornecidos 4 (quatro) Sistemas Registradores Digitais de Perturbações dedicados, um para cada Unidade Geradora e um para a Subestação.

Cada Registrador Digital de Perturbação deverá ter, no mínimo, as seguintes características básicas:

Gravação das amostras dos sinais de tensão e corrente da linha ou transformador respectivo, com um tempo de pré-falta de 2 (dois) ciclos de 60 Hz;

Capacidade total de armazenamento, dentro do RDP, de 3 (três) segundos. Estes dados deverão ser transferidos via interface serial ao computador da subestação (nível hierárquico imediatamente superior), logo após cada falta;

A taxa de amostragem deve ser, no mínimo, 64 amostras por ciclo;

Seqüência de eventos com resolução de 1 milissegundo e "status" de equipamentos;



**UHE MAUÁ**

Deverá prever entrada de sinal de sincronismo externo via comando pelo Sistema de Controle Digital por sinal de satélite (GPS);

Partida da função de oscilografia por detetores internos ou por contatos externos;

Localização de faltas e relatórios de medição das grandezas disponíveis;

Os dados da oscilografia deverão estar disponibilizados em arquivos na forma do padrão COMTRADE ou ASCII;

**9.10.5 Sistema de Medição de Energia para Faturamento**

O Sistema de Medição para Faturamento deverá atender aos requisitos estabelecidos nos:

- Procedimentos de Rede do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), Módulo 12;
- Procedimentos da CCEE; e
- Procedimentos da Distribuidora Local.

Todo o projeto deverá ser pré-aprovado pela Distribuidora Local e possuir aprovação final pelo CCEE e ONS. A instalação deverá ser supervisionada e aprovada pelo representante do ONS, atendendo os requisitos de lacres e acesso aos locais de medição.

Deverão ser fornecidos medidores para faturamento das unidades geradoras e das linhas de transmissão. A finalidade do sistema será medir as energias e demandas envolvidas no ponto de conexão ou outro local definido pelo CCEE/ONS, para os possíveis sentidos do fluxo de potência ativa e reativa. Os medidores de energia e demais componentes do sistema de medição deverão ser instalados em painel dedicado exclusivamente para esta finalidade.

**9.10.6 Sistema de Alimentação Ininterrupta (SAI)**

O sistema de alimentação ininterrupta – SAI, deve apresentar o nível mais elevado de confiabilidade para os serviços de suprimento de energia elétrica da usina, e será utilizado, entre outros, no registrador de eventos e no painel de interfaceamento com o sistema de controle supervisor e de aquisição de dados e nos equipamentos de processamento do edifício de controle.

São previstos 3 (três) Sistemas de alimentação Ininterrupta – SAI, (um para a PCH - Mauá , um para o Centro de Operação da UHE Mauá -COU e um para o COE da Copel) sendo que o destinado à alimentação dos equipamentos do Nível 2 do SDSC deverá ser redundante.

As duas fontes de alimentação operarão em paralelo, com ambas alimentando as cargas simultaneamente e equipadas com dispositivos de isolamento nas suas saídas, de forma que, na falha de uma a outra assumam integralmente toda a carga da outra sem descontinuidade.

**9.11. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES**

A usina deverá ser dotada de um sistema de comunicações adequado às suas necessidades operacionais e de manutenção, de forma a atender os requisitos mínimos estabelecidos pela ONS, e ser basicamente constituído por:

**UHE MAUÁ****A) TRANSMISSÃO DIGITAL**

- Multiplexador SDH;
- Modem óptico;
- Multiplexador PDH;
- Distribuidor Digital - DID;
- Distribuidor Óptico - DIO.

**B) COMUTAÇÃO DE VOZ E REDE DE DADOS**

- Central telefônica com recursos de telefonia móvel;
- Switch Ethernet;
- Distribuidor Geral (DG);
- Distribuidor de Dados (patch panel);
- Rede telefônica para voz e dados.

**C) ALIMENTAÇÃO**

- Conversor 125Vcc/48 Vcc;
- Quadros de Distribuição de CC.

O desenho SF-MA-DE-330-40-001 mostra o diagrama em blocos do sistema de telecomunicações.

**9.12. CIRCUITO DE GERAÇÃO COMPLEMENTAR****9.12.1 Descrição do Arranjo**

A Usina Complementar da UHE Mauá, projetada para aproveitamento energético da vazão sanitária permanente, está localizada na região do barramento, no trecho em concreto compactado a rolo da barragem, na margem direita.

O circuito de geração complementar está situado entre o vertedouro e os túneis de desvio. O seu acesso definitivo se dará através de aterro pelo canal dos túneis de desvio, após o fechamento do mesmo. O acesso à casa de força durante a operação do desvio do rio pelos túneis, será feito sobre a estrutura de emboque das mesmas, utilizando também enscadeiras de montante e jusante e acessos provisórios da obra.

O circuito de geração Complementar da UHE Mauá é composto por uma tomada de água, na Elevação 620,00 m, um conduto forçado em aço, de 2,50 m de diâmetro, ambos no corpo da barragem, e pela casa de força complementar. A casa de força está implantada junto à barragem em CCR e comporta duas unidades geradoras, com turbinas do tipo Francis de eixo horizontal, que juntas perfazem um total de 11 MW de potência instalada.

**9.12.2 Equipamentos Mecânicos Principais****Equipamentos Hidromecânicos****a) Grade da Tomada de água**

**UHE MAUÁ**

A tomada de água é constituída de uma adução equipada com grade de proteção e comporta ensecadeira.

A grade de proteção é do tipo móvel, montada sobre guias fixadas à face inclinada da estrutura da tomada d'água. A grade é composta de 2 (dois) painéis intercambiáveis.

A grade protege a tomada de água contra a entrada de detritos que possam danificar as turbinas. A colocação e retirada dos painéis das grades são feitas por meio de uma talha monovia, com auxílio de viga pescadora. Essas operações são sempre efetuadas com água parada.

A grade será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de grades: .....1
- Vão livre: .....4,50 m
- Altura livre: .....5,00 m
- Número de painéis: .....2
- Número total de painéis de grade: .....2

**b) Comporta Ensecadeira da Tomada de água**

Para permitir a inspeção ou manutenção do conduto forçado, ou manutenção da válvula borboleta de uma unidade geradora, a tomada d'água é fechada por meio de uma comporta ensecadeira. Esta comporta consiste de um único painel.

A comporta é movimentada pela talha monovia da Tomada de água, com auxílio de uma viga pescadora, em condições de equilíbrio de pressões

A comporta ensecadeira será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de conjuntos de comportas: .....1
- Vão livre: .....3,00 m
- Altura livre: .....3,00 m
- Número de conjuntos de peças fixas: .....1
- Número de painéis da comporta: .....1
- Número de aduções: .....1

**c) Comporta Ensecadeira dos Tubos de Sucção**

Para permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção das unidades geradores a seco, o Tubo de Sucção é fechado por meio de uma comporta ensecadeira, composta de 2 painéis intercambiáveis.

Os painéis das comportas são movimentados por uma talha monovia, com auxílio de uma viga pescadora, em condições de equilíbrio de pressões.

As comportas ensecadeira serão projetadas e fabricadas de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de conjuntos de comportas: .....2
- Vão livre: .....3,65 m
- Altura livre: .....2,875 m

**UHE MAUÁ**

- Número de conjuntos de peças fixas: .....2
- Número de painéis por comporta: .....2

**Conduto Forçado**

O conduto forçado conduzirá a água da tomada d'água até as unidades geradoras. Será um conduto cilíndrico em aço, diâmetro interno 2,50 m, extensão aproximada de 131 m, apresentando na sua parte inferior uma bifurcação com dois ramais de diâmetro interno 1,80 m, para atender as duas unidades geradoras.

O conduto será projetado e fabricado de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Número de condutos: .....1
- Diâmetro interno: .....2,50 m
- Diâmetro interno dos ramais:.....1,80 m
- Comprimento aproximado:.....131 m
- Carga estática nominal: .....69,1 mca

**Turbinas**

A casa de força complementar abriga duas turbinas do tipo Francis de rotor simples, eixo horizontal, com mancal no eixo e todos os demais acessórios. Na entrada da caixa espiral da turbina há uma válvula borboleta, de eixo horizontal, com fechamento acionado por contrapeso e abertura acionada por cilindro hidráulico.

As turbinas terão as seguintes características principais:

- Tipo .....Francis, eixo horizontal
- Quantidade .....2
- Potência nominal no eixo da turbina..... 5.700 kW
- Queda líquida de referência.....66,73 m
- Elevação da Linha de Centro.....565,92 m
- Vazão nominal .....9,4 m<sup>3</sup>/s
- Rotação..... 600,0 rpm
- Rendimento nominal ..... 92,5 %

**Equipamentos de Levantamento****a) Ponte Rolante da Casa de Força**

A ponte rolante da casa de força é do tipo dupla viga com carro guincho possuindo todos os movimentos eletrificados e é utilizada para a montagem e a manutenção das unidades geradoras instaladas no interior da casa de força.

A ponte rolante será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade .....1
- Capacidade (gancho principal/auxiliar) .....200 kN / 50 kN

**UHE MAUÁ**

- Vão ..... 11,40 m
- Curso de elevação gancho principal ..... 20,0 m
- Curso de elevação gancho auxiliar ..... 22,0 m
- Velocidade de elevação principal ..... 1,0/0,1 m/min.
- Velocidade de elevação auxiliar ..... 10,0/1,0 m/min.
- Velocidade de translação do carro ..... 10,0/1,0 m/min.
- Velocidade de translação da ponte ..... 20,0/1,0 m/min.
- Controle de velocidades ..... Inversor de frequência
- Extensão do caminho de rolamento da ponte ..... 36,0 m

**b) Talha Monovia da Tomada d'Água**

A talha monovia é utilizada para a movimentação dos painéis da grade e da comporta ensecadeira da tomada d'água.

A monovia é suspensa em viga de concreto sustentada por colunas de concreto pertencentes à estrutura da Tomada d'Água.

A talha elétrica será projetada e construída de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade ..... 1
- Capacidade nominal da talha/Monovia ..... 50 kN
- Curso do gancho ..... 20,0 m
- Velocidade de elevação gancho ..... 5,0/1,0 m/min
- Velocidade translação da talha ..... 20,0/1,0 m/min
- Comprimento do caminho de rolamento ..... 10,00 m

**c) Talha Monovia dos Tubos de Sucção**

A talha monovia é utilizada para a movimentação das comportas ensecadeira dos Tubos de Sucção.

A monovia é suspensa em viga de concreto sustentada por colunas de concreto pertencentes à estrutura da Casa de Força.

A talha elétrica será projetada e construída de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade ..... 1
- Capacidade nominal da talha/Monovia ..... 50 kN
- Curso do gancho ..... 21,0 m
- Velocidade de elevação gancho ..... 5,0/1,0 m/min
- Velocidade translação da talha ..... 20,0/1,0 m/min
- Comprimento do caminho de rolamento ..... 20,0 m

**UHE MAUÁ**Máquina Limpa-Grades

Para retirar os detritos acumulados na grade da tomada d'água, será utilizada uma máquina limpa-grades.

A máquina limpa-grades será projetada e fabricada de acordo com os dados básicos indicados abaixo:

- Quantidade ..... 1
- Capacidade do rastelo ..... 5 kN
- Vão entre linhas de centro dos trilhos.....2,5 m
- Curso do rastelo ..... 19,0 m
- Velocidade de descida do rastelo ..... 25,0 m/min
- Velocidade de subida do rastelo ..... 2,5 m/min
- Velocidades de translação ..... 15,0/1,5 m/min
- Comprimento do caminho de rolamento ..... 8,0 m

**9.12.3 Sistemas Auxiliares Mecânicos**Sistema de Água Bruta

O Sistema de Água Bruta tem por finalidade a captação de água do circuito hidráulico, filtração e distribuição para os sistemas de Água de Resfriamento, Água de Serviço, Água Tratada e Proteção Contra Incêndio da Usina.

A captação de água bruta é feita no conduto forçado, antes da bifurcação, através de uma tomada dotada de grelha para retenção de detritos. Após a captação, a água passa pelos filtros, um principal e um reserva e é conduzida para um coletor de distribuição.

O filtro principal é automático do tipo autolimpante por retrolavagem e o reserva é manual do tipo cesta, cada um deles com capacidade para atender à demanda total da Usina.

Sistemas de Água de Resfriamento

O Sistema de Água de Resfriamento consiste de uma rede de tubulações que tem a finalidade de distribuir a água filtrada proveniente do Sistema de Água Bruta para os trocadores de calor das unidades geradoras e vedações de eixo das turbinas.

Sistema de Água de Serviço

O Sistema de Água de Serviço consiste de uma rede de tubulações que tem a finalidade de distribuir a água filtrada proveniente do Sistema de Água Bruta para as tomadas de serviço da Casa de Força e para o selo hidráulico do separador de água e óleo do Sistema de Coleta e Separação de Água e Óleo Isolante da Usina.

Sistema de Água Tratada

O Sistema de Água Tratada tem a finalidade de tratar a água filtrada proveniente do Sistema de Água Bruta e distribuir água tratada para uso doméstico na Casa de Força.

## UHE MAUÁ

O sistema consiste de uma estação compacta de tratamento de água, uma rede de distribuição e dois reservatórios elevados, a partir dos quais a água tratada é distribuída por gravidade para os consumidores.

A água potável para consumo humano é suprida por meio de um bebedouro dotado de botijão de água mineral.

### Sistema de Ar Comprimido de Serviço

O Sistema de Ar Comprimido de Serviço tem a finalidade de produzir, armazenar e fornecer ar sob pressão para astomadas de ar de serviço da Casa de Força, válvulas de controle, ferramentas pneumáticas, sistema de frenagem dos geradores, equipamentos e dispositivos de limpeza de grelhas, conforme aplicável.

O sistema é composto basicamente de uma central de ar comprimido e uma rede de distribuição de ar para a Casa de Força e Área de Montagem. A central é composta de duas unidades compressoras e um reservatório cilíndrico do tipo vertical.

As unidades compressoras são do tipo pack (confinadas em uma cabine acústica com painel de controle incorporado), cada uma constituída de um compressor rotativo do tipo parafuso resfriado a ar. Uma das unidades atua como principal e a outra como reserva, podendo ambas operar simultaneamente em caso de maior demanda de ar.

A rede de distribuição consiste de um coletor principal, ramais e sub-ramais que distribuem ar para os pontos de consumo da Usina.

### Sistema de Coleta e Separação de Água e Óleo Isolante

O Sistema de Coleta e Separação de Água e Óleo Isolante tem a finalidade de coletar eventuais vazamentos de óleo dos transformadores, separar o óleo da água e lançar a água separada no Canal de Fuga.

O sistema é constituído de bacias de contenção sob os transformadores, tubulação coletora de água e óleo, separador de água e óleo e tubulação de descarga da água separada.

O separador de água e óleo é constituído de câmara de entrada e separação, câmara de saída de água e câmara de coleta de óleo. A água separada é lançada no Canal de Fuga através de tubulação e o óleo acumulado é retirado por meio de bomba submersível portátil ou de caminhão tanque.

### Sistema de Proteção Contra Incêndio

Os sistemas de proteção contra incêndio têm a finalidade de combater incêndios em equipamentos e ambientes da Casa de Força e na Subestação. A Usina dispõe dos seguintes sistemas de proteção contra incêndio:

- Sistema fixo de hidrantes
- Sistema de extintores

O sistema fixo de hidrantes é suprido pelo Sistema de Água Bruta e tem por finalidade proteger a Área de Montagem e a parte externa da Casa de Força. Opera sob comando manual e é constituído por uma rede de hidrantes estrategicamente localizados e interligados por meio de tubulação ao coletor do Sistema de Água Bruta.

O sistema de extintores tem por finalidade a proteção interna da Casa de Força e da Subestação e é constituído por extintores de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e de pó químico seco estrategicamente localizados nos locais protegidos em função da classe de risco.



## UHE MAUÁ

### Sistema de Drenagem

O Sistema de Drenagem tem a finalidade de coletar e conduzir para o Canal de Fuga as águas de percolação, água de vedação dos eixos das turbinas, descarga de equipamentos, vazamentos de tubulações e limpeza de pisos, em ambientes internos à Casa de Força.

O sistema é constituído basicamente de uma rede de drenagem, um poço estanque (comum ao Sistema de Esgotamento) e tubulação de descarga. A rede de drenagem é constituída de canaletas e tubulações que conduzem as águas coletadas até o poço, do qual são recalçadas por meio de bombas do tipo submersível e lançadas através da tubulação para o Canal de Fuga.

Nos locais da Casa de Força onde há risco de contaminação da água com óleo, a drenagem para o poço é feita através de separadores de água e óleo do tipo compacto.

### Sistema de Esgotamento e Enchimento

O Sistema de Esgotamento e Enchimento tem a finalidade de esvaziar, total ou parcialmente e encher o circuito hidráulico e as unidades geradoras.

O sistema é composto basicamente de tubulações de esgotamento dotadas de tomadas de esgotamento e válvulas de bloqueio do tipo borboleta, um poço estanque, que é comum ao Sistema de Drenagem (item h acima) e bombas de esgotamento do tipo submersível.

### Sistema de Ventilação

O Sistema de Ventilação tem a finalidade de assegurar aos ambientes e locais atendidos da Casa de Força e Área de Montagem, através de renovação de ar, níveis de temperatura e de qualidade do ar adequados às condições requeridas por pessoas e equipamentos.

O sistema é composto basicamente por uma sala de ventilação, tomada de ar externo dotada de veneziana e filtro, ventiladores centrífugos para suprimento de ar fresco para a Casa de Força, ventiladores axiais para extração de ar quente das unidades geradoras e para renovação de ar na sala de baterias, dutos de ar, painel de controle e acessórios.

### Sistema de Ar Condicionado

O Sistema de Ar Condicionado tem por finalidade manter condições internas de qualidade do ar adequadas ao conforto térmico dos operadores e ao funcionamento adequado dos equipamentos instalados na sala de controle e sala de baterias da Casa de Força.

O sistema é constituído de condicionadores de ar do tipo “mini-split” com condensação a ar, com reserva de 100%, funcionando alternadamente.

### Sistema de Esgoto Sanitário

O Sistema de Esgoto Sanitário tem por finalidade coletar e tratar os resíduos sanitários da Casa de Força e lançar os efluentes tratados no Canal de Fuga.

O sistema consiste basicamente de tubulações de coleta, fossa séptica e tubulação de descarga. A fossa séptica é constituída de filtro anaeróbio, câmara de decantação e câmara de cloração. Os despejos provenientes das instalações sanitárias são

## UHE MAUÁ

conduzidos por gravidade pela rede de coleta até a fossa séptica, da qual os efluentes tratados são lançados no Canal de Fuga através de tubulação

### 9.12.4 Equipamentos Elétricos Principais

#### Esquema de manobra

A estação de geração complementar terá dois geradores de 6,2 MVA cada, 13,8 kV, FP=0,9 e esquema de manobra barra de geração em 13,8 kV, mostrado no desenho VLB-PM-DE-230-00-002 – Usina Complementar – Diagrama Unifilar Simplificado Geral.

A barra de geração será instalada em cubículos “metal-clad”. Os geradores serão interligados à barra de geração por cabos blindados e isolados para 12/20 kV; a interligação da barra de geração ao transformador elevador também será por cabos isolados.

A tensão da energia gerada será elevada de 13,8 kV para 34,5 kV por um transformador elevador e nesta tensão transmitida à subestação 230 kV da UHE Mauá. Nesta subestação a tensão será elevada de 34,5 kV para 230 kV e a energia injetada na barra da UHE Mauá para transmissão à rede básica.

#### Geradores

Os geradores serão de eixo horizontal, com excitação “brushless”, acoplados diretamente a turbinas Francis. Os geradores terão GD2 natural, ou, se necessário, volante que adicione o GD2 capaz de atender às condições transitórias decorrentes dos transientes do circuito hidráulico de geração.

Os geradores terão as seguintes características:

- Quantidade .....2
- Potência nominal .....6,143 MVA
- Tensão e frequência ..... 13,8 kV, 60 Hz
- Fator de Potência.....0,9
- Rotação..... 600,0 rpm
- Rendimento nominal ..... 97,5 %
- Resfriamento..... circuito aberto

#### Barramento Blindado de Fases Segregadas

Para interligação dos geradores aos respectivos transformadores elevadores serão utilizados barramentos blindados de fases segregadas. Os barramentos terão derivações para conexão aos cubículos de proteção contra surtos de tensão, para os transformadores do sistema de excitação dos geradores e para os transformadores de serviços auxiliares,

As características abaixo são definidas com base na norma ANSI/IEEE C37.23 - 2003:

- Corrente nominal em regime contínuo ..... 600 A.
- Tensão máxima de operação ..... 6,9 kV
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico ..... 60 kV

**UHE MAUÁ**

- Frequência ..... 60 Hz
- Elevação de temperatura .....(temperatura ambiente máxima de 40° C)
- Invólucro .....40° C
- Condutor .....65° C
- Grau de proteção, conforme NBR IEC 60529 ..... IP-43(mínimo)
- Resfriamento..... Ventilação Natural

**Cabos de energia de média tensão**

Os cabos de energia que interligarão os geradores e o transformador elevador à barra de 13,8 kV serão singelos, condutor de cobre, blindados e isolados para 12/20 kV.

Os disjuntores serão extraíveis para permitir o isolamento de seu circuito.

**Transformador elevador 13,8 – 34,5 kV**

O transformador elevador a ser instalado na subestação da UHE Mauá será trifásico, instalação ao tempo, isolado a óleo, 12,4 MVA, ONAN-ONAF, grupo de ligação dYN1, 13,8 – 34,5 ± 2x2,5% kV.

**Transformador elevador 6,9 – 34,5 kV**

Os transformadores deverão ser projetados para operação contínua ao tempo e a plena carga, em qualquer derivação, com resfriamento por circulação natural de óleo e natural de ar.

Alternativamente, por razões econômicas, poderá ser ONAF, único estágio, na tensão e frequência nominais e na tensão de 105% da tensão nominal, sem exceder os limites da elevação de temperatura definidos no item 5.8 da NBR-5356.

Os transformadores deverão ser equipados de comutador de derivações sem tensão, para aumentar e diminuir o número de espiras.

As características principais do transformador são as seguintes:

- Potência Nominal Garantida (PNG) ou Potência Nominal contínua de 6200 kVA para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários a 95% da tensão nominal, e em casos de emergência operar a 90% da tensão nominal, e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5 °C as elevações obtidas em condições nominais, como previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40 °C:
- O primeiro estágio de refrigeração (ONAN).....6200 kVA
- Alternativamente poderá existir estágio de ventilação forçada (ONAF)...6200 kVA
- Frequência nominal..... 60 Hz
- Tensões nominais:
  - enrolamento primário.....6,9 kV
  - enrolamento secundário .....34,5 kV
- Ligações dos enrolamentos.....YNd1
- Níveis de isolamento do enrolamento primário:
  - Classe de Tensão (valor eficaz)..... 7,2 kV

**UHE MAUÁ**

- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 40 kV
- Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 minuto (valor de crista)..... ..20 kV
- Nível de isolamento do enrolamento secundário:
  - Tensão máxima (valor eficaz).....36,2 kV
  - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista).....170 kV
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor de crista) .....70 kV

Linha de transmissão de 34,5 kV

A linha de transmissão de 34,5 kV, interligadora da estação complementar à subestação da UHE Mauá, terá ~3,5 km de extensão e estruturas suporte de concreto ou treliçado metálico.

Transformador elevador 34,5 – 230 kV

O transformador elevador a ser instalado na subestação da UHE Mauá será trifásico, instalação ao tempo, isolado a óleo, 12,4 MVA, ONAN-ONAF, grupo de ligação dYN1, 34,5 – 230 ± 2x2,5% kV.

Equipamentos de 34,5 kV

Os equipamentos de 34,5 kV serão de uso externo, classe de tensão 38 kV, NBI 150 kV.

Equipamentos de 230 kV

Os equipamentos de 230 kV destinados ao vão do transformador elevador da estação complementar terão as mesmas características dos equipamentos que forem instalados na subestação da UHE Mauá.

**9.12.5 Sistemas Auxiliares Elétricos**Suprimento de energia às cargas auxiliares em CA

As cargas elétricas auxiliares da estação complementar serão atendidas em 380/220 VCA.

A fonte de energia será um transformador tipo distribuição conectado à barra de geração. Este esquema permite alimentar as cargas sem geração na PCH, via rede de transmissão de 34,5 kV da estação complementar. Em caso de falha desta linha as cargas essenciais serão supridas por um gerador de emergência com partida e entrada automática em serviço.

Se ocorrer falha do transformador de serviços auxiliares este deverá ser trocado e para tanto haverá um transformador reserva estocado, testado e pronto para ser utilizado.

A distribuição se dará por quadros autoportantes que abrigarão as proteções dos circuitos, demarradores de motores, controle, supervisão e automatismos.

## UHE MAUÁ

Na barra de geração de 13,8 kV também haverá uma saída em 13,8 kV destinada aos sistemas auxiliares elétricos da UHE Mauá.

### Sistema de 125 VCC

A estação será dotada de um sistema de 125 VCC composto de dois conjuntos carregador de bateria e bateria chumbo-ácida. Estes conjuntos serão redundantes e reserva um do outro.

Este sistema alimentará as cargas das proteções elétricas, do sistema de supervisão e controle e iluminação de emergência da casa de força.

A distribuição se fará por quadros autoportantes onde ficarão as proteções, controle e supervisão do sistema.

### Supervisão e controle

Será fornecida uma estação de operação local na PCH, de forma a permitir operação local. A estação terá um sistema digital de supervisão e controle onde serão controlados e supervisionados os equipamentos de geração, transformação, transmissão e sistemas auxiliares de todo o aproveitamento.

O sistema consistirá de uma estação de operação, unidades remotas de aquisição e processamento de dados e uma rede de fibra ótica interligando-os. Estes recursos permitirão a partida e parada das unidades com seqüências automáticas e a supervisão das condições de operação das mesmas, tanto na casa de força quanto remotamente.

A supervisão e controle da PCH, incluindo a subestação associada será integrada com o SSC da mesma forma com as demais UACs da usina principal, tanto em hardware como em software.

### Proteções elétricas

Os equipamentos de geração, transformação e transmissão serão protegidos por relés digitais multifunção. Haverá um conjunto de proteções primária e um conjunto de proteções de retaguarda, independentes.

### Telecomunicações

A estação terá ramais de telefonia da usina principal, linha de voz para comunicação e linha para transmissão de dados.

### Medição de faturamento

A medição e o registro da energia elétrica gerada na estação complementar será realizada na entrada de 230 kV, na subestação 230 kV da UHE Mauá.

O medidor atenderá os requisitos técnicos da ONS e CCEE, sendo as leituras disponibilizadas a estes órgãos via comunicação externa, no padrão definido pelos mesmos.

### Instalações elétricas

As estruturas da estação complementar terão instalações elétricas de aterramento, vias de cabos, iluminação normal e de emergência, cablagens de força e controle e sistemas de proteções contra descargas atmosféricas, projetadas conforme requisitos das normas ABNT.

---

**UHE MAUÁ****9.13. SUBESTAÇÃO**

A subestação de manobra que interligará a UHE Mauá ao sistema de transmissão será do tipo convencional, na tensão de 230 kV, com esquema de manobra barra dupla – quatro chaves, conforme diagrama unifilar apresentado no desenho VLB-MA-DE-338-00-010.

A subestação estará localizada a jusante da casa de força de força, na margem direita do Rio Tibagi. Os desenhos VLB-MA-DE-338-00-001 e 002 apresentam a planta e os cortes da subestação. O desenho VLB-MA-DE-338-00-100 apresenta a locação dos equipamentos na Casa de Relés.

A subestação terá quatro vãos de entrada, sendo três provenientes dos geradores da casa de força e outro proveniente da casa de força complementar, e dois circuitos de saída para as linhas de transmissão. Haverá também um disjuntor de interligação das barras de 230 kV.

O NBI (Nível Básico de Isolamento) dos equipamentos de 230 kV será 950 kV. A corrente de interrupção simétrica dos disjuntores de 230 kV será 40 kA eficaz. Os disjuntores de linha e de interligação de barras terão religamento unipolar.

**9.14. LINHA DE TRANSMISSÃO**

A interligação da subestação da usina com o sistema se fará através de duas linhas de transmissão de 230 kV, sendo uma para a subestação de Figueira e outra para Jaguariaíva, onde se conectará com o sistema Sudeste brasileiro.



**UHE MAUÁ****10. PROJETOS SÓCIO-AMBIENTAIS****10.1. SITUAÇÃO SOCIOECONÔMICA REGIONAL****10.1.1 Processo Histórico de Ocupação do Território**

A UHE Mauá foi projetada no trecho médio do rio Tibagi, afluente pela margem esquerda do Rio Paranapanema, na divisa dos municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, no Estado do Paraná.

O empreendimento situa-se, portanto, na região denominada Paraná Velho, no centro do Estado. Esta região foi ocupada primeira por povos indígenas - guaranis e caingangues - que resistiram ferozmente à entrada dos portugueses, os quais, no século XVII, partiram do litoral paranaense, em busca de ouro e diamantes no leito do rio Tibagi, nos chamados Campos Gerais.

Nos séculos XVIII e XIX, o movimento de ocupação que, até então se processara no sentido leste – oeste, buscou a direção norte – sul, transportando tropas de gado bovino e mular. A bacia do rio Tibagi foi palco desse processo de expansão, sendo a região de ocupação mais antiga do Estado do Paraná. Essa cultura “tropeira” marca, até hoje, a cultura dos municípios da área de influência do empreendimento.

Os primeiros povoados formaram-se, pois, em função dos pontos de pouso dos tropeiros. A ocupação da zona rural, por sua vez, foi decorrente da formação de grandes fazendas, cujas terras foram doadas pela coroa portuguesa aos exploradores pioneiros, como prêmio pela “pacificação” da região. A região, coberta de pinheirais, era propícia à exploração madeireira e à formação de pastagens. Já no início do século XX, em 1926, os descendentes dos primeiros donos das terras associaram-se à Companhia Agrícola e Florestal e Estrada de Ferro Monte Alegre para a exploração de minérios, madeira, agricultura, colonização e construção de uma estrada de ferro.

Em 1932 o empreendimento fracassou e a Fazenda Monte Alegre passou às mãos do credor, o Banco do Estado do Paraná. Durante a vigência do empreendimento foram implantadas: uma estrada de terra até Tibagi, uma balsa ligando as margens do rio Tibagi, na altura do Salto Peludo, ligação telefônica – ainda que precária, com Tibagi e construídas algumas benfeitorias na Fazenda Velha, local da antiga casa grande. Também foram formadas internadas. São de interesse, ainda, os estudos técnicos deixados por missões nacionais e estrangeiras, contratadas pela Companhia. Segundo esses estudos havia na propriedade 9 milhões de m<sup>3</sup> de madeira, sendo 70% o percentual de pinheiros em época de abate.

Foram também identificadas as espécies arbóreas encontradas na região. Uma dessas missões, a Missão Himmelsbach, integrada por industriais europeus interessados em identificar as possibilidades de investimento na região, indicou como viável a construção de serrarias, cujos subprodutos poderiam ser aproveitados no lugar. Também mencionava a possibilidade de uma fábrica de papelão, papel e celulose, e a fabricação de carvão, usando resíduos dos pinheiros. Indicava, portanto, já no começo do século, o que viria a se consolidar como a vocação da região.

O marco decisivo para a história posterior do lugar e, principalmente do município de Telêmaco Borba, foi a aquisição, pela família Klabin, em 29 de outubro de 1934, por 7.500 contos de réis, da Fazenda Monte Alegre, “cujas divisas principiavam das cabeceiras do rio Alegre, pela vertente maior que vinha fazer junção com outro abaixo



## UHE MAUÁ

do potreiro do Faxinal, ficando este para dentro, e daí para o rio Alegre para baixo, até onde fazia barra no Tibagi, com os fundos para o sertão geral”, para aí instalar uma fábrica de papel, celulose e derivados. O nome Monte Alegre tem origem em ‘campo do Alegre’, como era conhecida a região.

A instalação da Klabin, cujo patriarca foi responsável pela criação formal do município de Telêmaco Borba, transformou este município em pólo da micro-região, no que se refere a serviços, atividade econômica e, portanto, dinâmica demográfica. Desde 1930, houve duas frentes pioneiras no Estado: uma que alcançou o norte do Estado (Baixo Tibagi, na área de Londrina), e uma que alcançou o sul/sudoeste, composta de colonizadores de origem européia. As notícias sobre os bons solos que prevaleciam no norte do Paraná fomentaram a colonização de companhias rurais estaduais e um grande número de pessoas de São Paulo e Minas Gerais iniciaram a imigração para esta área.

A Companhia de Terras do Norte do Paraná, de capital britânico, adquiriu alguns milhões de hectares, que foram subdivididos em lotes para especulação futura.

As lavouras de café foram instaladas em locais mais elevados e as áreas de pastagem, chiqueiros, agricultura e residências, em áreas mais baixas. A cultura do café substituiu a floresta e o milho, arroz, feijão, entre outras culturas, cobriram os vales. As fazendas de café providenciaram lotes e casas para os trabalhadores poderem viver e produzir agricultura de subsistência para seu próprio uso. A maior densidade demográfica na região do baixo Tibagi ocorreu entre os anos 30 e 60.

A cultura de café diminuiu devido ao uso intenso do solo, gerenciamento do solo inadequado, mercado internacional competitivo e geadas. Estes eventos atingiram o clímax nos anos 70 (em 1975 ocorreu a última grande geada), e milhares de pés de café foram eliminados. Este problema favoreceu o maior êxodo da região, e então o maquinário substituiu a mão-de-obra.

O êxodo rural provocou o aumento dos cinturões de pobreza ao redor das áreas urbanas, gerando, conseqüentemente, problemas como resíduos sólidos, esgotos abertos, falta de escolas, e piora das condições de saúde e condições ambientais. A mudança de cultura permanente para o sistema de cultura rotativa com soja, milho, arroz etc., trouxe sérios problemas ambientais, causando um aumento na erosão do solo bom e uso excessivo de pesticidas.

A maioria dos pequenos proprietários vendeu suas terras favorecendo a formação de grandes propriedades dedicadas à monocultura, eliminando o uso múltiplo da terra, comum nas plantações de café, desalojando os pequenos agricultores com seus lotes e animais. Portanto, a partir dos anos 70, a região do baixo Tibagi gradualmente perdeu seu modelo estadual pequeno inicial e adquiriu um modelo de fazenda extensa, o chamado latifúndio. As áreas urbanas foram invadidas por mão-de-obra não qualificada e pessoas com necessidade de serviços básicos, que por sua vez provocavam a degradação do meio ambiente urbano.

O modelo rural de produção foi então direcionado para a monocultura, onde o uso do solo é intensivo e não leva em consideração as práticas anteriores como escarpamento de declive, pequenas áreas de pastagem e limites (fronteiras) de cursos de água. Estas novas práticas favoreceram a erosão, infiltração do solo, erradicação da vegetação ciliar e afetaram a qualidade da água do rio.

O processo de colonização do Tibagi médio fomentou e manteve as práticas de rotação de solo; a floresta não foi cortada, porque a falta de estradas tornava difícil a comercialização da madeira. O solo nesta região é ácido e menos fértil, a topografia

## UHE MAUÁ

não facilita o acesso ao maquinário e o clima é inadequado à cultura do café. A prática de queimada era comum, e, portanto, também a exaustão do solo. Áreas de samambaia, arbustos e floresta secundária foram substituídas por criação de animais, o que, por sua vez favoreceu a introdução de espécies exóticas de grama.

Atualmente, a agricultura se caracteriza por produtores de alta tecnologia convivendo com operações de baixa tecnologia para atividades de subsistência. As cidades de Ponta Grossa e Londrina são os principais pólos industriais da bacia do Tibagi e do Estado do Paraná. Embora a ocupação da região seja antiga, os municípios da área de influência são de formação bem mais recente, com exceção de Tibagi, cujo território foi sendo desmembrado para a criação dos demais municípios.

### 10.1.2 Histórico do Município de Telêmaco Borba

O povoado que deu origem ao município de Telêmaco Borba teve início nos últimos anos do século XVIII e chamou-se Cidade Nova. Era a referência para fazendas e sesmarias implantadas no lugar. Telêmaco Borba é considerado o fundador desse povoado.

No final do século XIX (1890), vieram da Lituânia as famílias Klabin e Lafer. Em 1906 aquelas famílias instalaram em Itu, Estado de São Paulo, a primeira fábrica de papel do país. Em 1934 os Klabin adquiriram a fazenda Monte Alegre, às margens do rio Tibagi, onde havia florestas e água suficientes para o empreendimento pretendido, que incluía a exploração florestal, além da implantação de uma unidade fabril.

Inicialmente, três lugares eram os centros das atividades da Klabin: Mauá com a Usina Hidroelétrica; Lagoa como centro administrativo; e Harmonia como local da fábrica. Com a expansão da empresa, houve a necessidade de resolver o problema de moradia para seus empregados. Devido ao grande número de operários, a estrutura da Fazenda Monte Alegre, onde se situavam os três centros iniciais, já não comportava mais a população. A Klabin loteou, então, um núcleo à margem esquerda do rio Tibagi: o Loteamento Mandaçaia. Assim surgiu a cidade de Telêmaco Borba.

A instalação das indústrias Klabin na região favoreceu o desenvolvimento da Cidade Nova. Assim, em 25/07/1960, pela Lei Estadual 4245 o povoado foi elevado à categoria de município, com o nome de Telêmaco Borba, sendo seu território desmembrado do município de Tibagi. No entanto, no mesmo ano, em 31 de dezembro o novo município, que nem chegara a ser instalado, foi extinto pela Assembléia Legislativa do Estado, voltando à condição de povoado, a chamar-se Cidade Nova e a fazer parte do município de Tibagi.

Em 1961, pela Lei Estadual 4445, de 16 de outubro, Cidade Nova transformou-se em distrito. Em 05/07/1963, pela Lei Estadual 4738, foi elevado à categoria de município, sendo seu território desmembrado do município de Tibagi, com o nome de Telêmaco Borba. A denominação Telêmaco Borba é homenagem ao Coronel Telêmaco Enéias Augusto Morocines Borba, nascido em 15 de agosto em Curitiba, desbravador, sertanista, indianista, colonizador, colecionador e escritor na região do Vale do Tibagi.

O rio Tibagi, que corta o município, é de extrema importância econômica para o mesmo, devido ao aproveitamento hídrico e energético. Na localidade denominada Mauá, encontra-se a Usina Hidrelétrica Presidente Vargas, de propriedade das Indústrias Klabin. Durante muito tempo, esse rio foi utilizado como área de garimpo de ouro e diamantes, de extração de areia, de pesca, principalmente de mandis, acarás, surubis, lambaris e curimatás.

## UHE MAUÁ

Devido a presença da indústria do papel e celulose no município de Telêmaco Borba, a região é dominada pelo setor industrial, porém, nas economias dos demais municípios tem papel fundamental o setor primário, principalmente se levar em conta que parte significativa das atividades comerciais é organizada para atender à agropecuária, tanto no fornecimento de gêneros para as famílias ocupadas no setor, quanto para a própria atividade, sem contar as atividades de comercialização dos produtos da agropecuária.

### 10.1.3 Histórico do Município de Ortigueira

Ortigueira foi colonizada por imigrantes vindos de várias regiões do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia que percorreram longas distâncias em busca de terras férteis para o plantio de grãos até chegarem a um destino, chamado por eles de Monjolinho (a região pertencia ao município de Tibagi). Deste ponto seguiram em frente, atingindo as margens de um rio ao qual deram o nome de Formigas.

Entre Monjolinho e o rio Formigas existia um grande e espesso taquaral que dificultava a travessia. A área tinha cerca de 300 alqueires e, para melhorar o caminho, a solução foi queimar toda a extensão necessária para percorrer o trecho.

Foi assim então que o local passou a ser chamado de povoado de Queimadas e, com a ascendência da região, foi elevado a Distrito em 09 de abril de 1921. Alguns dos colonizadores foram Adolpho Alves de Souza, Domiciano Cordeiro dos Santos e Marcílio Rodrigues de Almeida que, no início do século XX, lançaram as bases da povoação da localidade onde no futuro seria chamada de Ortigueira.

Com o crescimento do Distrito de Queimadas, devido a grande fertilidade do solo e a suinocultura, o território se desmembrou, parte do município de Tibagi e parte do município de Reserva, tornando-se, em 14 de novembro de 1951, município de Ortigueira. A mudança de nome foi necessária por já existir um outro município no estado da Bahia com nome de Queimadas. A primeira eleição foi realizada em 06 de novembro de 1952 e no dia 14 de novembro do mesmo ano foi empossado Francisco Sady de Brito, primeiro prefeito do Município.

### 10.1.4 Dinâmica Demográfica na Área de Influência Direta

Para o meio socioeconômico a Área de Influência Direta – AID, envolve terras dos municípios de Ortigueira – margem esquerda do rio Tibagi – e Telêmaco Borba – margem direita. Essas terras estão ocupadas, na margem esquerda, por um conjunto de propriedades rurais pertencentes a diversos proprietários, e, na margem direita, pelas Indústrias Klabin de Papel e Celulose S.A. Essas áreas serão afetadas pela formação do reservatório, pela implantação das demais estruturas do projeto e pela faixa de 100 m, em projeção horizontal, além do nível máximo normal do reservatório – Área de Preservação Permanente.

À primeira vista é possível observar a disparidade na dinâmica demográfica de Ortigueira e Telêmaco Borba: enquanto Ortigueira perde população, em termos absolutos, e seu processo de urbanização é muito lento, Telêmaco Borba que, em 1970 possuía praticamente a mesma população que o município vizinho, passa a superá-la amplamente, a partir dos anos 90. Sua taxa de urbanização, sempre muito mais alta do que a de Ortigueira, embora corresponda a um fenômeno que ocorre no país e no Estado do Paraná, é, sem dúvida, reforçada pelo fato de que as Indústrias Klabin de Papel e Celulose ocupam mais de 90% do território municipal, o que força, fisicamente, a concentração da população em área urbana. De fato, o manejo das florestas plantadas para exploração industrial, além de restringir a utilização do solo

## UHE MAUÁ

para agricultura, não absorve mão-de-obra em quantidades significativas, até porque a atividade, em suas diversas etapas, encontra-se muito mecanizada. Basta dizer que, hoje, enquanto a Klabin gera 2.000 empregos diretos, o florescente parque industrial instalado na sede municipal de Telêmaco Borba, e que é composto, atualmente, por 50 unidades do ramo madeireiro, emprega 3.000 pessoas.

**Tabela 10.1 - População nos municípios diretamente afetados pela UHE Mauá**

Ano	Município de Ortigueira	Município de Telêmaco Borba	Área de Influência	Estado do Paraná
<b>1970</b>				
Total	36.689	37.238	73.927	6.929.868
Urbana	1.754	22.813	24.567	2.504.378
Rural	34.935	14.425	49.360	4.425.490
<b>1980</b>				
Total	50.113	54.577	104.690	7.629.392
Urbana	4.552	36.188	40.740	4.472.561
Rural	45.561	18.389	63.950	3.156.381
<b>1991</b>				
Total	27.493	64.854	92.347	8.448.713
Urbana	5.411	54.542	59.953	6.197.953
Rural	22.082	10.312	32.394	2.250.760
<b>2000</b>				
Total	25.216	61.238	86.454	9.558.126
Urbana	8.363	58.354	66.717	7.781.270
Rural	16.853	2.884	19.737	1.776.856

Fonte: IBGE, Censos demográficos. Paraná, 1970, 1980, 1991, 2000.

Verifica-se que a taxa de urbanização do município de Telêmaco Borba não só é muito superior à de Ortigueira, município dedicado principalmente às atividades agropecuárias e, portanto, com um percentual maior de população na área rural, como é sensivelmente maior do que a taxa de urbanização do Estado do Paraná.

A seguir, dados sobre a composição da população por faixa etária, o que permite estimar a demanda por serviços básicos de saúde e educação. Trata-se de populações jovens, em ambos os municípios, concentrada na faixa etária de 15 a 44 anos, idade produtiva, portanto, o que significa também, além da demanda por serviços, demanda de trabalho e emprego, o que os municípios não têm conseguido suprir adequadamente. De fato, segundo as autoridades municipais consultadas, existe muito desemprego, o que as leva a uma posição favorável com relação ao empreendimento projetado. Quanto ao peso de cada faixa, na população total é equivalente, em ambos os municípios, assim como no Estado e no país.

**UHE MAUÁ**

**Tabela 10.2 – Distribuição da População por faixa etária nos municípios diretamente afetados.**

Faixa Etária	Ortigueira	Telêmaco Borba	Paraná	Brasil
De 0 a 4 anos	10,52	10,18	9,27	9,64
De 5 a 19 anos	32,65	29,45	29,39	30,55
De 20 a 39 anos	29,68	32,17	33,23	32,55
De 40 a 59 anos	18,14	19,85	19,65	18,72
60 anos ou mais	9,01	8,35	8,46	8,54
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000.

O município de Telêmaco Borba tem uma parcela maior de população economicamente ativa, quando comparada à de Ortigueira, devido à presença da Indústria Klabin de Papel e Celulose e das atividades do pólo madeireiro implantado no município. O reflexo da presença da Klabin também se faz sentir na renda per capita. É bem verdade que este último índice não reflete a realidade, visto que a distribuição da renda é muito desigual, como ocorre em todo o país. Assim, segundo informações da Secretaria de Ação Social de Telêmaco Borba (2004), 7.000 famílias, ou 20.000 pessoas estão cadastradas naquele órgão, incluídas ou necessitando dos benefícios proporcionados por algum dos programas assistenciais proporcionados pela municipalidade.

**10.1.5 Condições de vida nos municípios da área de influência da UHE Mauá**

O IDH - Índice de Desenvolvimento Humano é um índice elaborado pela ONU que mede a qualidade de vida das pessoas. No IDH são computados basicamente os dados sobre renda, expectativa de vida e escolaridade. Uma vez computados os dados, é feita uma escala de 0 a 1; quanto mais perto de 1 estiver o país, maior é o seu desenvolvimento. Para facilitar esta classificação a escala ficou assim dividida: de 0 – 0,5: país com baixo desenvolvimento humano; de 0,5 - 0,8, médio desenvolvimento e, de 0,8 para cima, alto desenvolvimento humano.

O Brasil, de acordo com dados do IDH de 2000, é considerado um país com médio desenvolvimento humano. Sua média é de 0,750, ocupando o 69º lugar entre os países. Para obter dados mais exatos, a ONU decidiu juntar alguns institutos de pesquisa brasileiros, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), entre outros e assim analisar a realidade dos municípios dos estados brasileiros. Esse índice é o IDH Municipal.

A partir destas pesquisas observou-se que a qualidade de vida da população brasileira melhorou nas últimas três décadas, principalmente nas regiões sul e sudeste do país. Constatou-se que, em 1970, 90% dos municípios brasileiros estavam no patamar de baixo desenvolvimento humano. Em 1980, já havia 46% dos municípios brasileiros com médio desenvolvimento humano e 54% ainda com baixo desenvolvimento. Em 1990, 80 municípios brasileiros e o Distrito Federal haviam atingido o patamar de alto desenvolvimento. Todos estes municípios situavam-se nas regiões sul e sudeste do Brasil.

O Paraná está entre os melhores estados brasileiros, no que se refere ao IDH. O melhor IDH-M de 2000 do Estado é o de Curitiba - 0,856 - e o pior é o do município de Ortigueira. Seu IDH é de apenas 0,620. O município mantém esta colocação há duas



**UHE MAUÁ**

décadas, pois no IDH-M de 1991 também se encontrava em último lugar. Em esperança de vida é o 2º pior.

A expectativa de vida de um cidadão em Ortigueira é de apenas 61 anos de vida. Quanto ao índice de educação, quando analisada a taxa bruta de frequência escolar, está em 3º lugar, ficando na frente das cidades de Reserva e Imbaú, porém em relação à taxa de alfabetização de adultos fica novamente em último lugar, com 72%. Assim, conforme o IDH, em termos de escolaridade, a colocação do município é a última do Estado, 0,687. Nenhum outro município do Paraná teve uma média abaixo de 0,700. Quanto à renda, esta gira em torno de R\$ 116,00 mensais (per capita), no IDH este número representa 0,566, mas sabe-se que muitas pessoas da cidade não recebem nem a metade deste salário para toda a família. Trata-se de pessoas que passam fome, que não têm estudo, moradia adequada, saúde, ou qualidade de vida. Analisando-se os índices de desenvolvimento humano, elaborados para os municípios em estudo, verifica-se que, embora ainda baixos, apresentam sensível melhora entre os anos de 1991 e 2000.

**Tabela 10.3 - Indicadores do desenvolvimento humano nos municípios da UHE Mauá.**

Faixa Etária	Ortigueira	Telêmaco Borba
Densidade demográfica, 2000	10,30	44,10
Esperança de vida ao nascer, 2000	61,46	68,56
Mortalidade até um ano de idade, 2000	42,32	21,87
Domicílios com água encanada, 2000	73,14	97,12
Domicílios com energia elétrica, 2000	77,51	99,32
ÍDH, 2000	0,62	0,77
Frequência à escola, 2000	61,66	80,33
Taxa de alfabetização, 2000	72,20	89,54
Taxa crescimento anual	-3,24	1,78
Taxa urbanização	33,16	95,29
Renda nom. média (R\$)	294,11	378,38

FONTE: Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, IPEA, Instituto João Pinheiro, 2000.

Nota-se, em primeiro lugar que, os índices referentes a Telêmaco Borba são os que mais se aproximam dos índices relativos à capital do Estado. Excluímos desta afirmação os índices de densidade demográfica, uma vez que o grau de urbanização, nos Campos Gerais, nada tem a ver com o que se verifica em Curitiba.

Vale destacar a mortalidade ao nascer, em que houve um notável avanço em Telêmaco Borba, entre 1991 e 2000, aproximando-se este município dos índices da capital, ao mesmo tempo em que se distanciava dos demais municípios da área de influência. Por outro lado, aumentou o chamado "índice de indigência" em todos os municípios analisados, inclusive em Curitiba, o que evidencia as conseqüências do êxodo rural e da urbanização que ocorre sem que as cidades, sobretudo os centros regionais, disponham de condições - de oferta de emprego, trabalho e renda, principalmente - para receber o contingente de população que, cada vez maior, ocorre para elas.

Enquanto o índice da pobreza aumentava em Curitiba e permanecia estável em Telêmaco Borba, diminuía nos municípios menores, o que parece confirmar as observações anteriores. Considerando-se o percentual de domicílios subnormais, as

## UHE MAUÁ

condições de habitação melhoraram em todos os municípios da área de influência, no período analisado, ao contrário do que ocorreu em Curitiba. Já o acesso aos serviços básicos – água e energia elétrica, por exemplo – enquanto em Curitiba os índices já eram altos em 1991 e, portanto, aumentaram muito pouco, eram muito baixos nos demais municípios de interesse, tendo-se verificado um sensível aumento durante o período. No que se refere ao acesso a serviços básicos, Telêmaco Borba aproximou-se de Curitiba, no período em análise. Também no que se refere à frequência à escola e à alfabetização, houve avanços muito significativos, em todos os municípios em questão.

### 10.1.6 Infra-Estrutura Disponível nos Municípios Diretamente Afetados Mauá

#### Saúde

Existem, na sede municipal de Ortigueira três hospitais, com 102 leitos no total, e dois em Telêmaco Borba, estes com 245 leitos. A infra-estrutura hospitalar atende à demanda regional, salvo no caso de problemas mais complexos, que exijam especialidades apenas disponíveis em Ponta Grossa, Londrina ou Curitiba.

Em Telêmaco Borba, a Casa de Saúde Dr. Feitosa dispõe de especialistas em urologia, hematologia, dermatologia, ortopedia, gastroenterologia, ginecologia, obstetrícia, otorrinolaringologia, oftalmologia, pediatria, clínica geral e cirurgia geral. Dispõe também de profissionais de enfermagem com formação superior. São realizados nesse hospital exames especiais como: ultra-sonografia, eletrocardiografia, endoscopia digestiva, radiologia, vídeo laparoscopia, como também cirurgia por vídeo laparoscopia e artroscopia.

Na Clínica de Atendimento à Saúde da Mulher e da Criança, em Telêmaco Borba, realiza-se atendimento médico, coleta de material para exames citopatológicos, exames de mama, fornecimento e inserção de dispositivo intra-uterino (DIU), planejamento familiar, fornecimento de métodos anticoncepcionais, reuniões e palestras, atendimento ao recém-nascido, imunização e acompanhamento de crianças de baixo peso no contexto do Programa de Combate às Carências Nutricionais. Um dos hospitais de Telêmaco Borba está situado em Harmonia, na antiga sede da Fazenda Monte Alegre, de propriedade da Klabin.

Na Fazenda existem ainda 3 postos de saúde, nas localidades de Lagoa, Mandaçaia e Curiúva. Existem ainda postos de saúde nas sedes municipais e nos distritos, num total de 29 unidades, sendo que 19 situam-se em Ortigueira e 11 em Telêmaco Borba. Vale lembrar que este último município não possui distritos, estando sua população concentrada na sede municipal, o que explica o menor número de postos de saúde, embora o número de habitantes e o volume de recursos de que dispõe o município seja muito maior. Os postos de saúde são de responsabilidade das respectivas prefeituras municipais, com exceção de 3 em Telêmaco Borba e de um, em Ortigueira, que são de particulares. Do total, existe ainda, em cada município, um posto de saúde de responsabilidade de sindicatos.

Nos postos de saúde, o atendimento ambulatorial de enfermagem compreende curativos, imobilização, colocação e troca de gesso, inalação, injeção, verificação de pressão arterial, pré-consulta de enfermagem e visita domiciliar. Em Telêmaco Borba esses procedimentos chegam, em média, a 9.526 mensais. O atendimento médico inclui consultas nas seguintes especialidades: clínica geral, dermatologia, ginecologia, oftalmologia, ortopedia, pediatria, obstetrícia, psiquiatria e fisiologia. Realizam-se, em média, 8.017 consultas por mês. O Centro Municipal de Especialidades, CME, realiza atendimento ambulatorial a pacientes que necessitam de tratamento em hanseníase e



**UHE MAUÁ**

tuberculose. O Ambulatório de Atendimento a Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS, AMOA, com equipe formada por médico, enfermeiro, psicólogo, assistente social e farmacêutico fornece orientação e acompanhamento a pacientes que necessitam de tratamento das doenças sexualmente transmissíveis e AIDS.

Ainda em Telêmaco Borba, o Programa de Concessão de Órtese e Prótese fornecem próteses de membros inferiores, óculos, próteses auditivas, próteses oculares, órteses de membros inferiores, muletas, calçados ortopédicos, realizando em média 178 concessões por mês. O Programa tem como prioridade as crianças em idade escolar. A principal causa de mortalidade infantil, em Ortigueira, como também em Telêmaco Borba, são as “afecções do período perinatal”, o que indica deficiências no atendimento às gestantes. Quanto aos adultos, a principal causa mortis provém de problemas circulatórios, nos dois municípios que serão diretamente afetados.

Em Ortigueira, segundo informações da Prefeitura Municipal, as sucessivas campanhas de vacinação, conseguiram erradicar o sarampo e a poliomielite. Outras vacinas que fazem parte da campanha são: contra meningite, tetravalente, contra gripe, para pessoas com mais de 60 anos, e BCG contra a tuberculose. Existe ainda um programa de erradicação do barbeiro na zona rural, visando evitar a proliferação do mal de Chagas. Em Telêmaco Borba, a Seção de Vigilância Sanitária realiza ações de fiscalização e orientação nas áreas de serviços e produtos (hospitais, clínicas, salões de beleza etc.), alimentos e zoonoses (supermercados, açougues, lanchonetes etc.) e saneamento (tratamento de água, efluentes, controle de vetores etc.).

Por sua vez, a Seção de Vigilância Epidemiológica realiza, naquele município, o controle de doenças de notificação obrigatória (sarampo, rubéola, febre amarela, hepatite etc.), visando evitar surtos e epidemias; realiza também controle do registro de nascidos vivos e óbitos, vacinação de rotina e campanhas, palestras educativas, além da alimentação dos sistemas de informações solicitados pelo Ministério da Saúde.

Os serviços odontológicos municipais são realizados nas unidades de saúde, desenvolvendo-se ações preventivas nas escolas municipais. São realizados em média 2.800 procedimentos por mês. Existem, no município, 40 dentistas. Existe um serviço de transportes no município, que realiza atendimentos inclusive na zona rural, assim como translados a outros municípios, transportando pacientes para tratamento médico especializado e/ou realização de exames. São realizados, em média, 1.196 atendimentos por mês. Telêmaco Borba tem um Conselho Municipal de Saúde, com 16 membros, responsável pela fiscalização das ações desenvolvidas pela Secretaria Municipal de Saúde. O município é sede da 21ª. Regional de Saúde e presta atendimento também a alguns municípios vizinhos, como Reserva, Ortigueira, Ventania e Imbaú. Por sua vez, a Klabin dispõe de um laboratório fitoterápico, onde são produzidos vários produtos a base de plantas. O processo de fabricação é próprio e a matéria-prima é, em sua maior parte, oriunda das matas nativas existentes na propriedade da empresa. O laboratório realiza também acompanhamento dos resultados. Este programa atende funcionários e seus dependentes.

### Educação

A rede de ensino fundamental e médio encontra-se bem distribuída, tanto no meio urbano quanto no meio rural, havendo transporte escolar para as escolas tanto municipais quanto estaduais, nos dois municípios.

Em Ortigueira, existem, segundo as informações da Secretaria de Educação (2004), 59 escolas rurais - em Palmital do Natingui, a escola municipal oferece da 1ª. à 4ª. série e em Natingui, da 1ª. à 8ª. - e 5 escolas urbanas. Há vagas disponíveis,

## UHE MAUÁ

principalmente no período noturno. Vale mencionar a escola bilíngüe na Reserva Caigangue, onde vivem 115 famílias, e que está localizada a 8 quilômetros do centro de Ortigueira. A escola denomina-se Cacique Crispim Guê-Mon, e oferece do Pré à 4ª. Série. Na unidade trabalham 4 professores brancos, e um indígena. Os 150 alunos aprendem as matérias em português e também em caigangue, sua língua materna. A Prefeitura Municipal fornece transporte para os alunos seguirem estudando: da 5ª. à 8ª. série e o ensino médio.

Ainda em Telêmaco Borba, o CEMEP - Centro Municipal de Ensino Profissionalizante oferece cursos profissionalizantes nos seguintes bairros: Vila Esperança, Jardim Alegre, Socomim, Jardim Bandeirantes, Bela Vista, Bom Jesus, Cem Casas, São Francisco e Bairro Macopa, tendo, em 2001, 1.600 alunos. Eram ministrados naquele ano os seguintes cursos: malharia, corte e costura, bordado industrial, pintura em tecido, pintura em tela, vagonete, tricô, crochê, corte de cabelo, cestaria, manicure e lingerie. De 1997 a 2000, 5.562 alunos concluíram cursos no CEMEP.

O Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel, em parceria com o SENAI, além de oferecer assistência tecnológica, pesquisa aplicada, laboratório e informação tecnológica, oferece cursos de operador especializado em celulose e papel, treinamentos in company e cursos técnicos em mecânica e eletrotécnica. Por sua vez, o Centro de Tecnologia em Madeira e Mobiliário é fruto de uma parceria da Prefeitura com o SENAI. Existem, ainda, em Telêmaco Borba, cursos de idiomas e de informática. No que se refere ao 3º. ciclo, o município dispõe de um campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que oferece cursos de Letras e de Economia, e de uma universidade particular, a Faculdade de Telêmaco Borba, FATEB, que oferece cursos de Pedagogia e Letras (inglês). Em Ortigueira não há cursos de nível superior.

### Comunicações

Os serviços de telefonia fixa estão a cargo das operadoras TIM, EMBRATEL e TELEPAR, e a telefonia móvel a cargo da TIM Celular e da VIVO, este último somente para a região de Telêmaco Borba. Os serviços de correios são de responsabilidade da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – EBCT.

Existem em Telêmaco Borba, três estações de rádio: Tropical FM, operando com a potência de 1000 Watts e Rádio Capital do Papel AM, com a potência de 1450 Watts, com projeto de aumento para 10000 Watts. Atingem Telêmaco Borba, Lagoa, Ventania, Curiúva, Sapopema, Figueira, Reserva, Tibagi, Ortigueira, Cândido de Abreu e Castro. Em Ortigueira há duas estações de radiodifusão. Uma estação retransmissora capta os sinais televisivos de Rede Globo, SBT, Bandeirantes, Manchete e Rede Vida. Há cinco jornais semanais, todos semanais: Correio do Vale, Folha de Prioridades, Jornal das Araucárias, Jornal do Povo e Jornal Popular.

### Transportes

O transporte ferroviário da Área de Influência Indireta faz uso da malha ferroviária da Estrada de Ferro Central do Paraná (Ponta Grossa – Apucarana), cujo traçado passa próximo à sede municipal da cidade de Ortigueira, fora da área a ser inundada pelo reservatório no projeto proposto. Em termos de transporte aeroviário, a cidade de Telêmaco Borba conta com aeroporto municipal, mantendo vôos comerciais de passageiros e cargas, diariamente, com destino às cidades de Curitiba/PR e de São Paulo/SP, em aeronaves de pequeno porte.

### Energia Elétrica

## UHE MAUÁ

Telêmaco Borba é destacadamente o município que apresenta maior consumo de energia elétrica em todos os setores, na região de influência do empreendimento proposto. Em cada um dos setores, o consumo de energia em Telêmaco Borba é superior ao somatório do consumo de todos outros municípios. Em Telêmaco Borba, 6% do consumo de energia era (IBGE, 2001) residencial, 92% era do setor secundário, e 2% do setor comercial. O segundo maior consumidor de energia elétrica é o município de Ortigueira. Nele, o maior consumo também é referente ao setor secundário (41% do total no município), seguido pelo setor residencial (36% do total), enquanto o setor comercial consome 24% da energia elétrica total consumida. Isso significa que há uma distribuição de consumo mais equilibrada por setor em Ortigueira do que em Telêmaco Borba.

### Turismo e Lazer

O anfiteatro da Casa da Cultura de Telêmaco Borba tem capacidade para cerca de 840 pessoas sentadas, numa área de 523,78 m<sup>2</sup>, dispendo de boa infra-estrutura, incluindo palco, camarins e sala de som. Ali se desenvolvem as seguintes principais atividades: Festival Gomarábica, shows de bairros, Semana da Cultura Popular, Semana da Cultura, apresentação do Corpo de Baile, apresentações de Natal, aulas de violão, ballet, flauta etc.

Na Casa da Cultura existe ainda uma Biblioteca, com acervo de 13.000 volumes. Como espaços de lazer, o município dispõe ainda de quatro ginásios de esportes, sendo um na localidade denominada Cem Casas e outro na Bela Vista, um complexo esportivo em Auto Cross, um teatro de arena no centro e um CTG (Centro de Tradições Gaúchas), no Jardim Bandeirantes. Existem ainda 5 quadras e três campos suíços para prática de esportes nos diversos bairros do município.

À beira do rio Tabagi, vizinho ao bairro denominado Marinha e à ponte que cruza o rio no município foi criado, no ano 2000, o Parque Municipal do rio Tibagi, que oferece à população trilhas, churrasqueira, play ground, informações ecológicas etc. O Parque está ligado ao bairro por uma passarela que permite cruzar a estrada sem risco.

Vale dizer que deverá perder uma estreita faixa de terra, em cota mais baixa, devido à formação do reservatório da UHE Mauá. Os empregados da Klabin dispõem de clubes (Vila Harmonia), ou centros comunitários nas vilas em que residem (Vila Mauá). Existem, no município, as seguintes associações com finalidade cultura, esportiva e de lazer: Clube de Campo Alvorada (futebol suíço e futsal – apenas para associados); Clube Esportivo e Recreativo Aquarius (futsal – apenas para associados); Clube Atlético Monte Alegre, CAMA (futsal, basquete, vôlei, natação – apenas para associados); Harmonia Clube (tênis de campo e basquete, futsal, futebol suíço, bolão, natação, tênis de campo e basquete – apenas para associados); Grêmio Recreativo Araucária (futsal, futebol, natação, tênis de campo – apenas para associados); A.A.B.B - Associação Atlética do Banco do Brasil; A.A.B. - Associação Atlética Banestado-Itaú.

A Casa do Artesão, construção rústica com aproximadamente 800 m<sup>2</sup>, localizada à Avenida Horácio Klabin, oferece aos artesãos locais vários stands. Outro ponto turístico interessante, na cidade de Telêmaco Borba é o teleférico, com 1.318 m de vão livre sobre o Rio Tibagi, que liga Telêmaco Borba a Harmonia, local onde se acha instalada a Indústria Klabin do Paraná. O bonde aéreo transporta funcionários e moradores de uma margem à outra do rio, possuindo capacidade para trinta e dois passageiros. Vale destacar a beleza da paisagem.

O Parque Ecológico Samuel Klabin, com 11.196 hectares, dos quais 7.883 de florestas naturais, embora de propriedade da Klabin, permite passeios por trilhas, além de visita ao Centro de Interpretação da Natureza e ao Centro de Pesquisa e Conservação da

## UHE MAUÁ

Fauna e Flora. A fonte do Tito é muito procurada porque suas águas são consideradas de excelente qualidade.

Também de propriedade da Klabin, a Usina Hidrelétrica Presidente Vargas, construída em 1952 às margens do rio Tibagi, no Salto Mauá, possui 02 unidades instaladas com potência de 22.500 KVA. Esta Usina é ambientalmente correta, pois aproveita a calha do rio, não tem reservatório, funciona a fio d'água e não será afogada pela formação do reservatório da UHE Mauá. No município de Ortigueira, dado o porte do município, os equipamentos destinados ao turismo e lazer são pouco expressivos

### Serviços de Assistência Social

Para o desenvolvimento de seu trabalho, a Secretaria Municipal de Ação Social de Telêmaco Borba, conta com: um abrigo transitório, que presta atendimento a crianças e adolescentes em situação de risco, sobretudo por determinação do Poder Judiciário, do Conselho Tutelar; do Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente; o SOS (Serviço de Obras Sociais), entidade que presta atendimento a crianças de 07 a 14 anos, priorizando aquelas cujas mães trabalham fora; Centro de Triagem e Atendimento ao Carente, que viabiliza documentos, lonas plásticas, cadastramento para aquisição de passagem de ônibus urbanos para deficientes físicos e idosos. Este Centro também obtém hospedagem para os que fazem tratamento médico na capital, dando direito a transporte, alojamento e refeições.

Por sua vez, o Albergue Municipal Noturno dá atendimento a pessoas em trânsito ou que estão em tratamento médico na cidade, com permanência de até 3 pernoites. A Secretaria também fornece leite de soja, de fabricação própria, aos postos de saúde, associações de bairros, clubes de mães, entidades filantrópicas e famílias carentes.

Em Ortigueira a Ação Social desenvolve ações sócio-educativas que consistem no acompanhamento de famílias que têm crianças até seis anos, e que dispõem de rendimento per capita inferior a um quarto do salário mínimo; são atendidas 80 famílias, o que corresponde a aproximadamente 350 pessoas. O programa inclui a distribuição de cestas básicas. Em 2002 foram entregues 250 unidades. O trabalho de Ação Social, em Ortigueira compreende ainda o fornecimento de informações sobre processos de aposentadoria, fornecimento de documentos e apoio a migrantes, com fornecimento de passagens para as cidades próximas. Famílias com renda per capita inferior a meio salário mínimo recebem auxílio funeral no valor de R\$ 130,00.

### Segurança

Os serviços de segurança, no município de Telêmaco Borba são realizados pelas seguintes corporações: 18ª Subdivisão Policial de Telêmaco Borba; 3ª Companhia do 1º Batalhão da P.M. de Ponta Grossa; Corpo de Bombeiros; Posto de Polícia Florestal.

### Hospedagem e Alimentação

Na sede municipal de Telêmaco Borba e na Vila Harmonia dispõem de acomodações adequadas 8 hotéis. Quanto à alimentação, em Telêmaco Borba, vale mencionar 6 restaurantes. Em Ortigueira a infra-estrutura de hospedagem e alimentação é mais modesta.

### Outros serviços

Telêmaco Borba dispõe ainda dos serviços de abastecimento de água e esgoto, prestados pela SANEPAR, de distribuição de energia elétrica (COPEL), rede de telefonia (TELEPAR), escritórios da Receita Estadual, SEBRAE, IBGE, EMATER, Fundo Previdenciário, CIRETRAN, Junta Militar, INSS, 21ª Regional de Saúde, Núcleo Regional de Educação, Cartório de Registro Civil, Cartório de Registro de Imóveis,

## UHE MAUÁ

Cartório de Protestos, SEAB, Correios, Junta de Conciliação e Julgamento da Justiça do Trabalho, Agência SEMPRE, PROCON. A rede bancária inclui agências de cinco bancos: HSBC, Banco do Brasil, Itaú, Caixa Econômica Federal e Bradesco.

### Associativismo

Existem em Telêmaco Borba diversas Associações de Classes, tais como: Associação Comercial, Associação dos Odontólogos, Associação Telemacoborbense de Hortifrutigrangeiros e Apicultores, diversas Associações Comunitárias, Clube dos Diretores Logistas, Rotary Club de Telêmaco Borba, Rotary Club Telêmaco Borba Papel e Celulose, etc.

Os trabalhadores estão representados pelos seguintes sindicatos: dos Motoristas, dos Trabalhadores Rurais, dos Bancários, dos Comerciantes, dos Trabalhadores na Indústria de Papel e Papelão de Monte Alegre, dos Madeiros e dos Empregados do Mobiliário e Construção Civil. A APOSTE, Associação dos Aposentados de Telêmaco Borba, oferece assistência médica, oftalmológica e odontológica, laboratório, farmácia, salão de beleza, assim como auxílio funeral a seus associados. Em Ortigueira as atividades ligadas ao associativismo são pouco expressivas.

#### 10.1.7 Atividades econômicas predominantes, empresas e pessoal ocupado.

Um panorama geral dos principais produtos da agricultura, pecuária e silvicultura, bem como dos ramos industriais predominantes nos municípios da Área de Influência Direta serve de indicativo para a análise do número de empresas estabelecidas e o pessoal ocupado nas unidades locais da área de estudo do projeto.

A economia dos municípios de Ortigueira e Telêmaco Borba é bem diversificada, com atividades distribuídas pelos setores primário, secundário e terciário. A gama de produtos agrosilvopastoris e industriais produzidos nesses municípios pode ser vista na Tabela 10.4.

**Tabela 10.4 - Principais produtos agrosilvopastoris e indústrias predominantes na AID**

Municípios Principais	Principais produtos agrosilvopastoris	Indústrias predominantes
Ortigueira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Madeira em tora para papel e celulose</li> <li>- Madeira em tora para uso geral e mobiliário</li> <li>- Milho safra normal</li> <li>- Bovinos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Madeira</li> <li>- Produtos minerais não metálicos</li> <li>- Produtos alimentares</li> <li>- Extração de minerais</li> <li>- Metalurgia</li> <li>- Mobiliário</li> <li>- Editorial e gráfica</li> </ul>
Telêmaco Borba	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Madeira em tora para papel e celulose</li> <li>- Madeira em tora para uso geral e mobiliário</li> <li>- Maracujá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel e papelão</li> <li>- Madeira</li> <li>- Produtos alimentares</li> <li>- Mobiliário</li> <li>- Química</li> </ul>

Fonte: PARANACIDADE. Municípios do Estado.

Em conjunto os municípios da AID possuíam 2.700 unidades locais de empresas em 2002 as quais ocupavam um contingente de 15.800 pessoas. Em Ortigueira existiam 499 empresas ocupando 2.401 trabalhadores. No município de Telêmaco Borba,



## UHE MAUÁ

considerado pólo regional, existiam 2.201 estabelecimentos empresariais que empregavam 13.479 pessoas.

**Tabela 10.5 - Empresas - unidades locais - e pessoal ocupado nos munic. da AID e Estado – 2002**

Atividade	Dado	Paraná	Municípios		Total da AID
			Ortigueira	Telêmaco Borba	
Total	Unidades	404.888	499	2.201	2.700
	Pessoal ocupado	2.280.118	2.401	13.479	15.800
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração	Unidades	3.809	8	22	30
	Pessoal ocupado	30.318	10	1.059	1.069
Indústrias extrativas	Unidades	999	5	6	11
	Pessoal ocupado	5.970	7	41	48
Indústrias de transformação	Unidades	43.403	49	219	268
	Pessoal ocupado	486.886	298	4.496	4.794
Construção	Unidades	10.776	4	38	42
	Pessoal ocupado	74.960	7	383	390
Comércio, reparação de veículos, objetos pessoais e	Unidades	197.379	287	1.176	1.463
	Pessoal ocupado	600.305	511	3.112	3.623
Alojamento e alimentação	Unidades	27.864	28	127	155
	Pessoal ocupado	86.157	84	299	363
Transporte, armazenagem e comunicações.	Unidades	17.365	19	225	244
	Pessoal ocupado	119.841	632	1.140	1.772
Intermediação financeira	Unidades	5.272	1	14	15
	Pessoal ocupado	40.558	X	100	100
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços	Unidades	48.646	17	150	167
	Pessoal ocupado	218.025	34	541	575
Administração pública, defesa e seguridade social.	Unidades	981	2	3	5
	Pessoal ocupado	319.641	X	1.461	1.461
Educação	Unidades	6.831	11	51	62
	Pessoal ocupado	97.535	0	282	282
Saúde e serviços sociais	Unidades	7.926	5	38	43
	Pessoal ocupado	79.921	38	327	365
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	Unidades	33.402	63	132	195
	Pessoal ocupado	106.582	136	238	374

Fonte: IBGE. Cadastro Central de Empresas.

Na área de estudo, e nos municípios isoladamente, posiciona-se em primeiro lugar o grupo de atividades que compreendem comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos que somam 1.463 empresas que contam com 3.623 pessoas ocupadas. Os dados para as demais atividades por município e região também se encontram detalhados na Tabela 10.6.

Os últimos dados disponíveis para o emprego formal em setores de atividades na Área de Influência Direta referem-se ao ano 2001. Os mesmos mostram que no município de Ortigueira os postos de trabalho existentes concentravam-se na área de serviços, responsável por 70,1% (1.373 pessoas). Em segunda posição encontrava-se a atividade agropecuária com uma participação de 18,8% (368 empregos), seguida pelo grupo de gêneros que compõem a indústria de transformação, com 2,0% dos empregos formais existentes.

No município de Telêmaco Borba o setor de serviços também aparece em primeira posição gerando 45,5% dos postos de trabalho (4.568 empregos). Em segundo lugar

## UHE MAUÁ

encontra-se o conjunto de gêneros da indústria de transformação com 2.994 postos de trabalho correspondente a 29,8% do total do município.

Informações verbais colhidas nesses municípios indicam que existe uma considerável parcela de trabalhadores na informalidade ocupando-se em diversas atividades do tecido socioeconômico local. Ademais, o nível de desemprego também é considerado relativamente elevado.

**Tabela 10.6 - Emprego formal em setores de atividades na Área de Influência Direta – 2001**

Setor de atividades	Municípios			
	Ortigueira		Telêmaco Borba	
	Abs.	%	Abs.	%
<b>Indústria de transformação</b>	<b>39,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2994,0</b>	<b>29,8</b>
Indústria metalúrgica	0,0		18,0	
Indústria mecânica	0,0		51,0	
Madeira e mobiliário	39,0		1020,0	
Papel e gráfica	0,0		1827,0	
Indústria têxtil	0,0		19,0	
Alimentos e bebidas	0,0		59,0	
<b>Construção Civil</b>	<b>7,0</b>	<b>0,4</b>	<b>455,0</b>	<b>4,6</b>
<b>Comércio</b>	<b>170,0</b>	<b>8,7</b>	<b>1734,0</b>	<b>17,3</b>
Varejista	169,0		1505,0	
Atacadista	1,0		229,0	
<b>Serviços</b>	<b>1373,0</b>	<b>70,1</b>	<b>4568,0</b>	<b>45,5</b>
Instituições financeiras	9,0		93,0	
Administrativo, técnico e profissional	7,0		1137,0	
Transporte e comunicação	576,0		1007,0	
Alojamento e alimentação	50,0		429,0	
Medicina, odontologia e veterinária	40,0		228,0	
Ensino	0,0		196,0	
Administração pública	691,0		1478,0	
<b>Agricultura</b>	<b>368,0</b>	<b>18,8</b>	<b>286,0</b>	<b>2,8</b>
<b>Total</b>	<b>1957,0</b>	<b>100,0</b>	<b>10037,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: IPARDES – Leituras Regionais.

### 10.1.8 Características do setor agrosilvopastoril

No contexto agrícola os dados do IBGE mostram que no município de Ortigueira a utilização das terras concentrava-se em duas formas básicas de uso voltadas para a atividade pecuária, assim, as pastagens plantadas representavam 41,7% (101.710 ha) e as pastagens naturais correspondiam a 20,5% (50.075 ha), perfazendo ambas utilizações uma parcela de 62,2% da área agrícola, destacando-se assim a forte vocação agropecuária do município.

Outra porção significativa de uso corresponde à ocupação territorial com matas e florestas, sendo as artificiais responsáveis por 3,9% (9.608 ha) e as naturais somavam 37.032 ha, ou seja, 15,2% da área do município. As lavouras temporárias, principalmente constituídas pelo plantio de soja, trigo e milho ocupavam uma área de 25.650 ha, correspondendo a 10,5% do total.

Ainda segundo o IBGE, no município de Telêmaco Borba o grupo de matas e florestas era o responsável pela utilização de 83,9% das terras agrícolas, ou seja as matas e



## UHE MAUÁ

florestas plantadas (artificiais) representavam 45,4% (83.007 ha) e as naturais eram as responsáveis pela parcela de 38,5% (70.519 ha) em 1996, incluindo-se aí ainda os dados do atual município de Imbaú, desmembrado de Telêmaco Borba em 1995 e instalado em 01-01-1997. Considerando a tradição florestal, madeireira e papelreira de Telêmaco Borba, percebe-se que as demais formas de utilização das terras encontram pouca representatividade em termos de áreas agrícolas ocupadas no município.

### 10.1.9 Formação do PIB e participação dos municípios no Valor Adicionado

A formação do Produto Interno Bruto (PIB) na Área de Influência Direta mostra que no ano de 2002, último dado disponível, a agropecuária foi o setor de maior contribuição (55,1%) no município de Ortigueira, posicionando-se em segundo lugar o setor terciário compreendendo comércio e serviços, que participou com 31,4%, semelhante ao componente do Estado. O setor industrial teve uma participação de 13,4% na formação do PIB.

No município de Telêmaco Borba a composição do PIB teve dois setores predominantes com participações semelhantes, ou seja, a indústria e o grupo de serviços, correspondendo-lhes 41,7% e 41,9%, respectivamente. O setor agropecuário desse município contribuiu com 16,4% na formação do PIB.

No ano de 2002 o PIB per capita do Estado foi de R\$ 8.921,00, portanto superior aos valores verificados nos municípios em estudo, onde Telêmaco Borba teve um PIB de R\$ 8.564,00 por pessoa, enquanto que em Ortigueira o montante alcançou R\$ 4.150,00, quer dizer, quase a metade do valor registrado para o Paraná (Tabela 10.7).

**Tabela 10.7 - Produto Interno Bruto dos municípios da Área de Influência Direta e Paraná – 2002**

Estado, Municípios	Composição - %			PIB a preços de mercado (R\$1.000)	PIB Per capita (R\$)	PIB per km2 (R\$)
	Agropecuária	Indústria	Serviços			
Paraná	0,4	67,9	31,7	854.078	8.921	452.834
Ortigueira	55,1	13,4	31,4	102.650	4.150	42.279
Telêmaco Borba	16,4	41,7	41,9	524.442	8.564	420.139

Fonte IPARDES – Base de Dados do Estado

A participação do Valor Adicional Fiscal (VAF) dos municípios da AID diminuiu entre 1985 (1,316%) e 1996 (1,132%), elevando-se para 1,152% no ano de 2000, último dado disponível (Tabela 10.8).

Embora Telêmaco Borba atualmente demonstre características de crescimento econômico a sua participação no VAF demonstra que o município perdeu posição, visto que o seu percentual era de 1,245% em 1985 e no ano de 2000 o quinhão alcançava apenas 1,100%. O município de Ortigueira por sua vez, trilhou o mesmo caminho, quer dizer, passou de uma participação de 0,071% em 1985 para 0,052% em 2000.

**Tabela 10.8 - Participação dos municípios da AID no Valor Adicionado Fiscal do Estado – 1985**

Município	Ano		
	1985	1996	2000
Ortigueira	0,071	0,050	0,052
Telêmaco Borba	1,245	1,082	1,100
Soma	1,316	1,132	1,152
<b>Paraná</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>

Fonte: IPARDES – Leituras Regionais

#### 10.1.10 Finanças públicas municipais

No processo de reestruturação político-administrativo iniciado em especial no período pós Constituição Federal de 1988, a União gradativamente vem repassando atribuições, competências e encargos aos governos dos estados e dos municípios, sem, no entanto, corresponder com repasses financeiros suficientes e adequados ao conjunto das despesas e investimentos públicos requeridos para o atendimento das necessidades dos habitantes.

Por isso, dentre outras razões, as finanças públicas de estados e municípios brasileiros encontram-se em dificuldades orçamentárias. As restrições financeiras pelas quais passa a grande maioria das administrações municipais, em especial aquelas situadas fora das áreas de desenvolvimento econômico regional e/ou metropolitano, como é o caso dos municípios localizados no território de influência do empreendimento UHE Mauá, no médio rio Tibagi, ora analisados decorrem especialmente em função do reduzido número de contribuintes jurídicos ou físicos e a baixa arrecadação de tributos próprios, estando suas finanças fortemente relacionadas às transferências intragovernamentais de recursos provenientes especialmente de repasses do governo federal e, em menor escala, de suprimentos com verbas do governo Estadual.

**Tabela 10.9 - Receitas municipais per capita dos municípios da AID - 2002**

Variável – origem dos recursos	Dado	Municípios	
		Ortigueira	Telêmaco Borba
FPM – Fundo de Participação Municipal	R\$	5.225.266	9.462.091
	%	64,8	36,8
Total do ICMS	R\$	2.510.522	13.625.494
	%	31,1	53,0
Compensação de Exportação e IPVA (1)	R\$	295.669	2.150.270
	%	3,7	8,4
Mananciais + Unidades de Conservação	R\$	32.721	450.322
	%	0,4	1,8
Total das Receitas	R\$	8.064.178	25.688.177
	%	100,0	100,0
Receitas Municipais per capita	R\$	372,88	481,36

Fonte: STN, ANEEL, SEFA, IAP. Nota: Dados trabalhados pelo IPARDES – Leituras Regionais.

## UHE MAUÁ

(1) Estão incluídos a Lei Complementar (Kandir) e o Fundo de Exportação.

Segundo dados do IPARDES, disponíveis em Leituras Regionais, verifica-se que no ano 2002 as receitas do município de Ortigueira concentraram-se no repasse do Fundo de Participação Municipal - FPM (64,8%) e na transferência da arrecadação de ICMS (31,1%), sendo que apenas esses dois grupos perfazem o somatório de 95,9% das finanças do município. Em Telêmaco Borba a receita municipal proveniente do FPM contribuiu com 36,8%, ao passo que a transferência resultante do ICMS alcançou 53,0%, sendo que esses dois grupos somaram 89,8% da receita do município. As demais fontes de receitas possuem relativamente pouca participação na formação dos ingressos auferidos pela municipalidade. As receitas municipais per capita situavam-se no montante de R\$ 372,88 e R\$ 481,36 por pessoa ao ano em Ortigueira e Telêmaco Borba, respectivamente.

A dependência financeira dos municípios é relativamente elevada. O município de Ortigueira depende em 87,18% e o município de Telêmaco Borba sobrevive com 72,76% de fontes orçamentárias externas. Em termos de despesas o comprometimento concentra-se no custeio da máquina administrativa que absorve 82,47% e 70,38% dos gastos municipais em Ortigueira e Telêmaco Borba, respectivamente (Tabela 10.10).

**Tabela 10.10 - Percentuais médios de receitas e despesas segundo o tipo de indicador AID – 2002**

Variável	Ortigueira	Telêmaco Borba
Endividamento	6,45	8,32
Gestão Tributária	11,44	12,23
Dependência	87,18	72,76
Dependência Federal	48,61	30,64
Dependência Estadual	29,45	42,12
Comprometimento Custeio	82,47	70,38
Gasto com Pessoal	39,19	47,98
Grau de Investimento	7,49	8,12

Fonte: IPARDES – Leituras Regionais

### 10.1.11 Aspectos fundiários da área diretamente atingida

De acordo com o Cadastro Socioeconômico (CSE) realizado na região diretamente atingida, no período compreendido entre 03/2007 a 04/2007, a construção da UHE Mauá atingirá 191 propriedades e 33 ilhas, conforme apresentada na Tabela 10.11.

**Tabela 10.11 - Relação de propriedades atingidas**

Indicadores (nº)	Telêmaco Borba	Ortigueira	Ilhas	Total
Propriedades atingidas	32	159	33	224
N de Proprietários	30	144	-	174
Famílias atingidas	56	288	34	378
Indivíduos atingidos	186	1.044	168	1.398

Fonte: CSE 2006.

**UHE MAUÁ**

Das 191 propriedades atingidas pela construção da UHE Mauá, apenas duas de propriedade da Klabin se encontram na margem direita do reservatório e 5,7% estão em nome de pessoas jurídicas. Essas empresas possuem 81,2% do total das áreas que compõem as propriedades atingidas diretamente pela construção do empreendimento. Importa salientar que dos 174 proprietários, 28 residem em municípios que não serão afetados diretamente pelo empreendimento e das 378 famílias cadastradas apenas 56 estão localizadas no município de Telêmaco Borba.

**Tabela 10.12 - Famílias por Vínculo com a Propriedade**

Vínculo	Número de Famílias	Em %
Proprietário	175	46,5
Arrendatário	33	8,7
Empregado	67	17,8
Agregado	10	2,5
Posseiro	49	13,0
Filho do Proprietário	19	5,0
Outros	25	6,5
<b>TOTAL</b>	<b>378</b>	<b>100,0</b>

O levantamento de campo cadastrou 191 propriedades e 33 ilhas que serão atingidas pela construção da UHE Mauá. Quanto à situação documental, pouco se pode afirmar, uma vez que as informações obtidas foram de caráter declaratório. Todavia, percebe-se através dos padrões de ocupação e de benfeitorias, que grande parte dos imóveis visitados se encontra irregular quanto a sua situação fundiário-documental.

É comum na região não se registrarem nos cartórios de Registro de Imóveis muitos dos processos de compra e venda efetivado. Da mesma forma, os processos de inventário também não acabam sendo encaminhados, e os herdeiros acabam dividindo o imóvel sem registrar a partilha. Em muitos casos, o proprietário vende um pequeno lote de terra para terceiros instalarem um rancho de pesca e lazer na beira do rio, e jamais formalizam a transação nas eventuais matrículas.

**10.1.12 Estrutura Fundiária**

A estrutura fundiária da Área de Influência Direta – AID da UHE Mauá permite dimensionar o universo de propriedades atingidas pela formação do reservatório do empreendimento e de suas estruturas de instalação (canteiro, acessos, bota-fora etc.); considerando suas dimensões, aspectos legais, usos, benfeitorias e aspectos sociais.

Neste sentido, a AID da UHE Mauá apresenta uma situação peculiar quanto a distribuição de suas terras; enquanto que sua margem esquerda apresenta-se ocupada por um conjunto de pequenas, médias e grandes propriedades, a margem direita é ocupada integralmente por um único proprietário.

Os quantitativos de área que são apresentados na Tabela 10.14, foram coletados no levantamento de campo pela equipe de cadastradores de forma declaratória. A diferença de 167.815,97 ha existente entre a somatória das áreas destinadas a lavoura, pastagem e matas são de propriedades em que não foi possível quantificar a tipologia do uso do solo.

Tabela 10.14 – Estrutura Fundiária

Estrato de Área (ha)	N. de Propriedades	Área Total	Área Lavoura	Área Pastagem	Área Matas
(ilhas)	33	0,00	0,00	0,00	0,00
> 0 a 5	60	149,47	38,91	54,74	41,90
> 5 a 10	21	162,45	37,07	54,83	49,25
> 10 a 20	26	398,32	58,55	205,61	123,88
> 20 a 30	16	389,64	99,52	163,77	102,35
> 30 a 50	14	550,55	48,40	281,77	102,40
> 50 a 100	12	942,51	86,38	447,76	287,71
>100 a 200	16	2.197,46	183,92	1.187,71	451,47
> 200 a 400	14	3.902,06	658,17	1.880,02	795,17
> 400 a 600	3	1.432,64	436,18	253,80	147,34
> 600 a 1000	5	3.478,75	1.158,06	1.440,20	880,49
> de 1000	4	152.518,72	23,00	1.200,00	8.745,72
<b>TOTAL</b>	<b>224</b>	<b>189.542,14</b>	<b>2.828,16</b>	<b>7.170,21</b>	<b>11.727,68</b>

A área das 191 propriedades atingidas pela formação do reservatório é de 189.542,14 ha. Entretanto apenas 6.911 ha serão efetivamente alagados, o que representa 3,6% do total da área das propriedades. Cabe ressaltar que 79,6% do total das áreas que compõem as propriedades diretamente atingidas pertencem a um único proprietário (Klabin S.A).

Dos 6.911 ha que serão efetivamente alagados, 46,7% pertence ao município de Telêmaco Borba enquanto que 53,3% ao município de Ortigueira. A tipologia de uso dessa área é a seguinte: 38% são de florestas, 18% de reflorestamento, 20% de capoeira e 24% de pecuária e lavoura.

#### 10.1.13. Caracterização das Famílias

A composição das famílias com vínculo direto nas propriedades atingidas é composta de 1398 pessoas, sendo que 52,4% são do sexo masculino e 47,6% feminino. Desta população 60,8% possuem relação matrimonial.

De acordo com declarações das famílias entrevistadas, 9,1% da população relacionada nos cadastros residem em outros municípios. Essa população, atualmente, não compõe a força de trabalho que explora economicamente a propriedade.

Entre a população que compõem as famílias atingidas, 13,97% são de analfabetos, porém aproximadamente 38,4% podem ser considerados “analfabetos funcionais”, que segundo o Ministério de Educação, é a parcela da população com mais de 15 anos de idade que cursaram apenas os quatro anos do ensino básico. Atualmente, aproximadamente 85,7% da população jovem entre 7 e 18 anos de idade se encontram estudando.

As pirâmides etárias são usadas, não só para monitorar a estrutura de sexo e idade, mas como um complemento aos estudos da qualidade de vida, já que podemos visualizar a média do tempo de vida, a taxa de mortalidade e a regularidade ou não da população ao longo do tempo. A população cadastrada pode ser considerada adulta, com uma maior concentração (50,2%) na faixa entre 19 e 45 anos.

**UHE MAUÁ**

Das famílias atingidas e cadastradas, 60,92% possuem outras atividades que complementam sua renda, sendo que 40,00% dessas famílias possuem salário aposentadoria, 17,00% com atividades autônomas e 53,00% com remuneração através de empregos permanentes e temporários.

De acordo com as informações dos cadastrados, apenas 46,03% das famílias residem na propriedade atingida e 30,94% moram de aluguel ou em casa cedidas pelos proprietários.

A população é predominantemente da religião católica com 54,75%, seguida pela evangélica com 32,54%. A visita é uma das formas de lazer utilizadas por 28,30% da população cadastrada, seguida pela pesca com 24,60%.

Pela declaração das famílias que responderam o cadastro, a renda é bem distribuída não possuindo grandes variações entre as faixas definidas. Observa-se que 53,16% das famílias atingidas diretamente pela construção da UHE Mauá possuem renda superior a R\$ 8.401,00/ano. Se considerarmos que a renda provém de atividades agropecuárias, é relativamente boa, haja vista que 67,54% das propriedades possuem menos de 30 ha.

**10.1.14. Caracterização das Propriedades**

Conforme tabulação dos dados do CSE a tipologia de construção predominante é de edificações de madeira (46,03%) com telhado de amianto (51,05%) e piso cerâmico (54,0%) e 50,37% possuem banheiros anexados à residência.

Quanto ao padrão das edificações, 51,15% têm suas condições de habitação consideradas de boa a ótimas.

Das propriedades existentes na área atingida e que responderam o cadastro, 85,45% possuem energia elétrica; 39,15% responderam que o abastecimento d'água é de fontes ou poços; 44,18% queimam seu lixo e 44,97% utiliza a fossa negra como sistema coletor de esgoto doméstico.

O carro é o meio de locomoção utilizado por 51,58% das famílias, 48,15% não tem acesso a transporte coletivo, 85,19% da população não são atendidas pelo correio. O celular é utilizado por 37,56% da população.

**10.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO****10.2.1 Meio físico****Clima e Condições Meteorológicas**

Em termos climatológicos a região apresenta acentuada variação devido à sua topografia que acentua as características das massas de ar envolvidas na dinâmica de sua circulação atmosférica.

A Bacia do Rio Tibagi está sob influência de dois tipos climáticos, segundo a classificação adotada por Köppen: Cfa subtropical e Cfb temperado. No primeiro, Cfa, o clima é mesotérmico, com temperaturas médias no mês mais frio abaixo dos 18°C e acima de 3°C, não apresenta estação seca distinta e o verão apresenta temperaturas médias nos meses mais quentes da ordem 28°C, que abrange toda a bacia na sua parte setentrional, estreitando-se gradualmente até a altura do município de Tibagi.

O segundo, Cfb, com temperaturas médias inferiores a 22°C nos meses mais quentes e inferiores a 18°C nos meses mais frios, tendo como características um clima



## UHE MAUÁ

subtropical úmido, mesotérmico, com verões amenos, geadas severas e freqüentes e sem estação seca definida, que coincide com as áreas mais elevadas, nos divisores de água entre as bacias do rio Tibagi com o rio Laranjinha, a Leste, e com o rio Ivaí a Oeste.

A precipitação média anual apresenta uma ampla variação, que vai de 2.200 mm nos anos mais chuvosos a 900 mm nos anos mais secos. Em média a precipitação anual é da ordem de 1.550 mm. O trimestre mais chuvoso é dezembro, janeiro e fevereiro com precipitações médias da ordem de 450 a 550 mm, enquanto junho, julho e agosto formam o período menos chuvoso, com precipitações médias em torno de 280 mm.

A temperatura média anual situa-se em torno de 18°C, com temperaturas médias mensais de 20 a 22°C nos meses mais quentes, e de 13 a 16°C nos meses mais frios, com tendência a incrementos das cabeceiras para a foz do rio. As condicionantes climáticas, com dupla estacionalidade, apresentam a influência da massa Tropical Atlântica de baixa pressão, nos meses de outubro a março, com época de chuvas intensas seguida por estiagem acentuada e a subtropical sem período seco, sujeita à influência da infiltração da massa Polar Atlântica, nos meses de abril a setembro, mas com seca fisiológica provocada pelo frio do inverno, com temperaturas inferiores a 15°C.

### Geologia

A área de estudo localiza-se na borda leste da Bacia do Paraná, exibindo rochas do Grupo Itararé (Permo-Carbonífero), Guatá (Permiano) e Passa Dois (Permiano Médio a Superior), os quais estão distribuídos subparalelamente em faixas superpostas de direção NE. Esses sedimentos encontram-se intrudidos por diversos diques e soleiras de diabásio da Formação Serra Geral (Mesozóico), dispostos segundo a direção noroeste (NW).

Os sedimentos do Grupo Itararé são os mais antigos aflorantes, na área de estudo. Ocorrem amplamente a sudeste da mesma, onde diques de diabásio cortam suas camadas. Na porção central da área os sedimentos glaciogênicos do Grupo Itararé, ocorrem preferencialmente a leste do rio Tibagi, dando lugar aos sedimentos arenosos da Formação Rio Bonito. Em alguns locais como no limite norte é comum o contato por falhamento entre essas duas unidades.

A Formação Palermo recobre a Formação Rio Bonito, distribuindo-se ao longo de uma ampla faixa NE. Nas áreas de ocorrência dessas unidades distribuem-se um grande número de intrusões de diques basálticos de direção NW-SE concordante com o exame de diques associados ao Arco de Ponta Grossa. Na porção central da área, a drenagem principal mostra um forte controle estrutural subparalelo à direção dos diques.

Os sedimentos da Formação Irati estão sobrepostos, por sedimentos das formações Serra Alta e Teresina, Grupo Passa Dois, sucessivamente, em relevo escarpado observados nas porções norte e centro-oeste da área em questão. Os diques da Formação Serra Geral (Mesozóico), referidos anteriormente, cortam também as unidades do Grupo Passa Dois (Permiano). Algumas soleiras são observadas, no norte da área, inclusive na área das intervenções propostas para as obras.

### Geomorfologia

A área de estudo na região da UHE Mauá apresenta uma topografia relativamente plana à suavemente ondulada nas partes mais elevadas, fortemente entalhada pelo rio Tibagi e afluentes. O vale do rio mostra-se bastante ondulado devido à presença de diques e soleiras de diabásio. Estas litologias, de natureza intrusiva, interpõem-se ou



## UHE MAUÁ

se atravessam, gerando uma geometria por vezes irregulares nos corpos rochosos. Em virtude da menor resistência física das rochas encaixantes, as de natureza ígnea sobressaem-se na paisagem, formando linhas de cristas paralelas e alinhadas segundo a direção NW, no caso dos diques, ou formando escarpas ou pequenos peraus, no caso das soleiras ou sills. Formam também platôs suavizados, quando estão recobrimo as demais rochas. As escarpas dispõem-se na forma de grandes degraus, devido à erosão diferencial entre as rochas sedimentares e as ígneas.

O rio Tibagi corre de leste para oeste com baixa declividade, no trecho situado logo a montante da Usina Presidente Vargas, infletindo a seguir para norte e depois para o leste, mostrando-se bastante encaixado com encostas íngremes e paredões rochosos verticais, com forte declive marcado por corredeiras e cachoeiras, até as proximidades da foz do ribeirão das Antas onde se alarga e forma um remanso com ilha denominado de Poço Preto.

A partir daí, prossegue descrevendo uma grande curva para oeste e a seguir retornando novamente para norte. Seu leito, predominantemente rochoso, exibe saltos e corredeiras, sendo o maior deles situado a jusante da Usina Presidente Vargas, denominado Salto Mauá.

A drenagem é predominantemente sub-retangular, com nítido controle estrutural pelo sistema de fraturas NW-SE e NE-SW. Na área de influência do projeto, os dois afluentes de maior porte do rio Tibagi, ambos pela margem direita, são o ribeirão das Antas a jusante do barramento e o rio Barra Grande e na margem esquerda, o Imbauzinho. Os demais contribuintes são caracterizados por drenagens bastante inclinadas e com fluxo de água temporário ou perene, mas com pouca vazão. As corredeiras no leito do Tibagi estão relacionadas à passagem pelas rochas ígneas, mais resistentes aos processos erosivos que as rochas sedimentares.

### 10.2.2 Meio Biótico

#### Tipologias Vegetacionais

O trecho do rio Tibagi diretamente afetado pela construção e posterior operação da UHE Mauá encontra-se inserido em uma área de transição entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Tal situação reflete-se na composição florística dos remanescentes florestais encontrados na região, que apresentam espécies típicas de ambas as formações, compondo um mosaico florístico bastante diverso (COPEL, 1998) e levantamentos efetuados pela IGPlan em 2002.

De acordo levantamentos efetuados, foram identificadas 6 tipologias principais, de acordo com a classificação proposta por Velloso et al. (1991): sistemas de ocupação secundária (vegetação secundária) em estádios inicial, médio e avançado, florestas aluviais, além das florestas plantadas e áreas de atividade agropecuária.

Dentro da AID, as tipologias de vegetação em estágio avançado de sucessão (Floresta Avançada Alta e Floresta Avançada Baixa) somam cerca de 4.400 ha (38% da AID). As áreas de vegetação secundária em estágios iniciais de sucessão (capoeira e capoeirinha) incluem aproximadamente 2.900 ha, ou 20% da AID. As florestas plantadas somam 2.170 ha (18% do total). Os demais usos dados ao solo (agricultura, pecuária, áreas urbanas, etc) somam 3.360 ha, ou cerca de 24% da AID.

De acordo com os trabalhos citados (COPEL, 1998 e levantamentos IGPlan) foram verificados cultivos florestais, além de atividades pastoris, núcleos urbanos e rurais e trechos de vegetação nativa com ocorrência de sistemas secundários de ocupação em diferentes estágios de desenvolvimento. Ainda de acordo com o estudo citado, a

**UHE MAUÁ**

composição da vegetação estabelecida após o abandono de alguma área fortemente perturbada é bastante variada, e depende de uma série de fatores como tipo, intensidade e duração da perturbação, disponibilidade de fontes de propágulos e do banco de sementes do solo para recolonização, e tamanho da área que sofreu a perturbação. Normalmente, os estádios iniciais da sucessão secundária são compostos por espécies herbáceas pioneiras, pertencentes, sobretudo às famílias *Poaceae* e *Asteraceae*. Com o decorrer do processo, espécies arbustivas, especialmente *Asteraceae*, e algumas arbóreas pioneiras iniciam seu estabelecimento, aumentando consideravelmente o sombreamento e o teor de matéria orgânica do solo, propiciando assim a seqüência de estabelecimento de espécies cada vez mais exigentes, características dos estágios mais desenvolvidos das florestas. COPEL (1998) ressalta que há dois tipos de vegetação secundária resultante de diferentes formas de alteração da vegetação original: em alguns casos ocorre o corte raso de todos os indivíduos de uma determinada área, fato que provoca processo de regeneração mais homogêneo, onde os indivíduos colonizadores das diferentes formas biológicas apresentam porte similar.

Em outra situação, há corte seletivo de essências nativas, o que provoca a implantação de espécies trepadoras ou de bambus, mas com a existência de árvores remanescentes da vegetação original. A tipologia da AID é composta de:

Capoeira/capoeirinha - Esta unidade 3 de corresponde a aproximadamente 20% da AID. Embora não existam dados mais quantitativos direcionados à esta tipologia, a descrição fisionômica trata de uma formação vegetacional baixa, sem estrutura florestal típica. A capoeirinha é o resultado do desenvolvimento de espécies tipicamente herbáceas e subarbustivas que, em geral, possuem amplo poder de colonização, o que as habilita à rápida ocupação do espaço. São comuns vários representantes das famílias *Asteraceae*, *Poaceae* e *Fabaceae*, entre outras. Já as capoeiras são formações vegetacionais que se caracterizam por apresentar indivíduos arbóreos ainda não havendo definição de estratos. São em geral, definidos apenas de 1 a 2 estratos, representados por espécies de pequeno porte arbóreo. Como o aparecimento de espécies de maior porte há um incremento na altura média, sendo possível a inclusão dessas áreas dentro da categoria Floresta Avançada Baixa.

Floresta Avançada Alta - Caracteriza-se por apresentar-se como uma floresta de estrutura alta tendo elementos emergentes de até 30-35 m de altura. Possui de 4-5 estratos, com dossel aberto, talvez devido à exploração seletiva de madeira. Esta unidade equivale a cerca de 11% da AID. Em alguns fragmentos a floresta apresenta-se muito bem desenvolvida e preservada em sua estrutura original, embora se saiba que, muito provavelmente, deva ter sofrido algum nível de modificação por ação humana.

Floresta Avançada Baixa - Representa a vegetação secundária em estágio avançado ou florestas secundárias, que segundo levantamentos efetuados, são oriundas de áreas que sofreram corte raso, extração seletiva de madeira (retirando aquelas espécies de grande porte e elevado valor comercial) ou ainda, por se desenvolverem em áreas pobres em recursos. São pouco menos desenvolvidas que a Floresta Avançada Alta; podem ainda ser confundidas com fragmentos de capoeira, embora as espécies não sejam as mesmas e a definição de estratos seja mais clara. Pelo sistema de classificação do IBGE (Veloso et al. 1991) aproxima-se daquilo que os autores denominaram de capoeirão, porém preferiu-se evitar o uso de tal nomenclatura, pois a estrutura não reflete necessariamente a flora e o estágio sucessional ao qual o fragmento florestal pertence. A vegetação inclui novamente espécies arbóreas, as

**UHE MAUÁ**

quais se misturam dentre aquelas que foram descritas na fisionomia de capoeira e da Floresta Avançada Alta. Na AID ela corresponde a 19% da área.

Floresta Avançada Baixa/Capoeira - Esta tipologia representa a vegetação secundária em estágio médio e vegetação secundária em estágio avançado, misturando elementos estruturais da Floresta Avançada Baixa e da Capoeira. Ocupa menos de 0,3% da AID.

Floresta Avançada Baixa/Alta - Como categorizado nos levantamentos efetuados é a unidade de mapeamento que se apresenta como uma mistura daquelas denominadas como Floresta Avançada Alta e Floresta Avançada Baixa devido, principalmente, ao fato de apresentar transições muito graduais e mosaicos que dificultam sua delimitação espacial. Esta categoria ocupa cerca de 0,2% da AID.

#### Levantamento da ictiofauna dos rios tributários do Tibagi

Nos tributários foram coletadas 26 espécies de peixes, totalizando 268 exemplares, todas devidamente registradas e identificadas nos laboratórios do Museu de Zoologia da USP. Algumas dessas espécies são encontradas somente em rios de cabeceira ou córregos de pequeno porte que deságuam diretamente no rio Tibagi, e são espécies de pequeno a médio porte.

Entre os peixes coletados nos tributários da AID destacam-se as seguintes espécies exclusivas desses habitats: *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842); três espécies do gênero *Trichomycterus*; *Microlepidogaster depressinotus* (Ribeiro, 1918); e *Neoplecostomus paranensis* (Langeani, 1990).

As demais espécies ocorrem tanto nos tributários, quanto na calha do rio Tibagi (SHIBATA et al, 2002). Dentre as 26 espécies coletadas nos tributários, 13 não haviam sido coletadas na calha do Tibagi pela equipe de ictiologia da IGPLAN. As identificações seguem o livro *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America* - CLOFSCA (2003)

Constam no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná as seguintes espécies registradas na AID do projeto UHE Mauá: dourado *Salminus brasiliensis*, sorubim-do-tibagi *Steindachneridion scripta*, jaú-sapo *Pseudopimelodus mangurus*, cascudo-preto *Rhinelepis aspera*, pacu-prata *Myleus tiete*, tabarana *Salminus hilarii* e pintado *Pseudoplatystoma corruscans*.

Pouco se sabe a respeito da dinâmica populacional das espécies ameaçadas de extinção ou mesmo sobre a distribuição destas na AID. Contudo, todas as espécies ameaçadas aqui relacionadas foram registradas durante as pesquisas de campo.

Das espécies observadas na bacia do rio Tibagi 11 são reconhecidas como migradoras, segundo GODOY (1962), LIMA (1987) e AGOSTINHO & JÚLIO Jr. (1999), a maioria delas foram registradas com relativa frequência na AID: curimatá *Prochilodus lineatus*, dourado *Salminus brasiliensis*, pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, sorubim-do-tibagi *Steindachneridion scripta*, cascudo-preto *Rhinelepis aspera*, barbado *Pinirampus pinirampu*, piapara *Leporinus elongatus*, campineiro *Leporinus octofasciatus*, perna-de-moça *Leporellus vittatus*, chimboré *Schizodon nasutus* e mandi *Pimelodus maculatus*.

Entre as espécies amostradas, consideradas migradoras de longa distância, o curimatá (*P.lineatus*), é uma das espécies de peixes mais estudadas na bacia. Apresenta ampla distribuição, incluindo rios, lagoas e reservatórios (AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999). A abundância verificada em reservatórios está correlacionada com a presença de trechos livres a montante e grandes tributários. Em trechos não

**UHE MAUÁ**

represados do rio Paraná e seus tributários, o recrutamento é extremamente variável, de acordo com o regime anual de cheias, que no rio Paraná, é controlada pelas barragens. Adultos vivem em águas rápidas e juvenis em lagoas marginais. Esta espécie cresce até 78cm de comprimento e a desova ocorre em águas rápidas nos trechos superiores de alguns grandes tributários do rio Paraná, entre outubro e janeiro (de acordo com o aumento no nível da água).

O trecho no qual formar-se-á o reservatório apresenta uma baixa piscosidade, segundo os moradores e pescadores da região, que relacionam esse fato com a poluição gerada pela fábrica de papel e celulose da Klabin. O levantamento da IGPLAN (2002 e 2004), no contexto do presente EIA/RIMA, indica a presença de um elevado número de espécies na AID. Não há indicativos quanto à abundância das mesmas. Segundo informações locais, é reconhecida uma maior piscosidade a jusante do Salto Mauá e a montante do município de Telêmaco Borba. Na região da foz do Rio Barra Grande, um pescador profissional relatou que as espécies mais pescadas da região são: a piapara *Leporinus elongatus*, o curimbatá *Prochilodus lineatus*, os cascudos *Hypostomus spp.* e o mandi *Pimelodus maculatus*. As espécies migradoras de grande porte como o dourado *Salminus brasiliensis* e o pintado *Pseudoplatystoma corruscans* são esporádicas ao longo do ano e, segundo informações locais ocorrem na época de cheias, quando a pesca é proibida.

Com relação aos tributários, quase todos se apresentam assoreados, com exceção do ponto ALA2004111202, onde se verificou uma ictiofauna relativamente diversificada, com sete espécies de peixes. Este resultado mostra que, de modo geral, a fauna de peixes dos riachos e córregos já está bastante afetada pela ação antrópica. Para efeito de comparação menciona-se o trabalho de CASATTI (2003), que num riacho preservado de primeira ordem na bacia do Alto Paraná relatou a presença de 18 espécies de peixes, e o de GARUTTI (1988), que estudando um outro pequeno rio em bom estado de conservação na região de São José do Rio Preto, registrou cerca de 40 espécies de peixes. Essa grande diferença numérica entre as espécies pode ser explicada, em parte devido à diferenças de amostragem, mas provavelmente também está relacionada à perda de habitat e ao desmatamento. A importância do aporte de material alóctone para a alimentação dos peixes de riacho e como abrigo contra predadores é vastamente estudada e corroborada por diversos autores (SAUL, 1975; LOWE MCCONNEL, 1975; SABINO & CASTRO, 1990; SABINO & ZUANON, 1998; CASTRO 1999; CASATTI, 2003).

A preservação dos córregos da margem direita é ainda mais precária, visto que as plantações de pinus e eucalipto ocorrem até as margens dos riachos, aumentando o assoreamento dos mesmos e conseqüentemente reduzindo a diversidade da fauna de peixes. Os riachos da margem direita se encontram profundamente alterados, apresentando uma menor diversidade e abundância se comparados com os riachos da margem esquerda.

**Mastofauna**

Considerando-se as 57 espécies registradas na área de influência direta, 21 são consideradas sob algum grau de ameaça, conforme a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas no Paraná (MARGARIDO & BRAGA, 2004). É importante salientar que várias delas, como tamanduá-bandeira *Myrmecophaga tridactyla*, onça *Panthera onca*, lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* e anta *Tapirus terrestris* apresentam uma condição bastante crítica de ameaça para as populações remanescentes em escala regional. Essas espécies apresentam indícios de que suas populações estão decrescendo pelo excesso de exploração e destruição de habitats, podendo ser extintas em nível regional nos próximos anos.



## UHE MAUÁ

Além do grande número de espécies ameaçadas, a região analisada apresenta aspectos únicos devido às características de cobertura vegetal, originalmente composta por Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista e Estepe gramíneo-lenhosa. Esse encontro explica a composição de sua fauna de mamíferos, praticamente única no Estado, com espécies exclusivamente florestais, como o bugio-ruivo *Alouatta guariba*, a onça pintada *Panthera onca*, o veado-bororó *Mazama nana*, a anta *Tapirus terrestris* e o queixada *Tayassu pecari*, espécies que combinam o uso de capões florestais e dos campos, como o puma *Puma concolor* e o tamanduá-mirim *Tamandua tetradactyla*, e espécies típicas de áreas abertas, como o tamanduá-bandeira *Myrmecophaga tridactyla* e o lobo-guará *Chrysocyon brachyurus*.

Embora a margem esquerda do Rio Tibagi esteja em grande parte comprometida na área de influência direta e indireta, alguns de seus afluentes ainda apresentam florestas ciliares capazes de ampliar as áreas de distribuição dos mamíferos ora registrados. Neste caso encontra-se a vegetação observada nas margens do Rio Imbaú e do Arroio Grande.

Ainda em relação às áreas de influência indireta adjacentes a AID é preciso mencionar o Rio Pinheiro Seco, o qual deságua no Ribeirão das Antas, na margem direita do Rio Tibagi. Ambos possuem uma floresta ciliar em bom estado de conservação que representa um importante corredor de deslocamento para mamíferos e onde foram observados vestígios de várias espécies, como lontra *Lontra longicaudis*, cachorro-domato *Cerdocyon thous*, jaguatirica *Leopardus pardalis* e veado *Mazama sp.*

Finalmente, também na margem direita do Rio Tibagi, abrangendo grande parte do trecho previsto para o alagamento, encontra-se a área que corresponde à Fazenda Monte Alegre. Essa área apresenta um mosaico de florestas nativas associadas a monoculturas florestais responsável pela incomum riqueza de mamíferos da bacia do rio Tibagi.

### Ornitofauna

A avifauna registrada é formada principalmente por espécies com sensibilidade baixa (99–61%) e média (56–34%) a perturbações antrópicas. Apenas nove espécies (5%) possuem sensibilidade alta. Esses números apontam para uma avifauna que suporta relativamente bem perturbações antrópicas, o que pode explicar a riqueza da avifauna da região, apesar dos inúmeros impactos perpetrados pelo homem, principalmente as atividades agrárias e pastoris, com destaque para os reflorestamentos de pinus e eucalipto.

Apenas uma espécie rara foi registrada: o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*). Na Fazenda Monte Alegre (Telêmaco Borba) vários registros dessa espécie são citados por COLLAR et al. 1992. No presente trabalho, dois indivíduos dessa espécie foram registrados pousados no sítio 2 (porto de areia).

O papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*) é uma espécie classificada como vulnerável pela legislação federal (BAMA, 2003) e como quase ameaçada pela legislação estadual do Paraná (Straube et al. 2004). COLLAR et al. (1992) consideram essa espécie vulnerável/rara e com populações apenas parcialmente protegidas.

Onze espécies classificadas como incomuns foram registradas, representando 7% dos registros. Seis espécies classificadas como incomuns/distribuição agrupada desuniforme foram registradas, representando 4% dos registros. A maioria das espécies registradas é considerada bastante comum (52–31%), bastante comum/distribuição agrupada desuniforme (6–4%) ou comum (88–53%). Cabe ressaltar que essas três categorias respondem por 85% dos registros e apontam para

**UHE MAUÁ**

uma avifauna com poucas espécies raras ou incomuns e uma grande quantidade de espécies comuns.

É de fundamental importância a consideração das 89 espécies associadas à ambientes florestais, representando, 54% dos registros. Foram também registradas 19 espécies (12%) com habitat classificado como não-florestal/florestal, que de alguma maneira associam-se à ambientes florestados. Assim, a porcentagem de aves associadas à ambientes florestais é de 70%, se levarmos em consideração as 7 espécies aquáticas dependentes de ambientes florestados (4%).

Os fragmentos florestais amostrados possuem um bom estado de conservação e essa boa estrutura refletiu-se no registro de diversas espécies insetívoras de sub-bosque, pertencentes às famílias *Dendrocolaptidae* (*Sittasomus griseicapillus*, *Dendrocolaptes platyrostris* e *Lepidocolaptes fuscus*), *Formicariidae* (e.g. *Dysithamnus mentalis*, *Pyriglena leucoptera* e *Chamaeza campanisona*), *Conopophagidae* (*Conopophaga lineata*) e à subfamília *Philydorinae* (*Automolus leucophthalmus*, *Philydor rufus*, *Xenops minutus*, e *Lochmias nematura*).

A presença dessas espécies especializadas em forragear nos estratos mais baixos da floresta é de suma importância para diagnosticar a avifauna da área e o estado de conservação das matas. Esse elenco de espécies é muito sensível à fragmentação e à degradação de seus ambientes naturais, desaparecendo quando estes são minimamente perturbados, indicando, neste caso, que as matas ainda comportam espécies de valor ecológico relevante e conseqüentemente se encontram em bom estado de preservação. Algumas aves frugívoras de sub-bosque foram registradas: o abre-asa-de-cabeça-cinza (*Mionectes rufiventris*), o flautim (*Schiffornis virescens*), o tangará-dançador (*Chiroxiphia caudata*), o tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*) e o tiê-do-matogrosso (*Habia rubica*). Essa guilda é muito prejudicada quando há alterações na estrutura florestal, indicando, novamente, boa qualidade ambiental dos fragmentos estudados.

Outras espécies importantes de mencionar são os frugívoros de grande porte como o pavão-do-mato (*Pyroderus scutatus*), a araponga (*Procnias nudicollis*), o tucano-de-bicoverde (*Ramphastos dicolorus*), o araçari-poca (*Selenidera maculirostris*), o araçari-banana (*Bailloni bailloni*) e o jacuguaçu (*Penelope obscura*). A presença dessas espécies indica que as matas têm capacidade para suportar uma avifauna complexa, visto que essas espécies não são comumente encontradas juntas em matas extremamente degradadas ou de tamanho muito reduzido.

A presença dessas três guildas (insetívoros de sub-bosque, frugívoros de sub-bosque e frugívoros de grande porte) indica claramente que as matas estudadas suportam uma avifauna complexa e representativa para a região. Esse elenco de espécies é considerado indicador de boa qualidade ambiental nas florestas de Mata Atlântica do sudeste brasileiro e sua presença na região indica que o estado de conservação das matas é satisfatório para a manutenção de uma avifauna rica e complexa.

A presença dessas espécies assinala a importância da manutenção dos fragmentos florestais da região, devendo ser prioridade em políticas ambientais no Estado do Paraná. Dentre as aves registradas na presente campanha, apenas uma, o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*) consta, como vulnerável, da “Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção” (IBAMA, 2003).

Três espécies constam do “Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Paraná” (STRAUBE, et al. 2004); a seriema (*Cariama cristata*); o papagaio-peito-roxo (*Amazona vinacea*); e o pavão-do-mato (*Pyroderus scutatus*), todas com o status quase ameaçadas.



**UHE MAUÁ**Herpetofauna

As características da área estudada mostram paisagens ambientais diferenciadas pelo tipo de vegetação e as atividades humanas neles 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 a drenagem das áreas de várzea, refletiram-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 lânticos 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 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 e que apresenta em concordância uma ampla distribuição e de outras espécies de dispersão mais restrita dentro do domínio da floresta Ombrófila Mista e da floresta Estacional Semidecidual.

A fauna de anfíbios e répteis da AID encontra-se em um estágio intermediário entre o consideravelmente alterado (comprometido ante as perturbações que a região sofre há décadas) e o preservado (em função da manutenção de significativas porções florestadas à margem do rio Tibagi pela Klabin S.A.). É patente a ocupação de ambientes outrora florestados por formas invasoras recentes, oriundas das formações abertas vizinhas à AID (Campos e Cerrado), principalmente na margem esquerda do rio Tibagi. Nas manchas naturais de vegetações abertas da região ocorrem, lado a lado, essas formas que invadem as zonas desmatadas vizinhas e as formas campícolas estritas, estenóicas, o que ajuda a caracterizar a região como herpetologicamente saudável. Por sua vez, as espécies silvícolas que ainda podem ser registradas na região são mais do que ecos de uma comunidade essencialmente florestal no passado, pois essa comunidade ainda sobrevive em aparente estabilidade, a despeito das perturbações ambientais de seu entorno (All). O Parque Ecológico da Klabin no momento é a única garantia para a sobrevivência para muitas espécies de anfíbios e a grande matriz fornecedora de répteis silvícolas a toda aquela região ambientalmente empobrecida.

Os ambientes aquáticos, por sua vez, encerram poucos répteis relevantes sob a ótica conservacionista. O cágado-do-sol (*Phrynops geoffroanus*), único réptil habitante regular do rio Tibagi, tem a maioria de suas populações concentrada nas porções baixas desse rio. Ao contrário do que acontece com as populações de seu congênera *Phrynops williamsi* no rio Iguaçu (BÉRNILS et al., 2004), o cágado-do-sol não deve ter suas populações fortemente fragmentadas pela formação de um reservatório no Médio Tibagi.

Macroinvertebrados

Com relação à fauna de macroinvertebrados, de um modo geral, os ambientes lóticos e menos profundos (regiões de corredeiras) são os mais produtivos. Nestes locais a abundância e a riqueza específica foram superiores aos ambientes lânticos, tanto no rio Tibagi como em seus tributários. Aparentemente, as condições das faixas de mata ciliar em suas margens, embora geralmente restritas, parecem estar sendo capazes de proteger a maioria dos corpos de água doce da região. Esta constatação está relacionada à presença em grande número de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e

**UHE MAUÁ**

*Trichoptera* (dezesseis gêneros representados por indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento), organismos exigentes quanto às condições da água dos locais nos quais se estabelecem e desenvolvem.

Uma exceção para as condições anteriormente descritas é o arroio Rasga Olho (Ponto amostral 20) o qual, apesar de apresentar águas semi-lóticas e lóticas, bem como microambientes semelhantes aos demais ribeirões estudados, registrou uma fauna muito pobre e com predomínio numérico de *Oligochaeta* e *Chironomidae*, organismos indicadores de águas eutrofizadas, fato provavelmente relacionado à grande quantidade de matéria orgânica em decomposição neste local.

As regiões mais pobres em fauna no rio Tibagi, assim como nos seus tributários, estão localizadas em ambientes de águas lânticas, normalmente menos produtivos, e com influência antrópica marcada, caso dos atracadouros, locais de pesca e extração de areia, nos quais a instabilidade ambiental provocada por estas atividades ocasionam distúrbios relevantes ao ambiente bentônico.

A inexistência de dados históricos sobre as comunidades bentônicas do rio Tibagi e tributários torna difícil o estabelecimento de inferências sobre a evolução da fauna aquática estudada, sobretudo após a intensa ocupação do solo em boa parte da bacia, geradora de impactos diretos sobre os ambientes fluviais. Independente disso, é certo que características como a topografia regional e, principalmente, a existência de ambientes de grande energia (corredeiras e saltos) contribuem para a diversificação da macrofauna bentônica local e, por conseguinte, de toda a fauna aquática e terrestre dela dependente.

#### Insetos e Outros Organismos de Interesse Médico

Dentre as centenas de milhares de espécies de insetos existentes talvez apenas duas ou três centenas sejam nocivas. As demais são muito úteis na polinização de plantas, na decomposição da matéria orgânica, na participação ativa no equilíbrio biológico, na produção de cera, mel, seda, e como fonte de alimento para peixes, anfíbios, répteis aves, etc.

As espécies nocivas são aquelas que estão mais próximas de nós e, especialmente onde encontram ambiente propício para a sua reprodução: sujeira, ignorância, uso inadequado de métodos de controle, falta de saneamento, etc. As causas responsáveis pelo aparecimento e proliferação dos insetos nocivos estão relacionadas, dentre outros aspectos, à falta de educação sanitária e ambiental.

Na formação do reservatório, inicialmente as águas vão invadindo a terra firme, submergindo a vegetação, inclusive as matas ciliares dos afluentes e até mesmo remanescentes florestais. Quando as margens do lago formado estiverem colonizadas por macrófitas aquáticas, em áreas pantanosas ou em condições de sombreamento, tornar-seão um ambiente propício para a criação de larvas de insetos, principalmente mosquitos culicídeos.

A família *Culicidae* apresenta grande interesse em parasitologia médica, em vista de nela encontrarmos o maior número e os mais importantes insetos hematófagos, sendo que apenas as fêmeas exercem hematofagia. Durante o hematofagismo, o inseto perturba o repouso do hospedeiro, espolia o sangue do mesmo e, mais grave ainda, pode transmitir doenças tais como viroses (dengue, febre amarela e encefalites), protozooses (malária) e helmintoses (filarioses). É uma família com um grande número de espécies (cerca de 3.600), distribuídas por todas as regiões do globo. No Brasil, existem cerca de 500 espécies descritas, das quais pouco mais de 20 têm importância médico-veterinária. Lopes (2002) resume informações sobre alguns aspectos da

## UHE MAUÁ

ecologia de algumas das 79 espécies de *Cilicidae* registradas pela equipe da UEL, em mais de 20 anos de pesquisas na bacia hidrográfica do rio Tibagi.

A explosão de mosquitos é uma consequência previsível a partir da colonização das macrófitas aquáticas, principalmente *Eichhornia sp.* e *Pistia sp.*, no futuro reservatório da UHE Mauá, por proporcionarem criadouros para várias espécies desses mosquitos. As poças, ou até mesmo ambientes de fraca correnteza, formados nos braços do futuro reservatório e colonizados por macrófitas aquáticas fixadas ao fundo em locais com elevada concentração de matéria orgânica, caracterizam-se como criadouros ideais para larvas de insetos.

A macrófita aquática *Eichhornia sp.*, muito comum nos rios e lagos do norte do Paraná, apresenta propagação muito rápida e caracteriza-se por ser de difícil controle. Duas décadas atrás, era indicada como controladora de poluição orgânica, pois suas raízes seriam eficientes para retirar nutrientes da água, e sua utilização para este fim tornou-se bastante comum em todo o Brasil.

Todavia, surgiu um problema, a proliferação descontrolada de mosquitos dos gêneros *Coquillettidia* e *Mansonia*. Dessa forma, ambientes com essas plantas são criadouros certos para espécies desses gêneros, favorecidas ainda pela proteção que recebem contra predadores pelo emaranhado de raízes. A medida de controle indicada em tais casos é a retirada dos aguapés, o que se mostra bastante eficiente, pois aumenta a representatividade específica e diminui em muito a densidade populacional (Lopes et al., 1995).

Áreas alagadas, sombreadas e com vegetação aquática caracterizam-se como o ambiente ideal para o desenvolvimento de larvas de insetos e, sendo assim, a construção da barragem do futuro reservatório da UHE Mauá, com consequentes alagamentos de terra firme, pode aumentar a oferta de criadouros. Segundo Lopes (2002), nesses ambientes a densidade populacional de *Melanoconion* tende a ser muito alta, e a perturbação que causa ao homem é muito intensa, situação que se agrava pelo fato de que essas espécies são eficientes vetores de arbovirose.

Quando se manipula o ambiente, uma espécie de mosquito que não deve ser esquecida é *Haemagogus (Conopostegus) leucocelaenus* por se tratar de uma das espécies que transmitem o vírus da febre amarela silvestre.

Geralmente, durante a formação de um lago artificial, a população ribeirinha é retirada e assentada em outros locais, mas normalmente ainda perto do lago, o que a faz sofrer com a ação perturbadora dos mosquitos. Dessa forma, é desejável que no processo de reassentamento decorrente da formação do futuro reservatório, seja respeitado o raio de vôo dos mosquitos culicídeos.

Na dispersão ativa, para a realização da hematofagia, as fêmeas são capazes de alcançar as seguintes distâncias: *Aedes aegypti* (em geral de 200 a 500 m, mas podem alcançar até 2.500 m); *Anopheles aquasalis* (4.800 m); *Anopheles bellator* e *Anopheles cruzi* (1.500m); *Anopheles darling* (2.000 m) e *Culex quinquefasciatus* (22.000 m). A determinação destas distâncias é feita principalmente pela técnica de marcação com radioisótopos.

Outro fator a ser considerado no processo de alagamento é o fato da dispersão forçada de animais do local a ser alagado. Muitos desses animais podem ser reservatórios de agentes patogênicos para o homem. Nessa dispersão, pode-se aproximar o reservatório e o vetor ao homem, e o ciclo parasitário silvestre pode passar a incluir a população humana daquela área, ou ainda, os trabalhadores das obras da UHE Mauá.

**UHE MAUÁ**

Embora a região da futura UHE Mauá não seja considerada uma área endêmica para a malária, a ocorrência *Anopheles (Kertessia) cruzi* e *Anopheles (Kertessia) bellator*, principais espécies transmissoras de malária no sul do país, e hospedeiros definitivos do *Plasmodium spp.*, faz com que seja prudente a realização de exames de sangue em todos os trabalhadores provenientes de áreas endêmicas para malária, uma vez que muitos deles podem eventualmente funcionar como reservatório de formas assexuadas do parasito, proporcionando a instalação de todos os elos da cadeia de transmissão: vetor, homem, parasita, tornando possível a transmissão natural da malária na região.

Apesar do exposto acima, *Anopheles (Kertessia) cruzi* tem como criadouros águas coletadas no imbricamento de folhas de *Bromeliaceae*. Essas plantas, que vivem enraizadas nos galhos de árvores, são extremamente abundantes nas florestas do sul do país, devido à alta umidade relativa do ar na região. *Anopheles (Kertessia) bellator* é muito semelhante à espécie anterior, entretanto prefere para criadouro as bromélias expostas à luz solar, presas em pedras ou em galhos externos das árvores. Portanto, a presença de criadouros naturais dessas espécies de *Culicidae* não tem relação direta com a instalação do reservatório da UHE Mauá.

De qualquer maneira, o diagnóstico precoce e tratamento imediato são medidas preventivas desejáveis para a região, principalmente no início das obras, quando o movimento migratório de trabalhadores é mais significativo.

O *Culex quinquefasciatus*, também freqüentemente abundante na região da futura UHE Mauá, é uma espécie de mosquito caseiro, altamente antropofílico, de hábitos hematofágicos noturnos, reconhecido como principal transmissor de *filariose bancroftiana*, e o maior perturbador do repouso noturno humano. Seu hábito hematofágico noturno e sua predileção pelo sangue do homem facilitam muito o contato das microfilárias com este mosquito, tornando mais eficientes que outros mosquitos suscetíveis. Embora a incidência da elefantíase no Brasil tenha reduzido muito nos últimos 30 anos, e no caso específico da região do rio Tibagi nem apareça nas estatísticas, algumas cidades brasileiras, como Recife, Olinda e Maceió, ainda apresentam elevada prevalência.

Dessa forma, assim como discutido para a malária, é desejável a realização de exames de sangue em todos os trabalhadores provenientes de áreas endêmicas para a *filariose bancroftiana*, pois como portadores assintomáticos podem funcionar como reservatório de microfilárias de *Wuchereria bancrofti*, proporcionando a transmissão natural dessa parasitose na região. O *Cx. quinquefasciatus* tem como criadouros águas paradas, altamente poluídas por matéria orgânica, condição que possivelmente se instalaria na ontogenia do futuro reservatório, caso não sejam tomadas medidas eficientes para evitar a eutrofização do corpo e principalmente dos braços mais afastados do reservatório da UHE Mauá.

O *Aedes aegypti* é o principal transmissor da febre amarela urbana e da dengue. Já o *Ae. albopictus* é uma espécie transmissora da febre amarela silvestre e, potencialmente, transmissora também da dengue. Ambas espécies são bastante abundantes na região do Tibagi e têm como criadouros preferenciais os mais variados recipientes de água domiciliares e peridomiciliares (pneus sem uso, latas, garrafas, pratos caixas de água descobertas, etc). Portanto, a presença de criadouros naturais dessas espécies de *Culicidae* não tem relação direta com a instalação do reservatório da UHE Mauá. Todavia, quando o canteiro de obras não é administrado corretamente acaba recebendo e acondicionando erroneamente diversos materiais descartáveis como pneus, latas, garrafas etc, e por esta razão, deve-se tomar muito cuidado para não proporcionar o incremento de criadouros dessas espécies. Para evitar tais



## UHE MAUÁ

problemas é aconselhável um plano de educação sanitária e ambiental para os trabalhadores no próprio canteiro de obras.

O controle dos *Culicidae*, como de quase todos os insetos, é um problema ainda a ser resolvido pela argúcia e inteligência humanas. Estes mosquitos exibem grande plasticidade genética o que faz com que estes insetos adquiram rapidamente resistência aos inseticidas usados inadequadamente. Na verdade o uso inadequado dos inseticidas seleciona alguns poucos insetos geneticamente resistentes, os quais em pouco tempo repovoam o ambiente.

O monitoramento dos fatores de risco, a adoção de medidas seletivas contra esses vetores, a detecção oportuna de epidemias e a avaliação regular da situação da saúde local da população residente e flutuante, são medidas profiláticas aconselháveis e desejáveis, além é claro das medidas de proteção individual como uso de repelentes, telar portas e janelas, e usar mosquiteiros para dormir.

As medidas coletivas de combate aos vetores, utilizando-se inseticidas de ação residual e larvicidas sintéticos, são praticamente inviáveis devido à extensão da bacia hidrográfica, além de apresentar altos riscos de contaminação ambiental. O controle biológico, utilizando-se predadores (existem mais de 250 invertebrados predadores de larvas de mosquito) e parasitas (*Bacillus thuringiensis* e *B. sphericus*); o saneamento básico para evitar a formação de novos criadouros; a melhoria da qualidade de vida; a educação sanitária e ambiental, além da informação para provocar mudanças de atitudes na população flutuante e residente, são sem dúvida, medidas mais eficientes e mais seguras do ponto de vista ambiental.

Ainda com relação aos mosquitos, a amostragem da entomologia apresenta a ocorrência de *Simulium* (*Diptera*, *Simulidae*), o borrachudo, que se reproduz em ambientes lóticos na região da futura UHE Mauá.

Essa família possui larga distribuição geográfica, com mais de 1.700 espécies, das quais 81 ocorrem no Brasil. A importância dessas espécies está relacionada com o grande incômodo provocado pela voracidade das fêmeas, pelas freqüentes reações alérgicas, e com a transmissão das filárias *Onchocerca volvulus* e *Mansonella ozzardi*, e da síndrome hemorrágica de Altamira. Felizmente, essas parasitoses estão restritas aos estados de Roraima e Amazonas em regiões bem delimitadas, não ocorrendo nenhuma das espécies vetoradas desses agentes etiológicos na região da UHE Mauá.

Os principais criadouros são pequenas cachoeiras ou corredeiras de água límpida, sobre pedra. Mas existem também criadouros de borrachudos em filetes de água, com pouca vazão e velocidade de 0,5 a 0,8 m/s e, conseqüentemente, com baixo teor de oxigenação.

O controle dos *Simulidae* é muito difícil, pois as intervenções só são realizadas contra as fases de larva e pupa, e essas fases encontram-se em criadouros freqüentemente localizados em regiões de difícil acesso. No Brasil o controle de *Simulidae* tem sido feito na região sul e sudeste objetivando proteger os humanos contra as picadas, isto é, objetivando "limpar" uma área com finalidade turística ou agrícola.

O controle pode ser mecânico, raspando-se pedras e troncos forrados de larvas e pupas; químico, empregando-se Abate e Metoxicloro, através de gotejamento em pontos estratégicos dos criadouros; e biológico, utilizando-se o *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Com relação aos *Simulidae*, atualmente bastante abundantes na região da futura UHE Mauá, a construção da barragem e a instalação do reservatório, podem ser considerados um fator positivo, pois, ao transformar ambientes lóticos em

**UHE MAUÁ**

lênticos acabará com muitos dos atuais criadouros de borrachudos, sendo esperada então uma significativa redução na abundância desses insetos indesejáveis.

A esquistossomose também é uma parasitose com potencial para se disseminar na área da UHE Mauá. No Brasil a doença é conhecida como “xistose”, “barriga-de água” ou “mal-do-caramujo”. A distribuição geográfica dessa doença está relacionada com a distribuição geográfica dos caramujos hospedeiros. Apesar da área de instalação da UHE Mauá apresentar baixa endemicidade de *Schistosoma mansoni*, é reconhecidamente uma área de ocorrência de *Biomphalaria glabrata*, *B. tenagophyla* e *B. oligoza*, todas potenciais hospedeiros de formas larvais de *S. mansoni*.

A consulta detalhada sobre a origem, hábitos, contato com água, pescarias, banhos, trabalhos, recreação, esportes, e o exame de fezes dos trabalhadores, pode facilitar o diagnóstico precoce e o tratamento imediato de trabalhadores portadores do parasita deslocados de outras localidades, funcionando como medidas preventivas desejáveis região, principalmente no início das obras, quando o movimento migratório de trabalhadores é mais significativo.

Condições inadequadas de saneamento básico compõem o principal fator responsável pela presença de focos de transmissão da esquistossomose que é uma doença tipicamente condicionada pelo padrão sócio-econômico precário que atinge a maioria da população brasileira, particularmente os trabalhadores no canteiro de obras da UHE Mauá.

A aplicação de moluscida, químicos ou naturais, causam desastres ecológicos, e portanto, só devem ser usados em pequenos focos ou como medidas estratégicas para baixar temporariamente a transmissão. Mais de 7.000 produtos químicos já foram testados, e embora alguns sejam inócuos para os animais de sangue quente, são tóxicos para inúmeros outros animais. Os moluscidas de origem vegetal como: Timbó (*Serjania sp*); Cruapé (*Paulinia pinata*); Tingui (*Stenolobium velutinum*); dentre outros são econômica e ecologicamente mais interessantes.

A modificação dos criadouros do hospedeiro intermediário (*Biomphalaria spp.*), através da erradicação de plantas aquáticas, aumento da velocidade da corrente, aterro ou drenagem de alagadiços e brejos e canalização de córregos, também são medidas profiláticas importantes.

O controle biológico pode ser realizado por competidores e predadores como aves, peixes, insetos, quelônios, moluscos e sanguessugas. Uma ave silvestre maranhense (*Ralidae sp*) ingere mais de 1.000 indivíduos de *B. glabrata* por dia. Moluscos competidores como *Pomacea sp* e *Marisa cornuarietis*, funcionam como predadores ingerindo desovas e exemplares pequenos de *Biomphalaria spp.*

**10.3. PROGRAMAS E PROJETOS AMBIENTAIS**

A seguir são apresentados os programas e projetos ambientais a serem implantados por ocasião da implantação da UHE Mauá.



UHE MAUÁ

**PROGRAMA 1 - MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A formação do reservatório da UHE Mauá promoverá um aumento na superfície líquida de água, exposta a evaporação. Este aumento, associado à fisiografia da região e à preocupação de alguns moradores com relação ao aumento da nebulosidade junto aos vales justifica o monitoramento de algumas variáveis que permitirão verificar estas possíveis alterações.</p> <p>Esse monitoramento é de fundamental importância para a percepção técnico-científica das alterações promovidas pelo empreendimento a nível local e para fornecimento de dados para outras medidas de controle ambiental.</p>
Objetivos	<p>Caracterizar o comportamento das variáveis climáticas na região de influência do empreendimento;</p> <p>Registrar o comportamento dos parâmetros climáticos locais antes e após a formação do reservatório;</p> <p>Formar um banco de dados meteorológicos contendo os dados do local do empreendimento, a fim de se fornecer subsídios para os outros programas ambientais e para outras atividades a serem desenvolvidas na região.</p>
Procedimentos Metodológicos	<p>O monitoramento das condições meteorológicas será desenvolvido em parceria com o órgão responsável pelos estudos climáticos do Estado do Paraná, com o intuito de formação de um banco de dados das estações já em operação na região, além de um apoio técnico na instalação e operação de uma nova estação a ser implantada próxima à área do futuro reservatório. Esta nova estação automatizada será instalada respeitando-se os preceitos da Organização Meteorológica Mundial, referentes à instalação e operação de equipamentos para coleta de dados meteorológicos.</p> <p>As atividades envolvidas neste monitoramento incluem a aquisição da estação meteorológica automática; escolha do local e instalação do equipamento; recolhimento dos dados; consistência das informações, arquivamento e manutenção do equipamento. Os parâmetros a serem considerados no monitoramento são:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura do ar;</li><li>• Temperatura do solo;</li><li>• Precipitação;</li><li>• Evaporação;</li><li>• Pressão atmosférica;</li><li>• Umidade relativa do ar;</li><li>• Radiação e insolação;</li><li>• Direção e velocidade dos ventos.</li></ul>

**PROGRAMA 2 - MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES HIDROSEDIMENTOLÓGICAS**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A produção de sedimentos nas áreas em torno dos reservatórios depende basicamente do tipo de cobertura do solo e das práticas culturais adotadas, no caso de áreas agrícolas. A desestabilização das margens é consequência da supressão de cobertura e da flutuação dos níveis de água, no rio e no reservatório.</p> <p>A redução da velocidade do escoamento das águas favorece a formação dos depósitos, que são de natureza e implicações distintas. Depósitos de remanso causam problemas de enchentes a montante do reservatório. Os depósitos que ocorrem dentro dos reservatórios são chamados de deltas, depósitos de margem e depósitos de leito. Os deltas são formados de sedimentos grosseiros e causam redução da capacidade útil do reservatório, enquanto que os depósitos de leito, constituídos de material mais fino, causam redução do volume morto. Depósitos de margem, constituídos de sedimentos finos, favorecem o crescimento de plantas aquáticas, as quais têm implicações negativas sobre a operação dos reservatórios. Considerando, então, que esses efeitos são dinâmicos é plenamente justificável a necessidade de acompanhar o processo de aporte dos sedimentos aos reservatórios por meio de um programa de monitoramento.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar e aprofundar o conhecimento dos processos hidrossedimentológicos em toda a área de influência do reservatório subsidiando o planejamento ambiental;</li> <li>• Avaliar danos devidos ao sedimento;</li> <li>• Controlar a afluência dos sedimentos e a sedimentação;</li> <li>• Indicar, quando necessário, os procedimentos adequados para a remoção dos sólidos;</li> <li>• Avaliar os efeitos de medidas de proteção contra erosão na bacia hidrográfica;</li> <li>• Determinar a distribuição de sedimentos no reservatório;</li> <li>• Confirmar ou retificar a perspectiva de vida ou período de operação útil do reservatório;</li> <li>• Identificar e monitorar a erosão das margens;</li> <li>• Avaliar as mudanças e os consequentes impactos sobre o reservatório e seus múltiplos usos.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Implantação de seções topobatimétricas para controle do processo de assoreamento e erosão marginal na área do reservatório e a jusante do empreendimento, antes e logo após o enchimento com monitorização periódica.</p> <p>Acompanhamento da contribuição de sedimentos ao reservatório mediante a implantação de uma rede hidrossedimentométrica, composta por estações de medição de descarga sólida, distribuídas nos principais formadores do reservatório.</p> <p>Os dados coletados serão sistematizados e analisados. As características fisiográficas serão acompanhadas através de sensoriamento remoto.</p>

**PROGRAMA 3: MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DOS TALUDES MARGINAIS**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>Este Programa consiste em uma série de medidas destinadas a acompanhar a evolução das encostas marginais do reservatório, e na implementação de eventuais medidas de estabilização de pontos específicos.</p> <p>Os estudos desenvolvidos nos Estudos de Impactos Ambientais - EIA indicam que poderão ocorrer movimentos de taludes e instabilidades, aleatoriamente localizadas ao longo da faixa de variação do nível de água do reservatório, portanto, recomenda-se o monitoramento de pontos isolados a ser efetuado juntamente com os aspectos do lençol freático, que deverá ser intensificado em época de alta precipitação pluviométrica.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir os pontos de monitoramento efetivo.</li><li>• Monitorar possíveis alterações dos taludes marginais decorrentes da elevação do lençol freático, em função da formação do reservatório, bem como os efeitos de altas precipitações pluviométricas que possam apresentar potencial a instabilização.</li><li>• Implementar medidas de estabilização de encostas nos locais onde forem identificadas possibilidades de ocorrência do fenômeno.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>A monitorização deverá ser feita através do mapeamento geológico detalhado de todas as áreas com possibilidade de instabilização na faixa de variação do nível de água do reservatório com inspeções para identificação de pontos mais críticos de instabilidade e o acompanhamento da evolução dos processos erosivos, com observação de indícios de escorregamentos, tais como trincas, rastejos, inclinação de árvores, etc.</p> <p>Antes do enchimento, na fase de construção, serão realizadas inspeções das margens visando identificar os pontos mais críticos de instabilidade. Na sequência, aproximadamente dois (2) meses antes do enchimento do reservatório serão instalados instrumentos em áreas típicas potencialmente instáveis identificadas em fase anterior. Na fase de acompanhamento do reservatório, serão realizadas inspeções visuais e auscultação dos instrumentos instalados com a seguinte frequência:</p> <p>Uma vez avaliados os processos erosivos, pode ser recomendada a execução de obras de controle, como retaludamento, implantação de sistemas de drenagem de taludes e até mesmo obras de contenção.</p>

**PROGRAMA 4: MONITORAMENTO SISMOLÓGICO**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A sismologia é uma ciência que estuda as causas e os efeitos dos fenômenos relacionados às fraturas das camadas rochosas da crosta terrestre e os deslizamentos de uma camada ou de um bloco de camadas em relação a outras.</p> <p>A ocorrência de um abalo sísmico está relacionada a um acréscimo de tensão ou a um decréscimo de resistência das zonas fraturadas da crosta. No caso de reservatórios pode ocorrer a ruptura por cisalhamento do maciço rochoso por acréscimo de pressão, até ser atingido um novo estado de equilíbrio geomecânico.</p> <p>Nesse sentido, o Programa de Monitoramento Sismográfico permitirá acompanhar a evolução das atividades sísmicas naturais e induzidas durante a execução da obra e o enchimento do reservatório.</p>
Objetivos	<p>Registrar informações sobre as possíveis variações no nível da sismicidade local, seja ela de origem natural ou induzida, na área de influência do empreendimento, durante as obras, enchimento do reservatório, comissionamento e operação da usina.</p> <p>Estabelecer convênio com instituição especializada para a execução do monitoramento;</p> <p>Conduzir estudos de sismicidade induzida para definição do risco sísmico da região;</p> <p>Elaborar prognósticos visando medidas preventivas durante as fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório;</p> <p>Contribuir para o conhecimento técnico e científico sobre o assunto..</p>
Procedimentos Metodológicos	<p>O monitoramento das condições sismológicas da região será realizado através da implantação de uma rede composta de por três (3) estações unidas a uma estação central de registro, onde os sinais serão registrados automaticamente no formato digital que deverá entrar em operação antes do enchimento do reservatório.</p> <p>Serão analisados dados coletados antes, durante e após o enchimento, por um período de pelo menos dois anos subsequentes, tempo suficiente para acomodação das camadas, a contar do enchimento do reservatório.</p> <p>A partir da implantação deste monitoramento, o empreendedor deverá informar a população residente nas áreas de influência direta e indireta a respeito da possibilidade de ocorrência de pequenos abalos sísmicos, a fim de esclarecê-la e orientá-la sobre tais fenômenos, minimizando o “stress” causado pelo desconhecimento.</p>

**PROGRAMA5 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>O presente programa visa à recuperação do canteiro de obras após sua desativação e a minimização dos impactos relativos aos processos erosivos, carreamento de resíduos para o corpo de água, assoreamento, além de outras conseqüências sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres.</p> <p>Além da área de obras e acampamento, os locais descaracterizados pela construção ou retificação de estradas de acesso para a consecução das obras deverão ser recuperados através da implementação do presente programa. A recuperação em si deverá ser feita pela recomposição topográfica e pela revegetação.</p> <p>Nesse sentido, o programa prevê a elaboração de diretrizes e critérios ambientais complementares que deverão ser incorporados no edital de contratação dos serviços e obras, a serem cumpridos pelas Empreiteiras tanto para prevenção dos processos de degradação do ambiente, como para a reconstituição e recuperação final das áreas afetadas</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciliar as atividades relativas à execução das obras com as necessidades de conservação e controle ambiental;</li> <li>• Recomposição dos locais afetados, visando sua reintegração à paisagem de entorno;</li> <li>• Estabelecer diretrizes e critérios ambientais a serem cumpridos na execução das obras;</li> <li>• Estabelecer medidas e ações integradas para a prevenção e controle dos processos de degradação do ambiente</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O programa compreende o desenvolvimento de ações de proteção e de recuperação de áreas degradadas pela execução das obras envolvendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definição das etapas do programa conforme cronograma de implantação do empreendimento;</li> <li>• retirada e estocagem da camada superficial (orgânica) do solo nas áreas a serem degradadas;</li> <li>• coleta de sementes, mudas ou outras estruturas de propagação das espécies vegetais ocorrentes na área de influência do empreendimento;</li> <li>• Montagem da infra-estrutura e manutenção do material vegetal coletado;</li> <li>• escolha das espécies a serem utilizadas e delineamento espacial das estratégias de recomposição vegetal e paisagística;</li> <li>• manutenção ou condução dos processos de recuperação das áreas revegetadas, com substituição ou incremento de espécies, se necessário. .</li> </ul>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 6 – MONITORAMENTO DA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	O monitoramento das atividades minerárias visa a identificação de áreas de exploração de recursos minerais na área do futuro reservatório, objetivando a resolução de conflitos potenciais que poderão ser gerados a partir da interferência do empreendimento propondo alternativas para o seu melhor aproveitamento antes do enchimento e indicando-se medidas para resolução dos conflitos.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar um diagnóstico atualizado sobre a situação legal das áreas de exploração mineral identificadas em campo;</li><li>• Avaliar o potencial minerário das áreas identificadas em campo;</li><li>• Comparar o cadastro obtido com os processos licenciados pelo DNPM;</li><li>• Providenciar, junto ao DNPM, o bloqueio de novos pedidos de concessão de exploração mineral na área do futuro reservatório e da faixa de preservação permanente de 100 metros em torno do reservatório;</li><li>• Avaliar os impactos que a implantação do aproveitamento poderá causar na exploração dos recursos minerais na área visando subsidiar a mitigação de conflitos;</li><li>• Propor medidas mitigadoras para a resolução dos conflitos;</li><li>• Elaboração de recomendações para o estabelecimento de acordos com os detentores de concessão ou com as áreas de exploração irregulares.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Identificação in loco das áreas de exploração a respeito de sua situação legal, contempladas com direitos minerários concedidos e outras em situação irregular. Paralelamente a esse inventário, será providenciado junto ao DNPM o bloqueio de novos pedidos de concessão mineraria em toda a área afetada pelo aproveitamento.</p> <p>No caso das áreas de lavra, devidamente legalizadas ou não, serão elaboradas recomendações para resolução de conflitos potenciais e diretrizes para as negociações com os interessados, levando em consideração as datas marcos da obra e os prazos de concessão concedidos</p>



**PROGRAMA 7 - LIMPEZA DA BACIA DE ACUMULAÇÃO****Projeto 7.1 - Desmatamento**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A vegetação existente na área de inundação poderá contribuir com toneladas de matéria orgânica a ser incorporada às águas do reservatório. Essa vegetação afogada reduz o oxigênio e aumenta os teores de nitrogênio e fósforo dissolvidos na água. A fertilização excessiva das águas pode resultar no desenvolvimento massivo e indesejável de algas e plantas aquáticas.</p> <p>Para evitar os efeitos negativos sobre a qualidade das águas e reduzir o processo de eutrofização do reservatório, a vegetação deve ser removida. Além disso, o desmatamento permite atenuar os efeitos da inundação sobre a fauna terrestre que irá se deslocando aos poucos para áreas próximas.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• evitar os efeitos negativos sobre a qualidade das águas e sobre a fauna aquática;</li><li>• evitar a contaminação das águas por organismos patogênicos e a transmissão de doenças por veiculação hídrica;</li><li>• evitar prejuízos ou acidentes na utilização do reservatório para recreação e lazer;</li><li>• evitar o desgaste das turbinas decorrente da acidificação da água pela decomposição do material vegetal.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Parcela significativa da área a ser inundada pela formação do reservatório refere-se à área de propriedade das Indústrias Klabin, cuja cobertura vegetal pode ter um aproveitamento econômico.</p> <p>O programa de desmatamento e limpeza da área do reservatório irá indicar o perímetro da área a ser inundada pelo reservatório, de forma que seja possível a extração de toda a madeira com potencial econômico antes do seu enchimento, garantindo assim aos produtores locais a realização de receitas nas áreas de produção.</p>

**PROGRAMA 7 - LIMPEZA DA BACIA DE ACUMULAÇÃO****Projeto 7.2 - Demolição, Desinfecção e Desinfestação**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>O projeto em questão visa retirar da área a ser inundada tanto os materiais que possam comprometer a qualidade da água quanto o uso do futuro reservatório, incluindo ações relativas à desinfecção e desinfestação dessa área com o objetivo de evitar a propagação de doenças de veiculação hídrica.</p> <p>Especificamente trata-se da demolição e remoção das edificações, do tratamento dos resíduos das atividades de criação de aves e animais, das fossas e dos depósitos de lixo e a relocação dos cemitérios, além do tratamento final das áreas desocupadas antes da formação do reservatório.</p> <p>Em termos de amplitude de atuação, envolve as áreas a serem cobertas pelas águas, aquelas adquiridas para a formação da faixa de proteção ciliar e os remanescentes não inundados das propriedades adquiridas que estão sendo incorporados à área da faixa.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• evitar a contaminação da água do reservatório por organismos patogênicos,</li><li>• evitar a transmissão de doenças por veiculação hídrica,</li><li>• reduzir o processo de eutrofização e evitar prejuízos ou acidentes na utilização do reservatório por atividades de lazer ou pesqueiras, eliminando obstáculos, impedimentos ou restrições físicas.</li><li>• impedir o aparecimento, especialmente durante o enchimento, de material flutuante originário de restos de edificações ou de depósitos de lixo que possam comprometer o aspecto visual das águas e das margens.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• remoção de toda a infra-estrutura e edificações de apoio à obra que se encontrem na área de inundação;</li><li>• neutralização e enterramento de fossas e sumidouros;</li><li>• remoção de todas as sobras e rejeitos da obra.</li></ul>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 8 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA****Projeto 8.1 - Monitoramento da Qualidade das Águas Superficial**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A condição de qualidade de água consiste num dos fatores preponderantes na viabilização e manutenção dos diversos usos atuais e potenciais que o novo sistema instaurado pelo empreendimento irá proporcionar, tanto no reservatório, quanto a jusante. Desse modo, as possíveis alterações na qualidade das águas deverão ser monitoradas, possibilitando a implementação de medidas de controle, quando necessário.</p> <p>Os levantamentos limnológicos devem reconhecer as características das águas anteriores ao represamento em determinados períodos durante as cheias e durante o período de estiagem e o papel biofísico de acidentes geográficos do curso de água que será barrado.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• complementar o conhecimento dos fatores que condicionam a qualidade da água no sistema existente;</li><li>• acompanhar a evolução das alterações no sistema ao longo de todas as fases de implantação do empreendimento;</li><li>• avaliar e comunicar aos órgãos e entidades competentes, as condições de qualidade da água, onde possa haver interferência com os usos da mesma;</li><li>• propor medidas de recuperação e controle da qualidade das águas em áreas alteradas e a jusante.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O projeto de monitorização compreenderá a coleta sistemática de amostras no campo e a determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas em águas superficiais, sedimento de fundo e tecido muscular de peixes.</p> <p>Basicamente, em função das etapas de implantação da obra e de acordo com a intensidade e velocidade das modificações previstas no meio aquático, o projeto abrange três fases: construção; pré-enchimento e enchimento e estabilização. Cada fase demanda condições de monitoramento distintas como número e localização das estações de coleta, frequência de amostragem e definição de parâmetros.</p>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 8 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

**Projeto 8.2 - Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A elevação do nível das águas, na formação de reservatórios, promove uma pressão hidrostática sobre as nascentes artesianas situadas nas margens e no fundo dos rios represados. Esse fenômeno produz graus de alteração em todo o processo natural de alimentação e descarga dos aquíferos, inclusive os profundos. Além disso, há a inversão temporária do fluxo subterrâneo, até nova posição de equilíbrio quando o sentido original (em direção ao rio) é restabelecido.</p> <p>A alteração dos níveis freáticos poderá promover novas nascentes e recrudescer antigos lagos e pântanos próximos ao reservatório. As influências nos aquíferos têm reflexos ecológicos e econômicos, uma vez que introduzem mudanças inesperadas na ocupação do solo. Porém nem sempre as alterações provocadas nas camadas freáticas são tão evidentes. A saturação das camadas superficiais do solo leva-o a perder sua capacidade de diluição de efluentes líquidos ou dissolvidos. Assim, solos enxutos que cumpriam a função de “filtros”, em uma nova situação de alagamento podem tornar-se fontes poluidoras dos aquíferos, como no caso de fossas e resíduos de agrotóxicos.</p> <p>O monitoramento, além de detectar situações ambientalmente negativas, vigentes antes do enchimento, poderá no decorrer do tempo, revelar impactos positivos e negativos, possibilitando a adoção de providências mitigadoras ou compensadoras, se necessárias.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar as modificações da superfície piezométrica em extensão e intensidade;</li> <li>• Analisar as modificações da qualidade química das águas subterrâneas.</li> <li>• Implementar as ações mitigadoras ou medidas compensadoras de eventuais impactos negativos atribuíveis ao reservatório.</li> <li>• Determinação de áreas críticas.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O programa prevê coletas periódicas de amostras para análises físico-químicas e bacteriológicas e medição da variação do nível das águas em poços tubulares existentes na área e já cadastrados. Esse controle deverá ser iniciado durante a construção e intensificado no enchimento e no primeiro ano após a formação do lago. Eventualmente novos poços que venham a ser perfurados, poderão compor a rede de observação. Serão realizadas coletas e análises físico-química de amostras de água subterrânea de poços localizados nas áreas marginais do reservatório. Em cada amostra deverão ser feitas as seguintes determinações: pH (campo e laboratório), temperatura (campo), CE a 25° C, Eh (campo), alcalinidade, dureza, resíduo seco a 110°C, Ca+2, Mg+2, Na+1, K+1, PO4-3, NO-1, Cl-1, HCO3-1, SO4-2, CO3-2, Fe+3, SiO2.</p>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 8 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

**Projeto 8.3 - Acompanhamento e Controle de Macrófitas Aquáticas**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>O barramento de cursos de água para a formação de reservatórios determina modificações do meio aquático, uma vez que promove a transformação de um sistema hídrico de corredeiras (lótico), em um ambiente de águas lentas, paradas (lêntico), característico de ambientes lacustres.</p> <p>Os corpos d'água, com contornos irregulares, podem permitir a formação de vários remansos cujas condições diferem das do corpo central, principalmente no que se refere à velocidade de circulação, profundidade média e fatores físico-químicos, propiciando o maior desenvolvimento de plantas aquáticas.</p> <p>A proliferação de plantas aquáticas geralmente relaciona-se com processos de eutrofização, os quais, freqüentemente são acelerados em decorrência de atividades antrópicas. O aporte de nutrientes, seja decorrentes do lançamento de efluentes domésticos e industriais, seja oriundos de áreas de drenagem de regiões agrícolas, permite o aumento de substâncias tais como fosfato, amônia e nitrato, que, de modo geral, são encontradas em baixas concentrações no meio aquático.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• caracterizar a vegetação de macrófitas aquáticas do rio Uruguai, principais afluentes e área do futuro reservatório;</li> <li>• localizar e identificar as espécies encontradas e potencialmente problemáticas, mapear os locais de ocorrência, bem como acompanhar o desenvolvimento e a dinâmica sazonal dos bancos de macrófitas;</li> <li>• monitorar o desenvolvimento de macrófitas juntamente com a qualidade da água;</li> <li>• levantar os usos e os principais focos poluidores da bacia;</li> <li>• identificar os fatores bióticos e abióticos relacionados com a dinâmica das espécies em questão;</li> <li>• acompanhar as taxas de produção primária;</li> <li>• avaliar a cobertura (escala de densidade) das espécies presentes;</li> <li>• determinar a biomassa;</li> <li>• monitorar os locais propícios ao desenvolvimento de vetores de doenças.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>A análise ambiental deverá ser integrada e o acompanhamento do desenvolvimento de macrófitas deverá ser realizado por meio de vistorias e coletas periódicas em campo. A freqüência de amostragem deverá ser definida de acordo com as etapas de implantação do empreendimento, a intensidade e a velocidade das modificações previstas no meio aquático.</p>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 9 - CONSERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA****Projeto 9.1 - Recuperação e Formação da Faixa Ciliar**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	As matas ciliares instaladas às margens dos rios desempenham importantes funções ecológicas e hidrológicas numa bacia hidrográfica, seja na manutenção da diversidade biológica da flora e fauna local, na proteção da qualidade das águas, e na redução do processo de erosão e carreamento de sedimentos.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• contenção das encostas marginais minimizando o carreamento de sedimentos para o reservatório;</li><li>• recuperação de áreas degradadas;</li><li>• compensação da perda de ambientes naturais através da criação de faixas de vegetação florestal com estrutura e composição semelhantes às originalmente existentes;</li><li>• estabelecimento de novos habitats florestais, implementando a capacidade de suporte para a fauna através da criação de áreas de refúgio, alimentação e procriação;</li><li>• conservação de espécimes resgatados no programa de desmatamento;</li><li>• estabelecimento de contínuos entre remanescentes florestais.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	Nas áreas marginais onde já exista vegetação de porte arbóreo deverão ser efetuadas apenas ações de adensamento, e nas áreas sem cobertura vegetal serão executados plantios de espécies nativas adaptadas às condições características das margens de rios e lagos.



UHE MAUÁ

**PROGRAMA 9 CONSERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA**  
**Projeto 9.2 Implantação de Unidade de Conservação**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	Para atender à Resolução CONAMA 02 de 1996 e ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação o empreendedor poderá, como medida compensatória aos impactos causados pelo empreendimento, investir em Unidades de Conservação já existentes na região, implantar uma Unidade associada a outros empreendimentos na região ou ainda criar uma nova unidade, a qual deverá ser classificada, preferencialmente, como Estação Ecológica, uma das categorias mais rigorosas em termos de proteção dos ecossistemas que abriga, proporcionando condições de pesquisa, monitoramento e educação ambiental, e constituindo, por essas razões, uma das medidas mais eficientes para a compensação dos danos causados pelo empreendimento sobre os ecossistemas locais e regionais.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conservar áreas remanescentes dos ecossistemas regionais de valor ecológico;</li><li>• Proteger áreas naturais para a manutenção da diversidade biológica</li><li>• Proteger espécies ameaçadas de extinção, raras e/ou endêmicas;</li><li>• Incentivar atividades de pesquisa científica e monitoramento ambiental;</li><li>• Receber as espécies vegetais do programa de Resgate da Flora;</li><li>• Ampliar a oferta de áreas para abrigar a fauna deslocada e/ou resgatada;</li><li>• proteger espécies da fauna e da flora ameaçadas ou em vias de extinção;</li><li>• contribuir para a manutenção da diversidade genética;</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	Os procedimentos a serem adotados para a implantação da Unidade de Conservação vão depender da definição dos órgãos estaduais de meio ambiente e do IBAMA sobre a alternativa adotada para a compensação dos impactos causados pelo empreendimento, isto é, se os recursos destinados à medida compensatória forem investidos em uma unidade de conservação existente na região ou se a opção será pela implantação de uma nova unidade de conservação.

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 9 - CONSERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA****Projeto 9.3 - Salvamento e Conservação da Flora**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>O intenso processo de ocupação do Vale do rio Tibagi, caracterizou-se pela substituição da vegetação nativa por grandes áreas de reflorestamento, culturas agrícolas e pastagens. A atividade exploratória trouxe consigo um empobrecimento tanto quantitativo como qualitativo das formações vegetais da região.</p> <p>Atualmente, os remanescentes da cobertura vegetal natural, encontram-se dispersos em pequenas manchas, causando uma descontinuidade na vegetação. Esta distância entre os remanescentes implica em dificuldades para os processos de polinização e regeneração, reduzindo a diversidade genética das populações.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecer a situação atual da vegetação natural existente na área que irá alagar e nas áreas remanescentes;</li><li>• Manter ao máximo as áreas florestais, nativas ou reflorestadas ao redor do reservatório com a função básica de proteção ambiental (rios, riachos, solo e fauna);</li><li>• Propiciar o aproveitamento científico da flora da área que irá alagar;</li><li>• Coletar sementes e mudas de espécies que poderão ser aproveitadas na revegetação de outras áreas que serão preservadas;</li><li>• Reprodução de espécies endêmicas, em diversos substratos e ambientes;</li><li>• Introdução de espécies endêmicas em outros locais, áreas de preservação e nas áreas da Estação Ecológica;</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	Os estudos da flora e da vegetação contemplam os levantamentos de uso atual dos solos, mapeamento da vegetação, inventário florestal e florístico, estudos fitossociológicos, estudos fenológicos, estudos de regeneração e recuperação de áreas degradadas e monitoramento de recursos florestais.

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 9 - CONSERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA**

**Projeto 9.4 - Monitoramento e Resgate da Fauna**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>Tendo em vista as modificações ecológicas advindas da construção do empreendimento, torna-se necessário um estudo da fauna na área de influência com vistas a verificar os efeitos sobre os organismos objetivando, por sua vez, controlar ou minimizar aqueles efeitos negativos.</p> <p>As espécies mais dependentes de ambiente específico, principalmente arborícolas, terão maior dificuldade de sobrevivência devido à sua menor capacidade de ajuste às novas condições. A fauna afugentada para os fragmentos florestais próximos provocará desequilíbrios sobre a fauna ali residente, aumentando a competição por abrigo e alimento.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avaliar os efeitos negativos e positivos, decorrentes da formação do reservatório, sobre os ecossistemas;</li> <li>• acompanhar o estabelecimento da nova condição ambiental e as situações de equilíbrio resultantes;</li> <li>• realizar o inventário das espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios presentes no entorno do reservatório;</li> <li>• propor e implementar medidas de conservação, manejo, controle e fiscalização para a fauna regional;</li> <li>• oferecer subsídios para o programa de recuperação de áreas degradadas.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O projeto deverá ser desenvolvido em três fases: durante</p> <p><u>Fase de construção</u> - O monitoramento, prevê o conhecimento mais aprofundado da fauna original, da fauna remanescente e o acompanhamento das atividades que interfiram sobre ela durante a construção das obras e os desmatamentos da área que irá alagar. Outro ponto fundamental é o estudo de fauna associado a vegetação nativa e a recomposição das áreas degradadas com espécies adequadas ao incremento da fauna.</p> <p><u>Fase de desmatamento</u> - Durante os desmatamentos os proprietários das áreas atingidas serão orientados para adequar suas atividades com as ações de resgate. Manuais de orientação serão distribuídos à população da área afetada, estabelecendo-se esquemas de pronto atendimento de acidentes, principalmente com animais peçonhentos.</p> <p><u>Fase de enchimento</u> - Serão formadas equipes de resgate e implantada infra-estrutura de apoio para a fase de enchimento, incluindo alojamentos, trapiches, local para os animais, laboratórios, ambulatórios, posto de rádio-comunicação e embarcações.</p>

**PROGRAMA 9 - CONSERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA**

**Projeto 9.5 - Monitoramento e Manejo da Ictiofauna**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A construção de barragens provoca alterações no meio ambiente com implicações decisivas sobre a fauna e a flora, e em especial sobre populações de peixes. Neste sentido, compete, primeiramente inventariar as espécies de organismos existentes na área para que sejam tomadas medidas visando seu manejo. E este inventário deve contemplar as espécies com maior interesse econômico e as espécies com valor ecológico devido ao inter-relacionamento e a inter-dependência destas espécies.</p> <p>O conhecimento da realidade atual é fundamental para que as medidas mitigadoras efetivas dos impactos resultantes do represamento sejam tomadas na dimensão e no momento apropriado. As espécies adaptadas a ambientes lênticos serão favorecidas com o novo ambiente, mas as espécies reofílicas serão prejudicadas. O ambiente sofre evolução e as espécies se sucederão conforme suas condições de adaptação.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avaliar o comportamento e acompanhar as principais modificações ocorridas da ictiofauna, a partir da implantação do reservatório;</li> <li>• gerar subsídios para os estudos sobre ecologia dos peixes reofílicos da bacia visando a conservação dessas espécies;</li> <li>• garantir a diversidade ictiofaunística;</li> <li>• identificar a necessidade, as possibilidades e as condições para a implementação do povoamento do futuro reservatório;</li> <li>• gerar subsídios para o gerenciamento pesqueiro e para estudos de engenharia para construção de dispositivos de transposição.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar uma rede de coleta de dados representativos da comunidade de peixes da área de influência da UHE Mauá, buscando conhecer a dinâmica populacional da comunidade e os ciclos biológicos das espécies potencialmente mais afetadas pela barragem.</li> <li>• Avaliar e implementar as medidas necessárias para o salvamento de peixes durante as operações de desvio do rio e enchimento do reservatório, mantendo um acompanhamento das alterações da comunidade de peixes frente às alterações ambientais causadas pelo empreendimento.</li> <li>• Acompanhar a dinâmica das populações de peixes na área de influência do empreendimento, nos primeiros três anos após o enchimento do reservatório, buscando subsídios para o estabelecimento das ações de manejo da ictiofauna.</li> <li>• Manter a diversidade genética das espécies migradoras ameaçadas de extinção, em tanques de piscicultura e de sêmen criopreservado, desenvolvendo tecnologia de reprodução, larvicultura e alevinagem dessas espécies para garantir a implantação de futuros programas de repovoamento da área de influência da UHE Mauá, de fomento à atividade de piscicultura da região com espécies nativas da bacia.</li> </ul>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 10 - SALVAMENTO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>O estudo dos sítios arqueológicos prevê resgatar de forma sistemática as características culturais pré-históricas que se sucederam na área, identificando o seu modo de vida e as relações que mantinham entre si e com o ambiente. Estas ações deverão ser impetradas em consonância com a Lei Federal nº 3.924/61 que protege monumentos arqueológicos e pré-históricos. Os resultados da fase de prospecção constituirão o Projeto de Salvamento que será submetido ao poder público, representado pelo IPHAN, conforme exigido pela Portaria nº 07 de 1988.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar levantamento arqueológico detalhado em toda a área.</li> <li>• Registrar, para ações de salvamento ou preservação, todos os vestígios arqueológicos identificados na área.</li> <li>• Salvar, através de ações sistemáticas, os sítios arqueológicos identificados durante os trabalhos anteriores.</li> <li>• Ampliar os conhecimentos sobre as populações pré-históricas, seus modos de vida e suas estratégias de adaptação cultural ao ambiente circundante.</li> <li>• Proteger e preservar o patrimônio arqueológico existente na área de influência do empreendimento.</li> <li>• Reconstituir cronologicamente o processo de ocupação pré-histórica da região.</li> <li>• Divulgar para a população regional e comunidade científica os conhecimentos obtidos em todas as fases deste Projeto.</li> <li>• Criar um projeto de educação patrimonial voltado principalmente para alunos de escolas primárias e secundárias da região.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Levantamento detalhado na área de influência do empreendimento. Os trabalhos deverão contemplar todos os compartimentos ambientais, na busca exaustiva de remanescentes de populações pretéritas.</p> <p>Em continuidade, utilizando-se as informações coletadas na etapa anterior, os sítios existentes serão objeto de salvamento arqueológico. Das etapas de campo, esta é a mais delicada, complexa e onerosa, assim, esta etapa deverá ocorrer mediante a execução de um plano específico, elaborado ao término do levantamento detalhado, cujo teor deverá ser:</p> <p>O monitoramento do trabalho deverá ocorrer na fase de implantação das obras e tem o objetivo de identificar sítios ou vestígios arqueológicos que não tenham sido observados nas etapas anteriores. Trata-se de um procedimento normal em pesquisa arqueológica, pois os levantamentos são superficiais e as sondagens, amostrais. Assim configura-se como uma medida de segurança na preservação do patrimônio arqueológico impactado por um empreendimento.</p>

**PROGRAMA 11 - SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO CULTURAL E PAISAGÍSTICO**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A região onde se insere a UHE Mauá traz consigo uma longa história de ocupação do território: sucessivas gerações de indígenas, imigrantes, tropeiros foram modificando a paisagem original nos trechos onde a topografia era favorável, principalmente ao longo das margens e adjacências do rio Tibagi e de seus afluentes. Estas marcas de um passado remoto ou recente, identificadas nos diversos modos de expressão cultural e formas de produção podem sofrer perdas com a elevação dos níveis dos rios e a formação do reservatório.</p> <p>O resgate e incentivo à preservação da memória e cultura das comunidades envolvidas tem o fim de manter o sentido de identidade cultural e estimular o desejo de preservação dos valores da história e da tradição.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorecer a conscientização das administrações municipais e das comunidades atingidas (incluindo as comunidades indígenas) sobre a importância da preservação da sua memória coletiva e do seu patrimônio histórico-cultural;</li> <li>• Resgatar de forma sistemática os elementos histórico-culturais da área atingida, tomando como expressão tangível os bens naturais e os construídos, as suas formas de apropriação e sua inserção no contexto das relações socioeconômicas, assim como as manifestações que expressem o fazer e o pensar dos grupos sociais ao longo do tempo.</li> <li>• Criar espaços voltados à valorização e divulgação da cultura e história da região;</li> <li>• Incentivar as iniciativas espontâneas, a nível municipal e regional, de preservação da memória;</li> <li>• Desenvolver exposições temáticas com a ótica da evolução das interações homem-espaço-tempo na região, enfatizando os diversos modos de relação com o ambiente.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Para fins de implementação deste Programa deverão ser efetivados contratos e convênios com Instituições e profissionais da área de Patrimônio, que já possuem experiência e metodologia específica para o desenvolvimento de suas atividades. São os seguintes critérios e diretrizes a serem seguidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visão do patrimônio cultural como elemento de desenvolvimento, conforme recomendações da UNESCO em relatório da Comissão Mundial de Cultura e Desenvolvimento;</li> <li>• Visão do patrimônio cultural englobando a pré-história, a história e a paisagem;</li> <li>• Visão do patrimônio cultural como elemento de suporte e de superação às comunidades atingidas, face às perdas compulsórias.</li> </ul>



**PROGRAMA 12 - REMANEJAMENTO DA POPULAÇÃO ATINGIDA**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>Dentre os impactos causados pela construção de uma usina hidrelétrica, um dos mais significativos é o deslocamento compulsório de famílias advindo da necessidade de áreas para a construção da barragem e para a formação de um reservatório, com o conseqüente alagamento total ou parcial de propriedades rurais ou urbanas. Este impacto assume especial relevância pelo fato de envolver diretamente os seres humanos, seus meios de produção e de auferir renda para a sua sobrevivência e seu desenvolvimento econômico, além de seus laços afetivos e culturais.</p> <p>Assim, o setor elétrico brasileiro desenvolveu, especialmente a partir da implantação dos primeiros empreendimentos na Bacia do Rio Uruguai, e em decorrência de um processo de negociação com as populações atingidas, uma série de medidas alternativas que visam atender toda a gama de situações e categorias sociais encontradas, assegurando, mesmo para aqueles que não são proprietários e, desta forma, não poderiam ser indenizados, um tratamento justo que lhes assegure, no mínimo, a manutenção da situação atual, buscando, sempre que possível, melhorar sua qualidade de vida e propiciar-lhe condições de ascensão socioeconômica.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar condições para melhoria da qualidade de vida da população atingida;</li> <li>• Proporcionar aos produtores rurais afetados, condições para a sua ascensão socioeconômica;</li> <li>• Facilitar a adaptação das famílias à nova realidade, minimizando os impactos emocionais decorrentes da perda da terra;</li> <li>• Criar modalidades alternativas de remanejamento populacional que assegurem à população atingida formas de tratamento adequadas às situações encontradas;</li> <li>• Definir os procedimentos necessários para a execução de cada uma das modalidades remanejamento;</li> <li>• Definir formas de acompanhamento e avaliação da implementação do programa;</li> <li>• Promover a capacitação técnico-profissional através de convênios com órgão afins;</li> <li>• Estimular a participação das famílias na implementação de projetos de Reassentamentos.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O remanejamento da população deverá conciliar as necessidades do empreendedor aos interesses da população envolvida, levando-se em conta a realidade socioeconômica, os impactos emocionais que afetam a população atingida pelo empreendimento, bem com a preservação da cultura e tradição que as mantém vinculadas à terra, no meio rural, oferecendo alternativas que atendam aos interesses das pessoas envolvidas. O processo será desenvolvido de forma participativa e com a adoção de procedimentos de comunicação capazes de esclarecer aos atingidos sobre as etapas de levantamentos e de negociação.</p>

**UHE MAUÁ****PROGRAMA 13 - MONITORAMENTO DA POPULAÇÃO REMANEJADA**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	O processo de remanejamento da população diretamente atingida pela UHE Mauá requer um acompanhamento e uma avaliação analítica e periódica dos aspectos que merecerão especial atenção, tais como, a retomada do processo produtivo (atividades agropecuárias, atividades complementares, comercialização da produção), a interação social (retomada das atividades comunitárias e reconstituição do tecido social) e a adequação da infraestrutura básica (moradia, educação, saúde, transporte, etc), na nova localidade.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Avaliar em diferentes etapas as alterações no quadro de vida da população da área de influência direta e indireta, em virtude do seu remanejamento;</li><li>• Avaliar a eficiência e eficácia do programa de remanejamento;</li><li>• Acompanhar as famílias, identificando os desvios entre o planejado e o executado, propondo correção das diretrizes adotadas.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O Programa será realizado por meio de pesquisa quali-quantitativa, realizada por meio de questionários com perguntas fechadas e entrevistas semiestruturadas com perguntas abertas, permitindo que as pessoas exponham suas emoções e sentimentos em relação ao remanejamento.</p> <p>A metodologia contempla diferentes momentos de abordagem, em intervalos de tempo determinados, cada um dos quais constituindo etapas interligadas, com objetivos específicos e sujeitos a metodologia própria.</p> <p>O processo de monitoramento terá início antes do remanejamento ou das mudanças da família (T0), após seis meses do remanejamento ou da mudança (T1), após a primeira safra (T2) e após a 3ª safra, na fase de estabilização (T3).</p>

**PROGRAMA 14 - READEQUAÇÃO E RELOCAÇÃO DA INFRAESTRUTURA BÁSICA**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>O barramento de um rio e a decorrente inundação de parte de um território consolidado no tempo, pelo alargamento do mesmo e de seus afluentes, repercute em toda a região. São detectados inúmeros reflexos nas relações sociais e de produção e no acesso e utilização da infra-estrutura e dos serviços de saúde, educação, comércio, cultura, lazer e religiosos, entre os outros. Isto se dá porque o território transformado continuamente pelas atividades humanas, mais que o meio onde essas trocas se realizam, é o sustentáculo dessas intrincadas e complexas relações. A interferência em um dos fatores gera um desequilíbrio que dá início a uma alteração em cadeia, exigindo outras ações, num processo interligado.</p> <p>Desta forma, recompor o território afetado pelo empreendimento não significa simplesmente refazer o existente, mas atender à nova realidade, relocando os núcleos populacionais, redimensionando a infra-estrutura e os serviços atingidos, resguardando as relações e polarizações das comunidades existentes, analisando os vazios e as interferências que a aquisição de terras e o deslocamento compulsório das populações rurais podem trazer para a manutenção futura deste território, sempre com o conceito de melhoria de qualidade de vida das populações, tanto remanescentes quanto reassentadas.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rearticular a região afetada mantendo sempre o conceito de melhoria dos novos sistemas implantados e incentivando as concessionárias e poder público a estender esta melhoria ao restante da região;</li> <li>• Favorecer, sempre que possível, as relações comunitárias e de vizinhança;</li> <li>• Relocar os núcleos urbanos, rurais e equipamentos isolados atingidos que mantiverem suas funções preservadas;</li> <li>• Readequar os núcleos urbanos, rurais e equipamentos isolados indiretamente atingidos (perda de população, equipamento, infra-estrutura ou serviço essencial).</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Para fins de implementação deste Programa deverá ser elaborada uma leitura detalhada do território para que as variáveis socioeconômicas, culturais, ambientais, de serviços e infra-estrutura forneçam subsídios a soluções abrangentes e compartilhadas com as comunidades atingidas.</p> <p>Estas soluções, apesar de serem equânimes e representarem um tratamento unificado em todo o território atingido, deverão resguardar as particularidades de cada comunidade ou porção de território trabalhado.</p>

**PROGRAMA 15 -PROGRAMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES RURAIS**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>Com a construção da UHE Mauá, o represamento das águas do rio Tibagi causará o alagamento permanente de uma área de terras produtivas. Em decorrência disso, haverá na região afetada uma redução da produção agropecuária e um incremento na mão-de-obra disponível nestas atividades.</p> <p>Sendo assim, o Programa visa criar condições para que as famílias afetadas possam manter ou melhorar a sua renda, apesar da redução de área, por meio do aumento da produção agropecuária, o que pode ser obtido através de medidas de preservação da qualidade dos solos, melhoria das técnicas produtivas e/ou adoção de atividades alternativas às tradicionais.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir a maior utilização do reservatório através da diminuição do acúmulo de sedimentos transportados pelos contribuintes;</li> <li>• Atenuar a poluição de origem rural nas sub-bacias contribuintes da área de influência, visando a melhoria da qualidade das águas do Reservatório;</li> <li>• Prevenir do uso indiscriminado dos agroquímicos;</li> <li>• Melhoria da produtividade agrosilvopastoril;</li> <li>• Diversificar a produção e buscar novas alternativas econômicas dentro do setor primário;</li> <li>• Compensar a produção agropecuária renunciada pelo enchimento do reservatório;</li> <li>• Disciplinar o uso do solo na bacia de contribuição do barramento;</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assistência Técnica e Capacitação dos Agricultores</li> <li>• Ensino e Difusão de Técnicas para Melhoramento dos Recursos Naturais.</li> <li>• Coleta e Depósito de Lixo Domiciliar e Manejo de Agroquímicos</li> <li>• Manejo de Dejetos</li> <li>• Formação de Comitês Conservacionistas</li> <li>• Capacitação Institucional Local</li> <li>• Uso de Mudas do Mais Alto Padrão Genético</li> <li>• Orientar a Implantação e Manutenção de Culturas Perenes de Valor Econômico na Faixa de 100 Metros</li> <li>• Compostagem e Vermicompostagem</li> <li>• Atividades Alternativas</li> </ul>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 16 - CONTROLE DA SAÚDE PÚBLICA E SANEAMENTO**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A implantação do empreendimento deverá atrair um contingente populacional que poderá causar prejuízos às condições de saúde locais, além de gerar riscos relacionados a acidentes de uma maneira geral, proliferação de vetores e dispersão de animais peçonhentos. Na área são encontrados vetores de doenças, que, embora sob controle, podem proliferar-se na medida em que, no contingente populacional atraído, encontrem-se portadores das mesmas.</p> <p>Durante a realização das obras, poderão, ainda, ocorrer acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, gerando um acréscimo nas demandas dos serviços locais de saúde e exigindo serviços de assistência e prevenção de saúde do trabalhador. Com vistas a minimizar a possibilidade de aumento da pressão sobre os equipamentos de saúde existente no município, caberá ao empreendedor e seus agentes, a adoção de medidas preventivas e de controle, bem como a instalação de serviços de emergência no local das obras.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• evitar a proliferação de doenças, principalmente de veiculação hídrica ou transmitidas por insetos;</li><li>• evitar a sobrecarga da infra-estrutura de saúde local e regional;</li><li>• prevenir e controlar a ocorrência de problemas de saúde relacionados às condições de trabalho;</li><li>• prevenir e controlar a ocorrência de doenças de notificação compulsórias como a tuberculose e as sexualmente transmissíveis;</li><li>• orientar a população empregada sobre as doenças sexualmente transmissíveis;</li><li>• aumentar a capacidade de atendimento dos serviços de saúde.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>Para o pleno desenvolvimento do programa, os seguintes procedimentos básicos devem ser adotados:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• desenvolvimento e implantação do sistema de vigilância epidemiológica e sanitária nos departamentos de saúde municipais;</li><li>• implantação de unidade ambulatorial no local do empreendimento;</li><li>• identificação e acompanhamento das ações de erradicação das endemias e doenças transmissíveis, definidas em conjunto com os órgãos de saúde;</li><li>• implementação de programas educativos sobre saúde pública junto aos trabalhadores e à população em geral da região;</li><li>• realização de convênios com serviços de assistência médica locais ou da região;</li><li>• realização de exames admissionais e periódicos para os empregados, implantação de normas e equipamentos de segurança para os trabalhadores, bem como de serviços de controle de segurança do trabalho.</li></ul>

**PROGRAMA 17 - APOIO À POPULAÇÃO MIGRANTE**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A construção da Usina Hidrelétrica Mauá irá atrair em seu momento inicial um significativo contingente populacional motivado pela expectativa de obtenção de emprego ou de poder, de alguma forma usufruir das oportunidades que a dinamização dos setores de comércio e serviços trará para as áreas urbanas.</p> <p>Um primeiro grupo, obterá uma situação estabilizada com vínculo empregatício e proteção trabalhista, tendo garantido um conjunto de medidas que constituem das cláusulas contratuais estabelecidas entre o empreendedor e as empresas contratadas. Um segundo grupo formado pela população atraída pelas obras, compreendendo pessoas com pouco ou nenhum acesso aos empregos gerados diretamente pela obra principal, viverá dos subempregos e se estabelecerá na região se adequando a uma nova realidade no que se refere à habitação, alimentação, saúde, educação e outras necessidades básicas, se instalando em torno das cidades vizinhas ao empreendimento. A obra por sua vez se realiza por etapas, provocando rotatividade de mão-de-obra e a cada etapa desmobiliza pessoal que também poderá vir a engrossar este grupo.</p>
Objetivos	<p>Acompanhar o atendimento do contingente populacional com vínculo empregatício em qualquer atividade do empreendimento;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer diretrizes visando a redução do afluxo excessivo de população;</li> <li>• Diagnosticar as condições regionais para utilização da capacidade ociosa, principalmente no que se refere ao ensino, saúde e outros serviços;</li> <li>• Estabelecer parcerias com Órgãos Públicos, para melhoria do atendimento à população migrante;</li> </ul> <p>Formação e aperfeiçoamento de mão-de-obra objetivando suprir as possíveis demandas de trabalho do mercado regional e local. Incluindo-se as necessidades de qualificação profissional geradas pelas obras de construção da UHE Ita</p> <p>Qualificação da população atraída visando proporcionar-lhe condições de integração no mercado de trabalho local e regional durante as obras da UHE Ita e após a sua conclusão</p> <p>Levantar os recursos humanos e financeiros para a instalação física e implantação do centro de informação.</p>
Procedimentos Metodológicos	<p>O atendimento ao contingente vinculado à obra principal será disciplinado ou pela legislação trabalhista aplicável ou por cláusulas incluídas nos contratos a serem firmados entre o empreendedor e as empresas contratadas ou subcontratadas.</p> <p>Com relação à população atraída indiretamente pelas obras, a metodologia será estabelecida após a mobilização das entidades intervenientes (Empreendedor, Prefeituras, Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde e Educação, SINE, SEBRAE e etc.)</p>



UHE MAUÁ

**PROGRAMA 18 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>O desenvolvimento do programa de Educação Ambiental visa estabelecer um processo dinâmico entre empreendedor, empreendimento e a população atingida direta e indiretamente. Este processo estabelece um “link” de participação entre a população e o empreendimento, principalmente, no que diz respeito à oportunidade de promover melhorias da qualidade ambiental da região.</p> <p>O que se busca nesse programa é a interatividade das ações, no sentido avaliar as reais mudanças na atitude da população frente à implantação do empreendimento. Desse modo, a educação ambiental promovida constitui-se em um conjunto de ações para conscientização, não resumindo apenas em transmissão de conhecimentos ecológicos acumulados, que são imprescindíveis, mas não esgotam o conteúdo da proposição.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver a educação formal e não formal.</li><li>• Fomentar ações de educação ambiental existentes ou planejadas pelos municípios.</li><li>• Elaborar e produzir material instrucional, didático, informativo e de divulgação. Capacitar grupos de professores da rede escolar municipal, estadual e particular com atuação nos municípios atingidos.</li><li>• Assessorar os demais Programas Ambientais.</li><li>• Atuar preventivamente com relação à realidade da região e com as questões associadas a formação do novo ambiente.</li><li>• Promover a integração entre escola, comunidade e empreendedor.</li><li>• Proporcionar condições para que, no ensino formal, a educação ambiental seja um processo contínuo e permanente, através de ações interdisciplinares.</li><li>• Comprometer os meios de comunicação para divulgação sistemática das experiências desenvolvidas.</li><li>• Sensibilizar as escolas para promover o envolvimento dos diversos segmentos da comunidade no processo de educação ambiental.</li><li>• Criar parcerias com entidades com experiências no desenvolvimento de projetos de educação ambiental.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>A metodologia encontra-se formulada sob duas perspectivas: uma ao aprofundamento e a sistematização de educação ambiental, tendo o sistema escolar como seu instrumento e outra, direcionada a boa gestão ambiental, visando a formação de uma consciência pública ou a produção de informação adequada aos diversos segmentos da sociedade. Dentro desses aspectos, serão realizados basicamente seminários, cursos de capacitação e outras formas sistemáticas para a disseminação de conhecimento e tecnologias aplicáveis na proteção do meio ambiente, todos centrados nos pressupostos básicos: ensino-educação-conscientização</p>

**PROGRAMA 19 - COMUNICAÇÃO SOCIAL**

Itens	Descrição
Justificativas	<p>A criação de expectativas na população da área de influência da UHE Mauá, principalmente os municípios de Ortigueira e Telêmaco Borba, quanto às possíveis alterações que o empreendimento possa acarretar no quadro ambiental e nas condições de vida vigentes, tendem a gerar inseguranças, dando origem à formação de grupos de interesses através de formas de organização e pressão específicas.</p> <p>Para evitar as repercussões e inseguranças não procedentes, derivadas dessas expectativas, caberá ao empreendedor estabelecer um processo permanente de informações à comunidade como um todo, bem como de discussões e negociações com os diferentes grupos de interesse, direta ou indiretamente, envolvidos com a implantação do empreendimento.</p> <p>Dessa forma, deve o empreendedor fornecer, de maneira clara e objetiva, as informações necessárias à comunidade sobre o empreendimento, bem como sobre as medidas mitigadoras propostas e as soluções adotadas resultantes de acordo com os grupos de interesse.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esclarecer o público dos impactos ambientais e medidas a eles associados vinculados à implantação e operação do empreendimento, e contribuir para sua mitigação;</li> <li>• assegurar pleno esclarecimento do contingente de trabalhadores associados às obras quanto às regras de conduta a serem seguidas durante a implantação do empreendimento, garantindo-lhe uma inserção harmônica do ponto de vista ambiental e social;</li> <li>• manter permanentemente um canal de comunicação entre os agentes e públicos envolvidos, direta e ou indiretamente no empreendimento e o empreendedor;</li> <li>• esclarecer o conjunto de funcionários envolvidos com a implantação da UHE Mauá quanto à política ambiental do empreendedor e as atividades associadas à questão ambiental relacionadas ao empreendimento.</li> </ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>O Programa de Comunicação Social deve esclarecer a população ribeirinha da zona rural de Ortigueira e dos núcleos urbanos de Telêmaco Borba, assim como das sedes municipais dos dois municípios e dos demais cinco da área de influência indireta – Curiúva, Imbaú, Reserva, Tibagi e Ventania – sobre as características do projeto, o período previsto para construção da usina e da barragem, as etapas das obras, os impactos previstos e as medidas para tentar mitigá-los ou compensá-los. O programa deve, também, alcançar a comunidade indígena de Mococa, no sentido de evitar expectativas e inseguranças com relação ao empreendimento.</p>

**UHE MAUÁ****PROGRAMA 20 - GESTÃO DO RESERVATÓRIO**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A construção de uma usina hidrelétrica e a formação do seu reservatório de acumulação, traz, além da alteração da paisagem e de seus reflexos nos meios físico-biótico e sócio-econômico, uma nova relação de comportamento dos diversos atores que irão atuar futuramente na região.</p> <p>A empresa geradora de energia buscará excelência do corpo de água com vistas à operação da usina, tratando de assumir sua parcela de responsabilidade sobre o entorno e sobre as ações de controle e monitoramento ambiental.</p> <p>Desta forma, o Plano deverá compatibilizar os interesses mais diversos sobre a bacia de acumulação, com o objetivo de aproveitamento do seu potencial, buscando sempre o uso sustentado dos recursos naturais.</p>
Objetivos	<p>Indicar metodologia de trabalho que sinalize formas de potencializar os benefícios que possam advir da implantação do empreendimento na região e nas comunidades envolvidas, e explorar os usos múltiplos potenciais e pretendidos, sem prejuízo à geração de energia, tendo como base a legislação vigente, a capacidade de suporte do ambiente e a conservação da biodiversidade.</p>
Procedimentos Metodológicos	<p>A metodologia de trabalho a ser utilizada deverá ser de análise integrada de todos os componentes físico-bióticos e socioeconômicos que poderão influir na água, na Área de Preservação Permanente do reservatório e no entorno do lago a se formar, e que indicarão conceitos e critérios de comportamento para todos as partes envolvidas neste processo.</p>

UHE MAUÁ

**PROGRAMA 21 - GERENCIAMENTO AMBIENTAL**

<b>Itens</b>	<b>Descrição</b>
Justificativas	<p>A implantação do empreendimento requer uma estrutura gerencial que permita garantir que a execução dos planos e programas ambientais ocorra de forma satisfatória.</p> <p>O Plano de Monitoramento e Gerenciamento Ambiental deverá dotar o empreendimento, durante a fase de implantação, de mecanismos eficientes que garantam a execução e o controle de todas as atividades planejadas nos programas ambientais e a adequada condução das obras.</p> <p>O Programa de Monitoramento e Gerenciamento Ambiental irá definir uma estrutura gerencial que permita garantir que as medidas de proteção ambiental estabelecidas no Estudo de Impacto Ambiental sejam corretamente implantadas, e que permita acompanhar os programas ambientais não vinculados diretamente às obras, proporcionando uma maior integração entre os diferentes agentes, empresas, consultoras e instituições públicas e privadas.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Promover o desenvolvimento dos programas ambientais;</li><li>• Reduzir ou evitar as interferências geradas pelas obras; e</li><li>• Promover a integração entre os programas propostos.</li></ul>
Procedimentos Metodológicos	<p>As atividades que compõem este programa são, resumidamente, as seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• discutir com os agentes envolvidos, o desenvolvimento dos programas ambientais;</li><li>• promover a integração dos profissionais envolvidos na execução dos programas;</li><li>• planejar o desenvolvimento das atividades na implementação dos programas;</li><li>• acompanhar e avaliar o desenvolvimento dos programas;</li><li>• quando necessário revisar e adequar as atividades propostas;</li><li>• acompanhar as obras e emitir relatórios;</li><li>• coordenar o atendimento a todas as condicionantes das licenças ambientais;</li><li>• desenvolver cronograma integrando todas os programas;</li><li>• emitir relatórios de acompanhamento.</li></ul>

## 11. INFRA-ESTRUTURA E SUPRIMENTO PARA OBRA

Para o desenvolvimento da UHE MAUÁ foi elaborado um planejamento global e detalhado, baseado em documentos de contrato e estudos feitos pela projetista.

As atividades iniciais programadas são:

- desmatamento na região das estruturas;
- execução das estradas de serviço;
- início da montagem dos acampamentos, instalações industriais e canteiros administrativos.

São programadas pequenas melhorias das estradas de acesso e a abertura de novos acessos internos às diversas estruturas, construção de edificações de apoio, industrial, administrativo e do acampamento.

Esta necessidade obriga a mobilização de mão-de-obra para gerenciamento e parte do controle técnico e administrativo, de apoio e principalmente a de operação e manutenção de equipamentos. A montagem das edificações do canteiro e alojamentos será feita através de sub-empregada.

A mão de obra de gerenciamento e a especializada de algumas áreas será selecionada dos quadros do EPC e a mão-de-obra não disponível será recrutada no mercado de trabalho.

A mão de obra será alojada em acampamentos construídos dentro e/ou próximos da área da obra, e transportada diariamente. A princípio serão construídos alojamentos para atender a demanda de mão-de-obra fora do pico. A complementação será feita de acordo com a necessidade.

### 11.1. RECRUTAMENTO E SELEÇÃO

O Consórcio UHE Mauá prevê diferentes formas de recrutamento e seleção de pessoal para formação do contingente necessário à obra.

Para execução foi prevista a utilização de mão-de-obra local através dos órgãos regionais da Secretaria do Trabalho.

A mão-de-obra do nível de servente de obra até os oficiais serão contratados na região, sempre analisando a experiência comprovada em carteira e antecedentes.

Para o recrutamento de pessoal em nível de chefia e superior, será dada a preferência por utilizar pessoal do quadro da Construtora, já familiarizados com a filosofia própria da empresa, considerado de grande importância para o bom andamento dos serviços.

### 11.2. RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos a serem mobilizados para a execução das obras civis, assim como as suas marcas, modelos, tipos e quantidades, são apresentados no item de equipamentos do plano de implantação.

**UHE MAUÁ****11.3. PLANO DE SUPRIMENTOS**

Visando centralizar a compra dos materiais e equipamentos, o Setor de Suprimentos terá atuação direta no Canteiro de Obras, visando melhor atendimento das frentes de serviço. Este setor terá a finalidade de adequar a compra às quantidades de materiais a serem aplicados na obra, utilizando almoxarifados e fazendo com que haja estoques de segurança, visando garantir a continuidade dos serviços no caso de haver qualquer problema de fornecimento não previsível na programação.

Os materiais básicos serão provenientes de fornecedores da própria região, dos pólos comerciais das cidades vizinhas, ou outra alternativa fora do Estado do Paraná.

O Controle de Qualidade deverá analisar e definir os fornecedores de materiais e equipamentos durante o processo executivo, estudando a matéria prima, o processo utilizado na fabricação e as especificações do produto final.

Após definido o fornecedor, será feito pedido formal através de formulário próprio, onde estarão discriminadas todas as exigências e as especificações para a perfeita caracterização do produto a ser recebido de forma a garantir o recebimento correto dos materiais e equipamentos, exigindo-se também a certificação de qualidade, principalmente para o aço e cimento.

A Construtora conta com uma estrutura de recursos adequada para atender plenamente o cumprimento dos cronogramas de serviços, a disponibilização dos materiais a serem empregados na obra e sua execução no devido tempo e com os requisitos da qualidade necessários para satisfazer às especificações do projeto.

Visando a maior agilização dos procedimentos administrativos, sem deixar de lado a necessária concentração no aspecto qualidade, a estrutura de suprimentos de materiais deverá ser suportada pelo Setor de Compras no local da obra com apoio da sede administrativa de Curitiba.

O abastecimento de energia elétrica necessária à execução da obra será provido pela Usina Presidente Vargas, será construída uma subestação rebaixadora de 69 kV para 13.8, e a mesma será distribuída pelas redes de baixa tensão para as diversas frentes de serviços.

A rede de distribuição será instalada de forma a atender as instalações administrativas, o acampamento, as oficinas, as instalações industriais e as frentes de serviço, destacando-se aqui os túneis, onde estarão em operação os Jumbos de Perfuração.

Será disponibilizado na obra um grupo gerador de 150 KVA, para emergências.

A água industrial e potável que será utilizada na execução dos serviços e nos escritórios e alojamentos será captada no poço artesiano que será perfurado no canteiro de obras. A água será recalçada para um reservatório de água bruta (R1) com divisões internas formando câmaras para facilitar a decantação dos elementos sólidos em suspensão.

Para água industrial é previsto instalar nas proximidades das centrais de concreto um reservatório metálico elevado com capacidade de 30 m<sup>3</sup> para prover o abastecimento das mesmas, partindo deste reservatório será construída rede de distribuição para as diversas frentes de serviço.



## UHE MAUÁ

### 11.3.1 Cimento

Para a produção dos concretos convencionais e CCR serão utilizadas aproximadamente 102.000 toneladas de cimento que será adquirido de fabricantes situados próximos da obra, com produtos que atendam os requisitos exigidos na Especificação Técnica. Com o objetivo de mitigar os problemas oriundos da reatividade álcali-agregado, será considerada a adição de cinzas volantes ou então cimento do tipo pozolânico, classificado pela ABNT como tipo CP-IV, em quantidade definida por ensaio que comprovem sua eficácia. Serão realizados ensaios nos materiais rochosos pretendidos para utilização como agregados do concreto, com o objetivo de caracterizar a real potencialidade de reação RAA, independentemente da utilização de cimento com adição de cinzas ou mesmo do tipo CP-IV.

Serão mobilizados silos com capacidade apropriada para a produção dos concretos e CCR, para garantir a seqüência de produção e a aplicação com temperatura adequada.

### 11.3.2 Agregados

Para o suprimento de agregados necessários à produção de concreto convencional, concreto compactado a rolo, concreto projetado, filtros e transições, será montado um conjunto de britagem que utilizará o material das escavações obrigatórias e pedreiras. Será pesquisada a utilização de areia natural da região complementada por areia artificial, de acordo com os estudos de dosagens a serem realizados. Além da utilização nas estruturas e produtos mencionados, também a porção do enrocamento da BENA será objeto de produção especial, face às exigências granulométricas para construção do aterro.

### 11.3.3 Aços

As barras de aço para as armaduras das estruturas de concreto armado serão adquiridas das Siderúrgicas próximas da obra, com previsão de 7.949 toneladas para UHE Mauá.

### 11.3.4 Aditivos

Os aditivos de uso geral na obra serão os plastificantes, associados a retardadores de pega e os aditivos incorporadores de ar. Procurar-se-á empregar aditivos cujos efeitos nos concretos sejam obtidos com o menor consumo do produto e que esta ação seja uniforme durante todo o período das concretagens.

### 11.3.5 Combustíveis e Lubrificantes

Os combustíveis e lubrificantes serão fornecidos por empresa distribuidora de produtos de petróleo, com a qual a Construtora já mantém contrato de fornecimento em âmbito nacional.

A Construtora manterá estocados 45.000 litros de combustível em tanques apropriados e fornecidos pela distribuidora, e os lubrificantes armazenados em plataformas para fácil manuseio dos tambores e para segurança contra danos ao meio ambiente.

---

**UHE MAUÁ****11.3.6 Madeira**

Toda a quantidade de madeira a ser empregada na instalação dos canteiros e na produção de formas para os diversos concretos será proveniente de distribuidores regionais que possam suportar a demanda necessária.

**11.3.7 Explosivos**

Os explosivos e acessórios utilizados para escavações em rocha serão adquiridos de empresas próximas da obra ou outra com a qualidade adequada.

**11.3.8 Serviços de Terceiros Especializados**

Para execução de serviços especializados, serão buscadas no mercado nacional, empresas de competência reconhecida.

**UHE MAUÁ**

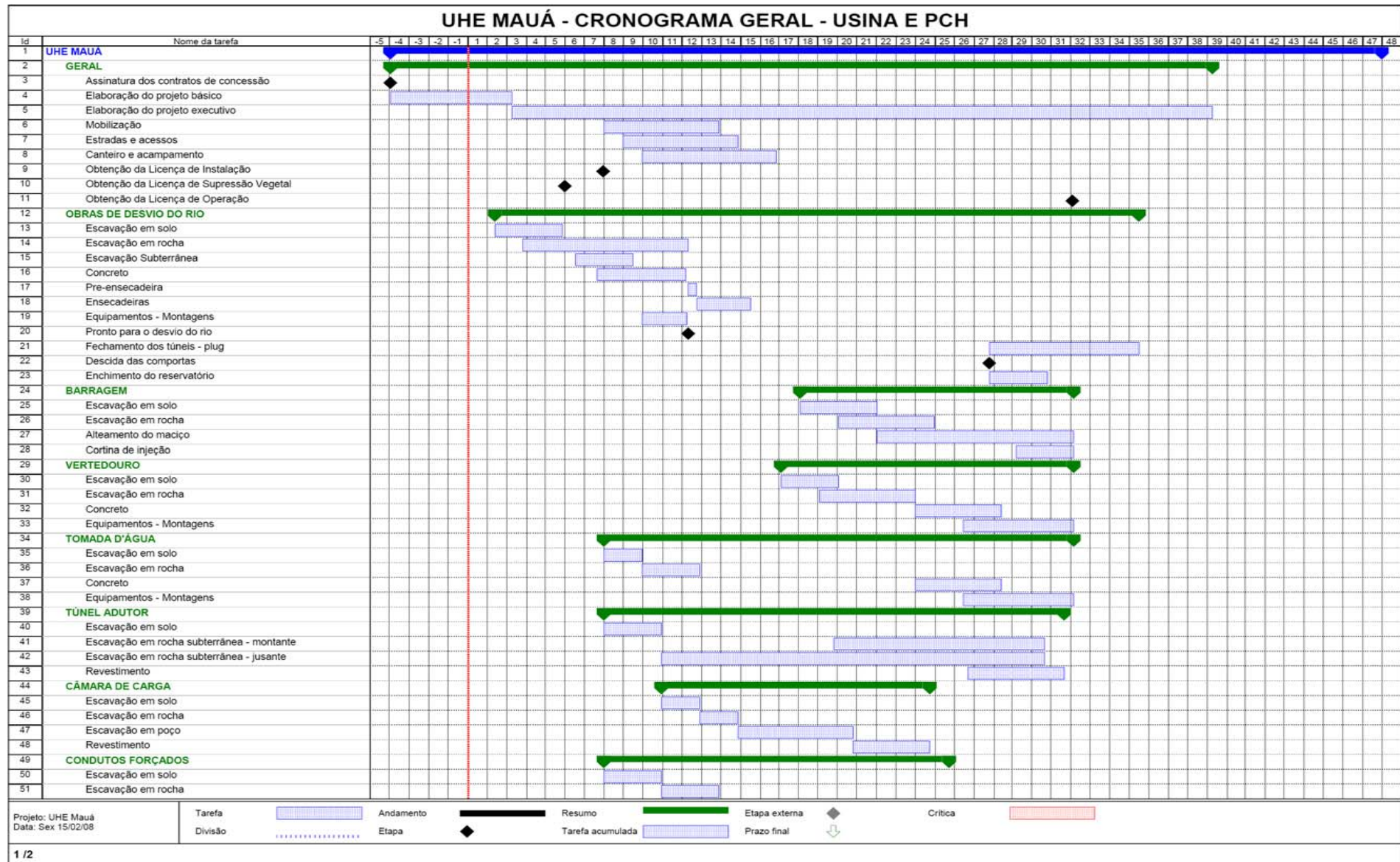
## 12. CRONOGRAMA E PLANEJAMENTO CONSTRUTIVO

No Cronograma Executivo apresentado a seguir foi observado pela Concessionária o prazo máximo para entrada em operação comercial das unidades geradoras, conforme a seguir discriminado:

- Unidade geradora 1 ..... 01/01/2011\*
- Unidade geradora 2 ..... 01/04/2011\*
- Unidade geradora 3 ..... 01/07/2011\*

nota: datas conforme o Contrato de Concessão assina entre o Consórcio Energético Cruzeiro do Sul e a UNIÃO.

**UHE MAUÁ**



0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES 210/232  
Resp. Técnico MG-12545/D





**UHE MAUÁ****13. PLANILHA DE QUANTIDADES**

Na seqüência são apresentadas as planilhas de quantidades para a usina principal (350 MW) e para o circuito de geração complementar (11 MW).

**UHE MAUA**  
**PLANILHA QUANTIDADES BÁSICO CONSOLIDADO**

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QUANTIDADE BÁSICO
<b>1</b>	<b>ACESSOS</b>		
1.01	ESTRADA DE ACESSO (BARRAMENTO - CASA DE FORÇA) (5.5 KM)		
1.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	394656
1.01.02	Compactação de aterros	m <sup>3</sup>	94616
1.02	ACESSOS PCH		
1.02.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	8622
1.02.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	3970
<b>2</b>	<b>DESVIO DO RIO</b>		
2.01	ENSECADEIRAS		
2.01.01	Ensecadeira de rocha e terra	m <sup>3</sup>	260785
2.02	TÚNEIS DE DESVIO		
2.02.01	Escavações		
2.02.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	97611
2.02.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	91110
2.02.01.03	Escavação em Túnel	m <sup>3</sup>	49740
2.02.02	Concretos		
2.02.02.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	7195
2.02.03	Tratamentos		
2.02.03.01	Furos de injeção D=3"	m	1320
2.02.03.02	Calda de cimento	kg	52800
2.02.03.03	Furos de drenagem D=3"	m	324
2.02.03.04	Barras de ancoragens aço CA-50 D=32mm	m	1600
2.02.03.05	Concreto projetado com fibras	m <sup>3</sup>	918
2.02.03.06	Tirantes D=1"	m	5244



**UHE MAUÁ**

<b>3</b>	<b>BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO</b>		
3.01	Enrocamento compactado	m <sup>3</sup>	350023
3.02	Aterro compactado (Núcleo de argila)	m <sup>3</sup>	96302
3.03	Transições / Filtros	m <sup>3</sup>	37842
3.04	Escavação de rocha a céu aberto em pedreira	m <sup>3</sup>	235334
3.05	Escavação comum em jazida	m <sup>3</sup>	125193
<b>4</b>	<b>BARRAGENS DE CONCRETO - ESTRUTURA DO BARRAMENTO EM CCR</b>		
4.01	Escavações		
4.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	192558
4.01.02	Escavação de rocha a céu aberto em pedreira	m <sup>3</sup>	449271
4.02	Tratamentos		
4.02.01	Furos de drenagem D=3"	m	8175
4.02.02	Furos de injeção D=3"	m	3920
4.02.03	Calda de cimento	kg	196000
4.03	Concretos		
4.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	24843
4.04	CCR		
4.04.01	Concreto compactado a rolo sem cimento	m <sup>3</sup>	404834
<b>5</b>	<b>VERTEDOIRO DE SUPERFICIE</b>		
5.01	Concretos		
5.01.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	36100
5.02	CCR		
5.02.01	Concreto compactado a rolo sem cimento	m <sup>3</sup>	126956
<b>6</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA DE BAIXA PRESSÃO</b>		
6.01	Escavações		
6.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	468555
6.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	16780
6.01.03	Reaterro	m <sup>3</sup>	4012
6.02	Tratamentos de taludes		
6.02.01	Cortina de Injeção	m	130
6.02.02	Barras de ancoragens aço CA-50 D=32mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	620
6.02.03	Fornecimento de Cimento	ton	5,2
6.02.04	Concreto projetado com fibras	m <sup>3</sup>	4881
6.03	Concretos		
6.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	4696
<b>7</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA DE ALTA PRESSÃO / CAMARA DE CARGA</b>		
7.01	Escavações		

0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

213/232

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES  
Resp. Técnico MG-12545/D

**UHE MAUÁ**

7.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	121755
7.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	247076
7.01.03	Limpeza e tratamento de fundação	m <sup>2</sup>	695
7.02	Tratamentos de taludes		
7.02.01	Furos para cortina de injeção D=3"	m	2530
7.02.02	Calda de cimento	m <sup>3</sup>	76
7.02.03	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa		6247
7.02.04	Barbacãs	m	788
7.02.05	Drenos Horizontais Profundos (DHP)	m	2.400
7.02.06	Fornecimento de Cimento	ton	314,29
7.02.07	Remanuseio de Cimento	ton	314,29
7.02.08	Concreto projetado sem cimento com fibras	m <sup>3</sup>	502
7.02.09	Fibras metálicas para concreto projetado	kg	17570
7.03	Concretos		
7.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	11491
<b>8</b>	<b>TÚNEL DE ADUÇÃO</b>		
8.01	Escavações		
8.01.01	Escavação em rocha subterranea	m <sup>3</sup>	261700
8.02	Tratamentos		
8.02.01	Tirantes D=1"	m	10686
8.03	Concretos revestimento do piso		
8.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	580
<b>9</b>	<b>SHAFT</b>		
9.01	Escavações		
9.01.01	Escavação em rocha subterranea vertical	m <sup>3</sup>	8686
9.02	Tratamentos		
9.02.01	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	1182
9.02.02	Fornecimento de Cimento	ton	124
9.02.03	Remanuseio de Cimento	ton	124
9.02.04	Furos para cortina de injeção D=3"	m	840
9.02.05	Calda de cimento	m <sup>3</sup>	7
9.02.06	Concreto projetado sem cimento com fibras	m <sup>3</sup>	255
9.02.07	Fibras metálicas para concreto projetado	kg	10200
9.03	Concretos revestimento do piso		
9.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	2633
<b>10</b>	<b>TÚNEL DE ALTA PRESSÃO, GALERIAS DE DRENAGEM E TUNEL DE ACESSO</b>		
10.01	Escavações		
10.01.01	Escavação Comum	m <sup>3</sup>	1946
10.01.02	Escavação em rocha subterranea	m <sup>3</sup>	39204

**UHE MAUÁ**


10.02	Tratamentos		
10.02.01	Tirantes D=1"	m	7238
10.02.02	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	2844
10.02.03	Fornecimento de Cimento	ton	400
10.02.04	Remanuseio de Cimento	ton	400
10.02.05	Concreto projetado sem cimento com fibras	m <sup>3</sup>	723
10.02.06	Fibras metálicas para concreto projetado	kg	28920
10.02.07	Furos de drenagem	m	3762
10.02.08	Furos de injeção	m	2760
10.02.09	Calda de cimento	kg	69
10.02.10	Cambotas metálicas L=310mm	un.	11
10.03	Concretos revestimento do piso		
10.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	9167
<b>11</b>	<b>CASA DE FORÇA</b>		
11,01	Escavações		
11.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	39013
11.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	83628
11.02	Tratamentos de taludes		
11.02.01	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	1948
11.02.02	Tirantes D=1"	m	244
11.02.03	Fornecimento de Cimento para barras de ancoragem e concreto projetado	ton	122
11.02.04	Remanuseio de Cimento para barras de ancoragem e concreto projetado	ton	122
11.02.05	Concreto projetado sem cimento	m <sup>3</sup>	75
11.02.06	Concreto projeto sem cimento com fibras	m <sup>3</sup>	188
11.02.07	Fibras metálicas para concreto projetado	kg	7520
11.03	Concretos		
11.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	24775
<b>12</b>	<b>CASA DE FORÇA - USINA COMPLEMENTAR</b>		
12.01	Escavações		
12.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	16922
12.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	24722
12.02	Tratamentos		
12.02.01	Barras de ancoragens aço CA-50 D=32mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	304
12.02.02	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	344
12.02.03	Concreto projetado com fibras	m <sup>3</sup>	102
12.03	Concretos		
12.03.01	Concreto sem cimento	m <sup>3</sup>	4791
<b>13</b>	<b>CANAL DE FUGA</b>		
13.01	Escavações		

**UHE MAUÁ**

13.01.01	Escavação comum	m <sup>3</sup>	140594
13.01.02	Escavação em rocha a céu aberto	m <sup>3</sup>	143214
13.01.03	Aterro ensecadeira canal de fuga	m <sup>3</sup>	50938
13.02	Tratamentos de taludes		
13.02.01	Barras de ancoragens aço CA-50 D=25mm, incl. perf. e preench. argamassa	m	288
13.02.02	Fornecimento de Cimento	ton	13
13.02.03	Remanuseio de Cimento	ton	13
13.02.04	Concreto projetado sem cimento com fibras	m <sup>3</sup>	28
13.02.05	Fibras metálicas para concreto projetado	kg	1120
<b>14</b>	<b>SUBESTAÇÃO</b>		
14.01	Aterro Compactado	m <sup>3</sup>	146636

## UHE MAUÁ

### 14. FICHA TÉCNICA

	<b>FICHA-RESUMO - PROJETO BÁSICO</b>
---	--------------------------------------

NOME DA USINA:	UHE MAUÁ	DATA:	30/10/07
ETAPA:	PROJETO BÁSICO	POT. (MW):	350
NOME DO(S) INTERESSADO(S):	CONSÓRCIO ENERGÉTICO CRUZEIRO DO SUL		
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):	SERGIO LUIZ LAMY - lamy@copel.com	TEL.:	(41) 3076 4202
		FAX:	(41) 3076 4202
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETA(S):	CONSÓRCIO UHE MAUÁ		
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):	JOSÉ HENRIQUE RODRIGUEZ LOPES - jhrl@vlb.com.br	TEL.:	(41) 3219 7251
		FAX:	(41) 3352 2170

#### 1. LOCALIZAÇÃO

RIO:	TIBAGI	BACIA:	PARANÁ	SUB-BACIA:	64	DISTÂNCIA DA FOZ:	236	km
MUNICÍPIO(S):	TELÉMACO BORBA	UF:	PR	MUNICÍPIO(S):	TELÉMACO BORBA	UF:	PR	
(BARRAGEM)	ORTIGUEIRA E TELÉMACO BORBA	UF:	PR	(C.DE FORÇA)	TELÉMACO BORBA	UF:	PR	

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA BARRAGEM:

LATITUDE:	24	graus	3	minutos	48	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):	S
LONGITUDE:	50	graus	42	minutos	5	segundos	OESTE (W)	

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA CASA DE FORÇA:

LATITUDE:	24	graus	2	minutos	24	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):	S
LONGITUDE:	50	graus	41	minutos	33	segundos	OESTE (W)	

#### 2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:		ZONA:	22-J	DATUM:	SAD-69	MC:	-
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:		DATA:	1967	ESCALA:	1:100.000	FONTE:	DSG
FOTOS AÉREAS:		DATA:	ago/02	ESCALA:	1:25.000 / 1:8.000	FONTE:	CNEC
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAFÉTRICA:		ESCALA:	1:10.000/1:2.000				

#### 3. HIDROMETEOROLOGIA

##### POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:

TIPO:	FSQ	CÓD.:	64465000	ENTIDADE:	ANA/SUDERHSA	NOME:	TIBAGI	RIO:	TIBAGI	AD (em km²):	8.948
TIPO:	FRT	CÓD.:	64482000	ENTIDADE:	CESP/SUDERHSA	NOME:	TEL BORBA	RIO:	TIBAGI	AD (em km²):	14.000
TIPO:	FRS	CÓD.:	64491000	ENTIDADE:	ANA/SUDERHSA	NOME:	B. RIB.ANTAS	RIO:	TIBAGI	AD (em km²):	15.600
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):	

## UHE MAUÁ

TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):	
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):	

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s) – PERÍODO:			(DE JAN/1931 A DEZ/2004)				TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL):				NATURAL	
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
317,0	335,0	276,0	202,0	244,0	277,0	288,0	226,0	272,0	353,0	293,0	265,0	

PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s):												
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %	
672,0	527,0	397,0	324,0	270,0	224,0	184,0	150,0	119,0	85,0	65,0	30,0	
PRECIP. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(DE JAN/1954 A DEZ/2004)									
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
191,6	161,8	124,9	97,6	135,7	107,8	84,5	70,0	146,5	147,4	138,3	171,0	
EVAPOR. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(DE JAN/1954 A DEZ/2004)									
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
198,9	164,0	150,9	112,1	79,3	61,6	70,3	102,0	131,9	172,8	191,8	201,0	
PREC. MÉDIA ANUAL:				1577	mm	VAZÃO MLT – PERÍODO:			(DE JAN/1931 A DEZ/2004)		279	m³/s
EVAP. MÉDIA ANUAL:				1637	mm	VAZÃO FIRME			CRITÉRIO: (95%)		65	m³/s
EVAP. MÉDIA MENSAL:				136	mm	VAZÃO MÁX. REGISTRADA			(MAI/1987)		3197	m³/s
ÁREA DE DRENAGEM:				15423	km²	VAZÃO MÍN. REGISTRADA			(JUL/1981)		40,2	m³/s

### 4. RESERVATÓRIO

<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>			CRISTA DA BARRAGEM:		637,50	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	1.000	anos	ALTURA DA BARRAGEM		78,00	m
PERÍMETRO:	426,6	km	<b>VOLUMES</b>			
COMPRIMENTO:	79.970	m	No NA MÁX. NORMAL:		2.137	x10 <sup>6</sup> m³
PROFUNDIDADE MÉDIA:	25,5	m	No NA MÍN. NORMAL:		1.473	x10 <sup>6</sup> m³
PROFUNDIDADE MÁXIMA:	77,5	m	ÚTIL:		664	x10 <sup>6</sup> m³
TEMPO DE FORMAÇÃO:	125	dias	<b>ÁREAS (INCLUÍDO CALHA DO RIO)</b>			
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	88,6	dias	NA MÁX. NORMAL:		83,9	km²
<b>NÍVEIS DE MONTANTE</b>			NA MÁX. MAXIMORUM:		87,0	km²
NA MÁX. NORMAL:	635,00	m	NA MÍN. NORMAL:		64,7	km²
NA MÁX. MAXIMORUM:	636,50	m	<b>VIDA ÚTIL</b>			
NA MÍN. NORMAL:	626,00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MÁX. OPERATIVO):		>1.000	anos
<b>NÍVEIS DE JUSANTE</b>			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):		1.000	anos
NA NORMAL de JUSANTE:	513,0/515,0	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE		560.327	t / ano

0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

218/232

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES  
Resp. Técnico MG-12545/D



## UHE MAUÁ

NA MÁX. de JUSANTE:	527,40	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS	n/a	mg / l
NA MÍN. de JUSANTE:	511,60	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS	36,3	t / km².ano

### ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km²) - NO NA MÁX MAXIMORUM

MUNICÍPIO (S)	UF	SUBTRAÍDA A CALHA DO RIO	NA CALHA DO RIO	TOTAL
ORTIGUEIRA	PR	3.794	706	4.500
TELÉMACO BORBA	PR	3.406	794	4.200

### CURVAS

PONTOS DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME DO RESERVATÓRIO						PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA			
COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	N.A.JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)	N.A.JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)
565	0	0	610	36,2	687	510,3	9	512,5	221
570	0,57	0,95	620	51,9	1.121	510,7	33	513,0	311
580	8,87	41,1	630	72,9	1.745	511,1	63	514,5	649
590	17,80	169,0	635	83,9	2.137	511,6	112	516,8	1390
600	25,30	385,0	640	94,1	2.582	512,0	154	518,3	1.970

### POLINÔMIOS

VOLUME x COTA (RESERVATÓRIO)						VAZÃO X N.A.JUSANTE (CANAL DE FUGA)					
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4	COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	5,89E+02	3,37E-02	-1,07E-05	1,49E-09	0,00E+00		VALOR	510,65665	0,009704821	-7,90898E-06	4,05369E-09
COTA X ÁREA (RESERVATÓRIO)						COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	-1.224,2679	2,0600569	-4,41591E-08	0	0		VALOR	510,65665	0,009704821	-7,90898E-06	4,05369E-09

### 5. TURBINAS

TIPO:		VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:	112,6	m³/s
NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:	337,8 m³/s
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	119.500	kW	VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:	45,0 m³/s
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	200	r.p.m.	RENDIMENTO MÁXIMO:	94,0 %
QUEDA DE REFERÊNCIA:	114,77	m	PESO TOTAL POR UNIDADE:	3.520 kN

### 6. GERADORES

NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	FATOR DE POTÊNCIA:	0,9	-
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	130.400	kVA	RENDIMENTO NOMINAL:	98,5	%
TENSÃO NOMINAL:	13,8	kV	PESO DO ROTOR:	3.220	kN

## UHE MAUÁ

7. INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE INTERESSE RESTRITO À CENTRAL GERADORA (INDICATIVA)					
SUBESTAÇÃO ELEVATÓRIA - DADOS DO TRANSFORMADOR			TIPO (S.E. ou SECÇÃO L.T.):	SE	
NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	MUNICÍPIO:	FIGUEIRA E JAGUARIAÍVA	
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	130.400	kVA	UF:	PR	
TENSÃO ENR. PRIM.:	13,8	kV	NOME:	FIGUEIRA E JAGUARIAÍVA	
TENSÃO ENR. SEC.:	230	kV	CONCESSIONÁRIA:	COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL	
<u>LINHA DE TRANSMISSÃO</u>			<u>SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)</u>		
MUNICÍPIO (S):	TBORBA/CURIUVA/SAPOEMA/FIGUEIRA/VENTANIA/ARAPOTI/JAGUARIAÍVA		NÚMERO DE UNIDADES:	n/a	-
UF (S):	PR		POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	n/a	kVA
EXTENSÃO:	41+110	km	TENSÃO ENR. PRIM.:	n/a	kV
TENSÃO:	230	kV	TENSÃO ENR. SEC.:	n/a	kV
CIRCUITO (Simples ou Duplo):	SIMPLES		<u>SECÇÃO DE L.T. (QUANDO APLICÁVEL)</u>		
<u>PONTO DE CONEXÃO:</u>			TENSÃO	n/a	kV
A CONSTRUIR ? (sim ou não):	AMPLIAÇÃO		CIRCUITO (Simples ou Duplo):	n/a	

8. ESTUDOS ENERGÉTICOS						
QUEDA BRUTA:	120,00	m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:	n/a	m³/s	
PERDA HIDRÁULICA:	1,35	%	ENERGIA GERADA:	204,32	MW médios	
FATOR DE INDISP. FORÇADA:	n/a	-	ENERGIA FIRME:	177,25	MW médios	
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA:	n/a	-	PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)	1,046	MW / m³/s	
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	90,65	%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)	1,073	MW / m³/s	
VAZÃO REMANESCENTE:	CRITÉRIO: Q <sub>7,10</sub>	18,8	m³/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)	1	MW / m³/s

9. CUSTOS										
OBRAS CIVIS:		X 10³ R\$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO:		X 10³ R\$					
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:		X 10³ R\$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:		X 10³ R\$					
MEIO AMBIENTE:		X 10³ R\$	JUROS ANUAIS:		%					
OUTROS CUSTOS:		X 10³ R\$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:		anos					
CUSTO DIRETO TOTAL:		X 10³ R\$	O & M:		R\$/MWh					
CUSTOS INDIRETOS:		X 10³ R\$	CUSTO DA ENERGIA GERADA:		R\$/MWh					
CUSTO TOTAL S/ JDC:		X 10³ R\$	DATA DE REFERÊNCIA:							
CUSTO TOTAL C/ JDC:	(JDC = %)	X 10³ R\$	TAXA DE CÂMBIO:		R\$/US\$					
<u>CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (% DO CUSTO TOTAL S/ JDC)</u>										
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
USINA (%)	0,34	26,58	28,98	28,02	10,92					
SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)	0,26	0,82	4,02	0,98	0,08					

0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

220/232

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES  
Resp. Técnico MG-12545/D

## UHE MAUÁ

10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS				
<b>POPULAÇÃO ATINGIDA (N° HABITANTES):</b>		<b>FAMILIAS ATINGIDAS:</b>		
URBANA:	0	URBANA:	0	
RURAL:	1.398	RURAL:	377	
TOTAL:	1.398	TOTAL:	377	
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)		SIM	EXTENSÃO:	15 km
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)		SIM	EXTENSÃO:	0,045 km
EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:				
DIRETOS:	1300 a 1500		INDIRETOS:	

11. CRONOGRAMA - PRINCIPAIS FASES				
INÍCIO DAS OBRAS ATÉ O DESVIO DO RIO:	12	meses	PRAZO TOTAL DA OBRA (GERAÇÃO DA ÚLTIMA UNIDADE)	37 meses
DESVIO DO RIO ATÉ O FECHAMENTO:	18	meses		
FECHAMENTO ATÉ GERAÇÃO DA 1ª UNIDADE:	6	meses	MARCO - MONTAGEM ELETROMECAÂNICA (1ª UNIDADE):	12 meses
PRAZO DE GERAÇÃO ENTRE UNIDADES:	2	meses	MARCO - OPERAÇÃO PRIMEIRA UNIDADE:	31 meses

12. ASPECTOS CRÍTICOS DO EMPREENDIMENTO		
NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS ? (sim ou não)	NÃO	
ÁREAS INDUSTRIAIS ATINGIDAS ? (sim ou não)	SIM	
ÁREAS INDÍGENAS ? (sim ou não)	NÃO	
ÁREAS DE QUILOMBOLAS ? (sim ou não)	NÃO	
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ? (sim ou não)	SIM	
ÁREAS DE PESQUISA OU EXPLORAÇÃO MINERAL ? (sim ou não)	SIM	
SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS ? (sim ou não)	SIM	
CAVERNAS ? (sim ou não)	NÃO	
DISPONIBILIDADE HÍDRICA ? (sim ou não)	NÃO	
OUTROS ? (sim ou não)	NÃO	

13. DESCRIÇÃO SOBRE OS OUTROS USOS DA ÁGUA		
NAVEGAÇÃO (sim ou não)	NÃO	
ABASTECIMENTO PÚBLICO (sim ou não)	SIM	
TURISMO LOCAL (sim ou não)	NÃO	
LAZER (sim ou não)	SIM	POUCO SIGNIFICATIVO
OUTROS (sim ou não)	NÃO	

DADOS DE ARRANJO				
14. DESVIO				
TIPO:	TUNEIS	ESCAVAÇÃO COMUM:	97.611	m <sup>3</sup>

## UHE MAUÁ

VAZÃO DE DESVIO:	(TR = 5 ANOS)	2.070	m³/s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	91.110	m³
NÚMERO DE UNIDADES:		2	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	49.740	m³
SEÇÃO:		72,3	m²	CONCRETO (CONVENCIONAL):	7.194	m³
COMPRIMENTO:		325	m	ENSECADEIRA:	272.080	m³

### 15. BARRAGEM

TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	CCR/ ENROC. NUCLEO SOLO		CONCRETO CONVENCIONAL:	28.843	m³
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:	700	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	531.790	m³
ENROCAMENTO:	350.023	m³	ESCAVAÇÃO COMUM:	192.558	m³
ATERRO COMPACTADO:	96.023	m³	ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	0	m³
FILTROS E TRANSIÇÕES:	37.842	m³	VOLUME TOTAL:	n/a	m³

### 16. DIQUES

TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	n/a		ATERRO COMPACTADO:	n/a	m³
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):	n/a	m	FILTROS E TRANSIÇÕES:	n/a	m³
ALTURA MÁXIMA:	n/a	m	CONCRETO CONVENCIONAL:	n/a	m³
COTA DA CRISTA:	n/a	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a	m³
ENROCAMENTO:	n/a	m³	VOLUME TOTAL:	n/a	m³

### 17. VERTEDOURO

TIPO:	COM COMPORTAS		CONCRETO (CONVENCIONAL):	36.100	m³
VAZÃO DE PROJETO:	(TR = 10.000 ANOS AMORT.)	7.173	m³/s	COMPORTAS:	
COTA DA SOLEIRA:	618,00	m	TIPO:	SEGMENTO	
COMPRIMENTO TOTAL:	62,3	m	ACIONAMENTO:	SERVOMOTOR HIDRÁULICO	
NÚMERO DE VÃOS:	4	-	LARGURA:	11,4	m
LARGURA DO VÃO:	11,4	m	ALTURA:	17,0	m
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m³	ESTRUTURA DE DISSIPACÃO DE ENERGIA:		
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m³	TIPO:	SALTO DE ESQUI	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m³			

### CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO

CANAL/TÚNEL DE ADUÇÃO:			CONCRETO:	16.187	m³
COMPRIMENTO:	1.949	m	COMPORTAS		
LARGURA / SEÇÃO:	12,2 / 133,5	m / m²	TIPO:	VAGÃO	
ESCAVAÇÃO COMUM:	135.685	m³	ACIONAMENTO:	SERVOMOTOR HIDRÁULICO	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	0	m³	LARGURA:	4,7	m
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	261.700	m³	ALTURA:	6,50	m
CONCRETO:	580	m³	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO		
CÂMARA DE CARGA:			DIÂMETRO INTERNO:	n/a	m

## UHE MAUÁ

ÁREA SUPERFICIAL:	5.856	m <sup>2</sup>	ALTURA:	n/a	m
SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:	641,65	m	<b>CONDUTO/TÚNEL FORÇADO</b>		
DEPLEÇÃO MÁXIMA:	621,20	m	NÚMERO DE UNIDADES:	3	-
<b>TOMADA D'ÁGUA:</b>			DIÂMETRO INTERNO:	5,9 / 5,0	m
TIPO:	CONVENCIONAL		COMPRIMENTO MÉDIO:	360	m
COMPRIMENTO TOTAL:	21,00/27,75	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m <sup>3</sup>
NÚMERO DE VÃOS:	1/3	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	47890	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO COMUM:	590.310	m <sup>3</sup>	CONCRETO:	11.800	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	263.856	m <sup>3</sup>	TRECHO BLINDADO:	945	t
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>			

### 19. CASA DE FORÇA

TIPO:	ABRIGADA		ESCAVAÇÃO COMUM:	218.811	m <sup>3</sup>
NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	226.842	m <sup>3</sup>
LARGURA DOS BLOCOS:	28,25	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>
ALTURA DOS BLOCOS:	47,75	m	CONCRETO:	24.775	m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:	16,00	m			

### 20. OBRAS ESPECIAIS

TIPO:	n/a		ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m <sup>3</sup>	CONCRETO CONVENCIONAL:	n/a	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m <sup>3</sup>	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a	m <sup>3</sup>

### 21 . VOLUMES TOTAIS

ESCAVAÇÃO COMUM:	1.099.290	m <sup>3</sup>	ENROCAMENTO:	350.023	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	581.808	m <sup>3</sup>	ATERRO COMPACTADO:	96.302	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	359.330	m <sup>3</sup>	CONCRETO CONVENCIONAL:	105.292	m <sup>3</sup>
SOLO:	272.080	m <sup>3</sup>	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	531.790	m <sup>3</sup>

### 22. OBSERVAÇÕES

--	--	--	--	--	--

### 23. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA FICHA-RESUMO

- 1) A ficha deverá ser integralmente preenchida pelo interessado. Nos campos onde não se aplicar determinada informação, indicar "n/a";
- 2) Durante o preenchimento deverão ser observadas as unidades estabelecidas em cada campo;
- 3) As informações a serem inseridas deverão ser compatíveis com as constantes dos estudos de viabilidade e/ou projetos básicos (texto e desenhos) entregues a ANEEL;
- 4) O valor de potência instalada da usina deverá atender a expressão: Potência Instalada = (nº de unidades) x (potência unitária nominal dos geradores em kVA) x (fator de potência);
- 5) Não deverão ser inseridas ou excuídas linhas. Preencher apenas os campos preestabelecidos; e
- 6) Todas as folhas da ficha resumo deverão ser assinadas e carimbadas pelo responsável técnico do estudo / projeto.

# UHE MAUÁ



## FICHA-RESUMO - PROJETO BÁSICO

NOME DA USINA:	UHE MAUÁ - CURCUILO DE GERAÇÃO COMPLEMENTAR			DATA:	30/10/07
ETAPA:	PROJETO BÁSICO			POT. (MW):	11
NOME DO(S) INTERESSADO(S):	CONSÓRCIO ENERGÉTICO CRUZEIRO DO SUL				
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):	SERGIO LUIZ LAMY - lamy@copel.com	TEL.:	(41) 3076 4202	FAX:	(41) 3076 4202
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):	CONSÓRCIO UHE MAUÁ				
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):	JOSÉ HENRIQUE RODRIGUEZ LOPES - jhrl@vlb.com.br	TEL.:	(41) 3219 7251	FAX:	(41) 3352 2170

### 1. LOCALIZAÇÃO

RIO:	TIBAGI	BACIA:	PARANÁ	SUB-BACIA:	64	DISTÂNCIA DA FOZ:	236	km
MUNICÍPIO(S):	TELÊMACO BORBA	UF:	PR	MUNICÍPIO(S):	TELÊMACO BORBA	UF:	PR	
(BARRAGEM)	ORTIGUEIRA E TELÊMACO BORBA	UF:	PR	(C.DE FORÇA)	TELÊMACO BORBA	UF:	PR	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA BARRAGEM:</b>								
LATITUDE:	24	graus	3	minutos	48	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):	S
LONGITUDE:	50	graus	42	minutos	5	segundos	OESTE (W)	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA CASA DE FORÇA:</b>								
LATITUDE:	24	graus	3	minutos	48	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):	S
LONGITUDE:	50	graus	42	minutos	5	segundos	OESTE (W)	

### 2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:		ZONA:	22-J	DATUM:	SAD-69	MC:	-
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:		DATA:	1967	ESCALA:	1:100.000	FONTE:	DSG
FOTOS AÉREAS:		DATA:	ago/02	ESCALA:	1:25.000 / 1:8.000	FONTE:	CNEC
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAFÉTRICA:		ESCALA:	1:10.000/1:2.000				

### 3. HIDROMETEOROLOGIA

<b>POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:</b>									
TIPO:	FSQ	CÓD.:	64465000	ENTIDADE:	ANA/SUDERHSA	NOME:	TIBAGI	AD (em km²):	8.948
TIPO:	FRT	CÓD.:	64482000	ENTIDADE:	CESP/SUDERHSA	NOME:	TEL BORBA	AD (em km²):	14.000
TIPO:	FRS	CÓD.:	64491000	ENTIDADE:	ANA/SUDERHSA	NOME:	B. RIB.ANTAS	AD (em km²):	15.600
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		AD (em km²):	
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		AD (em km²):	
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		AD (em km²):	



## UHE MAUÁ

VAZÕES MÉDIAS MENSAS (m³/s) – PERÍODO:				TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL):							
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAS (m³/s):											
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %
PRECIP. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
EVAPOR. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:				(DE JAN/1954 A DEZ/2004)							
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
PREC. MÉDIA ANUAL:					mm	VAZÃO MLT – PERÍODO:					m³/s
EVAP. MÉDIA ANUAL:					mm	VAZÃO FIRME					m³/s
EVAP. MÉDIA MENSAL:					mm	VAZÃO MÁX. REGISTRADA					m³/s
ÁREA DE DRENAGEM:					km²	VAZÃO MÍN. REGISTRADA					m³/s

### 4. RESERVATÓRIO

<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>			CRISTA DA BARRAGEM:		637,50	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	1.000	anos	ALTURA DA BARRAGEM		78,00	m
PERÍMETRO:	426,6	km	<b>VOLUMES</b>			
COMPRIMENTO:	79.970	m	No NA MÁX. NORMAL:		2.137	x10 <sup>6</sup> m³
PROFUNDIDADE MÉDIA:	25,5	m	No NA MÍN. NORMAL:		1.473	x10 <sup>6</sup> m³
PROFUNDIDADE MÁXIMA:	77,5	m	ÚTIL:		664	x10 <sup>6</sup> m³
TEMPO DE FORMAÇÃO:	125	dias	<b>ÁREAS (INCLUÍDO CALHA DO RIO)</b>			
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	88,6	dias	NA MÁX. NORMAL:		83,9	km²
<b>NÍVEIS DE MONTANTE</b>			NA MÁX. MAXIMORUM:		87,0	km²
NA MÁX. NORMAL:	635,00	m	NA MÍN. NORMAL:		64,7	km²
NA MÁX. MAXIMORUM:	636,50	m	<b>VIDA ÚTIL</b>			
NA MÍN. NORMAL:	626,00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):		>1.000	anos
<b>NÍVEIS DE JUSANTE</b>			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):		1.000	anos
NA NORMAL de JUSANTE:	565,95	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE		560.327	t / ano
NA MÁX. de JUSANTE:	573,61	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS		n/a	mg / l
NA MÍN. de JUSANTE:	565,95	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS		36,3	t / km².ano

0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

225/232

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES  
Resp. Técnico MG-12545/D

## UHE MAUÁ

ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km²) - NO NA MÁX MAXIMORUM				
MUNICÍPIO (S)	UF	SUBTRAÍDA A CALHA DO RIO	NA CALHA DO RIO	TOTAL
ORTIGUEIRA	PR	3.794	706	4.500
TELÉMAGO BORBA	PR	3.406	794	4.200

CURVAS						PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA			
PONTOS DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME DO RESERVATÓRIO						PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA			
COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	N.A.JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)	N.A.JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)
565	0	0	610	36,2	687	565,9	5,77	567,0	450
570	0,57	0,95	620	51,9	1.121	566,0	29,99	568,0	770
580	8,87	41,1	630	72,9	1.745	566,1	64,55	568,5	1.000
590	17,80	169,0	635	83,9	2.137	566,2	106,92	569,1	1.500
600	25,30	385,0	640	94,1	2.582	566,3	155,88	569,5	2.000

POLINÔMIOS											
VOLUME x COTA (RESERVATÓRIO)						VAZÃO X N.A.JUSANTE (CANAL DE FUGA)					
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4	COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	5,89E+02	3,37E-02	-1,07E-05	1,49E-09	0,00E+00		VALOR	5,66E+02	1,37E-03	3,77E-06	-3,77E-09
COTA X ÁREA (RESERVATÓRIO)						COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	-1.224,2679	2,0600569	-4,41591E-08	0	0		VALOR	5,66E+02	1,37E-03	3,77E-06	-3,77E-09

5. TURBINAS					
TIPO:			VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:	9,4	m³/s
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:	18,8	m³/s
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	5.640	kW	VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:	-	m³/s
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	514,3	r.p.m.	RENDIMENTO MÁXIMO:	92,5	%
QUEDA DE REFERÊNCIA:	66,86	m	PESO TOTAL POR UNIDADE:	52	kN

6. GERADORES					
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	FATOR DE POTÊNCIA:	0,9	-
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	6.200	kVA	97,5	98,8	%
TENSÃO NOMINAL:	13,8	kV	PESO DO ROTOR:	160	kN

## UHE MAUÁ

7. INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE INTERESSE RESTRITO À CENTRAL GERADORA (INDICATIVA)					
SUBESTAÇÃO ELEVATÓRIA - DADOS DO TRANSFORMADOR			TIPO (S.E. ou SECÇÃO L.T.):	SE	
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	MUNICÍPIO:		
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	12.400	kVA	UF:		
TENSÃO ENR. PRIM.:	13,8	kV	NOME:		
TENSÃO ENR. SEC.:	34,5	kV	CONCESSIONÁRIA:		
<u>LINHA DE TRANSMISSÃO</u>			<u>SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)</u>		
MUNICÍPIO (S):			NÚMERO DE UNIDADES:	1	-
UF (S):			POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	12.400	kVA
EXTENSÃO:	3,5	km	TENSÃO ENR. PRIM.:	34,5	kV
TENSÃO:	34,5	kV	TENSÃO ENR. SEC.:	230	kV
CIRCUITO (Simples ou Duplo):	SIMPLES		<u>SECÇÃO DE L.T. (QUANDO APLICÁVEL)</u>		
<u>PONTO DE CONEXÃO:</u>			TENSÃO		kV
A CONSTRUIR ? (sim ou não):			CIRCUITO (Simples ou Duplo):		

8. ESTUDOS ENERGÉTICOS					
QUEDA BRUTA:	69,05	m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:	0	m³/s
PERDA HIDRÁULICA:	2,22		ENERGIA GERADA:	9,99	MW médios
FATOR DE INDISP. FORÇADA:	2,5	%	ENERGIA FIRME:	9,93	MW médios
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA:	6,75	-	PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)	0,566	MW / m³/s
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	89,21	%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)	0,659	MW / m³/s
VAZÃO REMANESCENTE:		m³/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)	0,514	MW / m³/s

9. CUSTOS										
OBRAS CIVIS:		X 10³ R\$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO:		X 10³ R\$					
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:		X 10³ R\$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:		X 10³ R\$					
MEIO AMBIENTE:		X 10³ R\$	JUROS ANUAIS:		%					
OUTROS CUSTOS:		X 10³ R\$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:		anos					
CUSTO DIRETO TOTAL:		X 10³ R\$	O & M:		R\$/MWh					
CUSTOS INDIRETOS:		X 10³ R\$	CUSTO DA ENERGIA GERADA:		R\$/MWh					
CUSTO TOTAL S/ JDC:		X 10³ R\$	DATA DE REFERÊNCIA:							
CUSTO TOTAL C/ JDC:	(JDC = %)	X 10³ R\$	TAXA DE CÂMBIO:		R\$/US\$					
<u>CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (% DO CUSTO TOTAL S/ JDC)</u>										
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
USINA (%)										
SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)										

0706-MA-RT-300-00-001-R1(1)

227/232

JOSÉ HENRIQUE RODRIGUES LOPES  
Resp. Técnico MG-12545/D

## UHE MAUÁ

10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS				
POPULAÇÃO ATINGIDA (N° HABITANTES):		FAMILIAS ATINGIDAS:		
URBANA:		URBANA:		
RURAL:		RURAL:		
TOTAL:		TOTAL:		
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)			EXTENSÃO:	km
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)			EXTENSÃO:	km
EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:				
DIRETOS:	1300 a 1500	INDIRETOS:		

11. CRONOGRAMA - PRINCIPAIS FASES				
INÍCIO DAS OBRAS ATÉ O DESVIO DO RIO:	14	meses	PRAZO TOTAL DA OBRA (GERAÇÃO DA ÚLTIMA UNIDADE)	35 meses
DESVIO DO RIO ATÉ O FECHAMENTO:	10	meses		
FECHAMENTO ATÉ GERAÇÃO DA 1ª UNIDADE:	7	meses	MARCO - MONTAGEM ELETROMECAÂNICA (1ª UNIDADE):	12 meses
PRAZO DE GERAÇÃO ENTRE UNIDADES:	2	meses	MARCO - OPERAÇÃO PRIMEIRA UNIDADE:	31 meses

12. ASPECTOS CRÍTICOS DO EMPREENDIMENTO		
NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS ? (sim ou não)	NÃO	
ÁREAS INDUSTRIAIS ATINGIDAS ? (sim ou não)	SIM	
ÁREAS INDÍGENAS ? (sim ou não)	NÃO	
ÁREAS DE QUILOMBOLAS ? (sim ou não)	NÃO	
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ? (sim ou não)	SIM	
ÁREAS DE PESQUISA OU EXPLORAÇÃO MINERAL ? (sim ou não)	SIM	
SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS ? (sim ou não)	SIM	
CAVERNAS ? (sim ou não)	NÃO	
DISPONIBILIDADE HÍDRICA ? (sim ou não)	NÃO	
OUTROS ? (sim ou não)	NÃO	

13. DESCRIÇÃO SOBRE OS OUTROS USOS DA ÁGUA		
NAVEGAÇÃO (sim ou não)	NÃO	
ABASTECIMENTO PÚBLICO (sim ou não)	SIM	
TURISMO LOCAL (sim ou não)	NÃO	
LAZER (sim ou não)	SIM	POUCO SIGNIFICATIVO
OUTROS (sim ou não)	NÃO	

**UHE MAUÁ**

**DADOS DE ARRANJO**

**14. DESVIO**

TIPO:		ESCAVAÇÃO COMUM:		m <sup>3</sup>
VAZÃO DE DESVIO:		m <sup>3</sup> /s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	m <sup>3</sup>
NÚMERO DE UNIDADES:		-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	m <sup>3</sup>
SEÇÃO:		m <sup>2</sup>	CONCRETO (CONVENCIONAL):	m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO:		m	ENSECADEIRA:	m <sup>3</sup>

**15. BARRAGEM**

TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:		CONCRETO CONVENCIONAL:		m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:		m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	m <sup>3</sup>
ENROCAMENTO:		m <sup>3</sup>	ESCAVAÇÃO COMUM:	m <sup>3</sup>
ATERRO COMPACTADO:		m <sup>3</sup>	ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	m <sup>3</sup>
FILTROS E TRANSIÇÕES:		m <sup>3</sup>	VOLUME TOTAL:	m <sup>3</sup>

**16. DIQUES**

TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:		ATERRO COMPACTADO:		m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):		m	FILTROS E TRANSIÇÕES:	m <sup>3</sup>
ALTURA MÁXIMA:		m	CONCRETO CONVENCIONAL:	m <sup>3</sup>
COTA DA CRISTA:		m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	m <sup>3</sup>
ENROCAMENTO:		m <sup>3</sup>	VOLUME TOTAL:	m <sup>3</sup>

**17. VERTEDOURO**

TIPO:		CONCRETO (CONVENCIONAL):		m <sup>3</sup>
VAZÃO DE PROJETO:		m <sup>3</sup> /s	<u>COMPORTAS:</u>	
COTA DA SOLEIRA:		m	TIPO:	
COMPRIMENTO TOTAL:		m	ACIONAMENTO:	
NÚMERO DE VÃOS:		-	LARGURA:	m
LARGURA DO VÃO:		m	ALTURA:	m
ESCAVAÇÃO COMUM:		m <sup>3</sup>	<u>ESTRUTURA DE DISSIPACÃO DE ENERGIA:</u>	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		m <sup>3</sup>	TIPO:	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		m <sup>3</sup>		

**CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO**

<u>CANAL/TÚNEL DE ADUÇÃO:</u>		CONCRETO:	489	m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO:		m	<u>COMPORTAS</u>	
LARGURA / SEÇÃO:		m / m <sup>2</sup>	TIPO:	ENSECADEIRA
ESCAVAÇÃO COMUM:		m <sup>3</sup>	ACIONAMENTO:	VIGA PESCADORA

## UHE MAUÁ

ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		m <sup>3</sup>	LARGURA:	3,0	m
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:		m <sup>3</sup>	ALTURA:	3,0	m
CONCRETO:		m <sup>3</sup>	<u>CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO</u>		
<u>CÂMARA DE CARGA:</u>			DIÂMETRO INTERNO:		m
ÁREA SUPERFICIAL:		m <sup>2</sup>	ALTURA:		m
SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:		m	<u>CONDUTO/TÚNEL FORÇADO</u>		
DEPLEÇÃO MÁXIMA:		m	NÚMERO DE UNIDADES:	1	-
<u>TOMADA D'ÁGUA:</u>			DIÂMETRO INTERNO:	2,5	m
TIPO:	CONCRETO - ALIVIADA		COMPRIMENTO MÉDIO:	130	m
COMPRIMENTO TOTAL:	5	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m <sup>3</sup>
NÚMERO DE VÃOS:	1	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m <sup>3</sup>	CONCRETO:	n/a	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m <sup>3</sup>	TRECHO BLINDADO:	93	t
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>			

### 19. CASA DE FORÇA

TIPO:	ABRIGADA		ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m <sup>3</sup>
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	19.016	m <sup>3</sup>
LARGURA DOS BLOCOS:	11,6	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m <sup>3</sup>
ALTURA DOS BLOCOS:	27,45	m	CONCRETO:	3.800	m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:	21,25	m			

### 20. OBRAS ESPECIAIS

TIPO:			ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO COMUM:		m <sup>3</sup>	CONCRETO CONVENCIONAL:		m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		m <sup>3</sup>	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:		m <sup>3</sup>

### 21 . VOLUMES TOTAIS

ESCAVAÇÃO COMUM:	0	m <sup>3</sup>	ENROCAMENTO:	0	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	19.016	m <sup>3</sup>	ATERRO COMPACTADO:	0	m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	0	m <sup>3</sup>	CONCRETO CONVENCIONAL:	4.289	m <sup>3</sup>
SOLO:	0	m <sup>3</sup>	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	0	m <sup>3</sup>

### 22. OBSERVAÇÕES

--	--	--	--	--	--

### 23. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA FICHA-RESUMO

- 1) A ficha deverá ser integralmente preenchida pelo interessado. Nos campos onde não se aplicar determinada informação, indicar "n/a";
- 2) Durante o preenchimento deverão ser observadas as unidades estabelecidas em cada campo;
- 3) As informações a serem inseridas deverão ser compatíveis com as constantes dos estudos de viabilidade e/ou projetos básicos (texto e desenhos) entregues a ANEEL;
- 4) O valor de potência instalada da usina deverá atender a expressão: Potência Instalada = (nº de unidades) x (potência unitária nominal dos geradores em kVA) x (fator de potência);
- 5) Não deverão ser inseridas ou excuídas linhas. Preencher apenas os campos preestabelecidos; e



**UHE MAUÁ**

6) Todas as folhas da ficha resumo deverão ser assinadas e carimbadas pelo responsável técnico do estudo / projeto.

**15. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

CNEC, UHE Máua – Estudos de Viabilidade – Relatório Final – Texto - VMAU/GE.00/RL.0001–R0, 11/09/2004.

CNEC, UHE Máua – Estudos de Viabilidade – Relatório Final – Adendo 3 – Revisão dos Estudos de Viabilidade – Volume 1 – Texto - VMAU/GE.00/RL.0005 –R0, 08/12/2005.

CEHPAR/ LACTEC, Estudos hidrometeorológicos e Energéticos para as UHEs Baixo Iguaçu, Mauá e Telêmaco Borba – Estudos Hidrometeorológicos para a UHE Mauá – 08/08/2005.

ELETROBRÁS, ANEEL, MME; Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, Setembro/1999.

LEVIS, P., Aproveitamentos hidrelétricos do rio Tibagi em rochas sedimentares – Análise preliminar de suas características geológico-geotécnicas. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília. Brasília, 1988.

## UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá)

### I CLASSIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO

#### 1.1 Quanto à Disponibilidade de Documentação Cartográfica

DADOS BÁSICOS	CARTOGRAFIA DE PROJETO		CARTOGRAFIA ATUAL	
	AREA SECA	AREA UMIDA (RIO)	AREA SECA	AREA UMIDA (RIO)
Analógico / digital	Altimetria Digital	Sem batimetria	Altimetria Digital	Sem batimetria
<b>Cenário Cartográfico 02</b>				

#### 1.2 Quanto ao Potencial de Sedimentos

##### 1.2.1 Potencial de Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica

DSM =	560.108	t/ano
Ad =	15.423	km <sup>2</sup>
PSS =	36	t/km <sup>2</sup> /ano
<b>Médio Potencial</b>	<b>2</b>	

##### 1.2.2 Posição do reservatório na cascata

Reservatório de cabeceira (jusante de reserv. fio d'água)	
<b>Média suscetibilidade ao assoreamento</b>	<b>2</b>

##### 1.2.3 Regime de operação do reservatório

IR = Volume útil / Vazão Turbinada Média

Volume útil =	664,00	hm <sup>3</sup>
Vazão Turbinada Média =	189,01	m <sup>3</sup> /s
IR =	41	dias
<b>Média suscetibilidade</b>	<b>2</b>	

##### 1.2.4 Magnitude e importância dos efeitos do assoreamento

Ortigueira	21.783	hab	Estimada 2021 - Censo IBGE 2010
Telêmaco Borba	80.588	hab	Estimada 2021 - Censo IBGE 2010
<b>Baixa externalidade</b>	<b>1</b>		

##### 1.2.5 Determinação do nível de criticidade

NC = (Pss+Prc+4Ror+MI)/21

<b>NC =</b>	<b>0,62</b>
<b>Classe 2 - Nível de Criticidade Média</b>	

#### 1.3 Enquadramento do Empreendimento na Matriz Potencial de Sedimentos x Disponibilidade de Documentação Cartográfica

Classes de Criticidade	Tipologia dos Reservatórios		
	Cenário Cartográfico		
	1	2	3
Classe 01	A	B	C
<b>Classe 02</b>	A	<b>B1</b>	C
Classe 03	A	B2	C

### II IMPLANTAÇÃO DAS SEÇÕES DE CONTROLE

#### 2.1 Localização

2 locais distintos

#### 2.2 Quantidade

2 conjuntos com 3 seções de controle

### III ESTIMATIVA DO NÚMERO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS

#### 3.1 Número de Seções Transversais de referência

$$\text{Est (km)} = (0,35 \cdot A)^{0,35} / D$$

Sendo:

Est = Equidistância das seções topobatimétricas transversais - em km

A = Área do reservatório no N.A. Máx. Normal - em ha

D = Extensão do reservatório - em km

<b>A =</b>	8390	ha
<b>D =</b>	80	km
<b>Est =</b>	0,10	km
<b>Número de seções batimétricas transversais</b>	<b>800</b>	

#### 3.2 Número de Seções Longitudinais

Est	0,3	m
Largura do reservatório	?	Variável
<b>Número de seções batimétricas longitudinais</b>	<b>?</b>	<b>Variável</b>

#### 3.3 Número de seções batimétricas a serem levantadas de acordo com o enquadramento do empreendimento

<b>50% das seções transversais</b>	<b>400</b>
------------------------------------	------------

### IV PLANO DE TRABALHO

#### 4.1 Planejamento da Execução do Levantamento

Implantar Rede de Vértices Geodésicos (RVG)

Realizar Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto

Mapear a Área Molhada do Reservatório

Mapear a Área Seca do Reservatório (já realizado)

Implantar seções topobatimétricas de controle (revitalizar seções existentes)

**VLB-MA-RT-300-00-001-R1 - "UHE Mauá – Projeto Básico Consolidado - VOLUME 1 DE 2 - TEXTOS". A descarga sólida média anual afluenta foi calculada em 560.108 t/ano, para uma área**

#### 4.2 Execução do Levantamento em Campo

Implantar Rede de Vértices Geodésicos (RVG)

Realizar Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto

Mapear a Área Molhada do Reservatório

Mapear da Área Seca do Reservatório (já realizado)

Implantar seções topobatimétricas de controle (revitalizar seções existentes)

#### 4.3 Consolidação dos Dados Coletados em Campo

Gerar Modelo Digital do reservatório (até a cota do **N.A. Máximo Normal ou Máximo Maximorum**)

#### 4.4 Envio à ANA do relatório Final

Relatório Técnico da Realização do Controle de Qualidade (mapeamento, RVG e MGL)

Mapa contínuo georreferenciado no sistema SIRGAS 2000

Modelo Digital do Terreno (MDT).

Relatório de realização do levantamento batimétrico

Plano de monitoramento de sedimento do reservatório

Relatório de realização dos serviços de monitoramento sedimentométrico











TABELA ORIGINAL (VOLUME TOTAL)

COTA (m)	VOLUME (hm <sup>3</sup> )	COTA (m)	VOLUME (hm <sup>3</sup> )
565,00	0,00	625,00	1407,00
570,00	0,95	626,00	1470,00
575,00	10,50	627,00	1536,00
580,00	41,10	628,00	1603,00
585,00	94,00	629,00	1673,00
590,00	169,00	630,00	1745,00
595,00	267,00	631,00	1819,00
600,00	385,00	632,00	1895,00
605,00	522,00	633,00	1974,00
610,00	687,00	634,00	2054,00
615,00	884,00	635,00	2137,00
620,00	1121,00	636,00	2222,00
621,00	1174,00	637,00	2309,00
622,00	1229,00	638,00	2398,00
623,00	1287,00	639,00	2489,00
624,00	1346,00	640,00	2582,00

NIVEIS (m)

MINIMO OPERATIVO	=	626,00
MAXIMO NORMAL	=	635,00
MAXIMO MAXIMORUM	=	636,50
COROAMENTO	=	637,50

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
565,00		0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
565,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
565,20	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
565,30	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
565,40	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
565,50	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
565,60	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13
565,70	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
565,80	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
565,90	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19
566,00	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21
566,10	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
566,20	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25
566,30	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
566,40	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
566,50	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30
566,60	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32
566,70	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
566,80	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36
566,90	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38
567,00	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40
567,10	0,40	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42
567,20	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44
567,30	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
567,40	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
567,50	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
567,60	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51
567,70	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53
567,80	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55
567,90	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57
568,00	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59
568,10	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61
568,20	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63
568,30	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
568,40	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
568,50	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68
568,60	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70
568,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
568,80	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74
568,90	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
569,00	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78
569,10	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,80
569,20	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82
569,30	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
569,40	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
569,50	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87
569,60	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89
569,70	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91
569,80	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93
569,90	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95
570,00	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10	1,12
570,10	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29	1,31
570,20	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	1,48	1,50
570,30	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69
570,40	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,81	1,83	1,85	1,87	1,89
570,50	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08
570,60	2,10	2,12	2,13	2,15	2,17	2,19	2,21	2,23	2,25	2,27
570,70	2,29	2,31	2,33	2,34	2,36	2,38	2,40	2,42	2,44	2,46
570,80	2,48	2,50	2,52	2,54	2,55	2,57	2,59	2,61	2,63	2,65
570,90	2,67	2,69	2,71	2,73	2,75	2,76	2,78	2,80	2,82	2,84
571,00	2,86	2,88	2,90	2,92	2,94	2,96	2,97	2,99	3,01	3,03
571,10	3,05	3,07	3,09	3,11	3,13	3,15	3,17	3,18	3,20	3,22
571,20	3,24	3,26	3,28	3,30	3,32	3,34	3,36	3,38	3,39	3,41
571,30	3,43	3,45	3,47	3,49	3,51	3,53	3,55	3,57	3,59	3,60
571,40	3,62	3,64	3,66	3,68	3,70	3,72	3,74	3,76	3,78	3,80
571,50	3,81	3,83	3,85	3,87	3,89	3,91	3,93	3,95	3,97	3,99
571,60	4,01	4,03	4,04	4,06	4,08	4,10	4,12	4,14	4,16	4,18
571,70	4,20	4,22	4,24	4,25	4,27	4,29	4,31	4,33	4,35	4,37
571,80	4,39	4,41	4,43	4,45	4,46	4,48	4,50	4,52	4,54	4,56
571,90	4,58	4,60	4,62	4,64	4,66	4,67	4,69	4,71	4,73	4,75
572,00	4,77	4,79	4,81	4,83	4,85	4,87	4,88	4,90	4,92	4,94
572,10	4,96	4,98	5,00	5,02	5,04	5,06	5,08	5,09	5,11	5,13
572,20	5,15	5,17	5,19	5,21	5,23	5,25	5,27	5,29	5,30	5,32
572,30	5,34	5,36	5,38	5,40	5,42	5,44	5,46	5,48	5,50	5,51
572,40	5,53	5,55	5,57	5,59	5,61	5,63	5,65	5,67	5,69	5,71
572,50	5,72	5,74	5,76	5,78	5,80	5,82	5,84	5,86	5,88	5,90
572,60	5,92	5,94	5,95	5,97	5,99	6,01	6,03	6,05	6,07	6,09
572,70	6,11	6,13	6,15	6,16	6,18	6,20	6,22	6,24	6,26	6,28
572,80	6,30	6,32	6,34	6,36	6,37	6,39	6,41	6,43	6,45	6,47
572,90	6,49	6,51	6,53	6,55	6,57	6,58	6,60	6,62	6,64	6,66

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
573,00	6,68	6,70	6,72	6,74	6,76	6,78	6,79	6,81	6,83	6,85
573,10	6,87	6,89	6,91	6,93	6,95	6,97	6,99	7,00	7,02	7,04
573,20	7,06	7,08	7,10	7,12	7,14	7,16	7,18	7,20	7,21	7,23
573,30	7,25	7,27	7,29	7,31	7,33	7,35	7,37	7,39	7,41	7,42
573,40	7,44	7,46	7,48	7,50	7,52	7,54	7,56	7,58	7,60	7,62
573,50	7,63	7,65	7,67	7,69	7,71	7,73	7,75	7,77	7,79	7,81
573,60	7,83	7,85	7,86	7,88	7,90	7,92	7,94	7,96	7,98	8,00
573,70	8,02	8,04	8,06	8,07	8,09	8,11	8,13	8,15	8,17	8,19
573,80	8,21	8,23	8,25	8,27	8,28	8,30	8,32	8,34	8,36	8,38
573,90	8,40	8,42	8,44	8,46	8,48	8,49	8,51	8,53	8,55	8,57
574,00	8,59	8,61	8,63	8,65	8,67	8,69	8,70	8,72	8,74	8,76
574,10	8,78	8,80	8,82	8,84	8,86	8,88	8,90	8,91	8,93	8,95
574,20	8,97	8,99	9,01	9,03	9,05	9,07	9,09	9,11	9,12	9,14
574,30	9,16	9,18	9,20	9,22	9,24	9,26	9,28	9,30	9,32	9,33
574,40	9,35	9,37	9,39	9,41	9,43	9,45	9,47	9,49	9,51	9,53
574,50	9,54	9,56	9,58	9,60	9,62	9,64	9,66	9,68	9,70	9,72
574,60	9,74	9,76	9,77	9,79	9,81	9,83	9,85	9,87	9,89	9,91
574,70	9,93	9,95	9,97	9,98	10,00	10,02	10,04	10,06	10,08	10,10
574,80	10,12	10,14	10,16	10,18	10,19	10,21	10,23	10,25	10,27	10,29
574,90	10,31	10,33	10,35	10,37	10,39	10,40	10,42	10,44	10,46	10,48
575,00	10,50	10,56	10,62	10,68	10,74	10,81	10,87	10,93	10,99	11,05
575,10	11,11	11,17	11,23	11,30	11,36	11,42	11,48	11,54	11,60	11,66
575,20	11,72	11,79	11,85	11,91	11,97	12,03	12,09	12,15	12,21	12,27
575,30	12,34	12,40	12,46	12,52	12,58	12,64	12,70	12,76	12,83	12,89
575,40	12,95	13,01	13,07	13,13	13,19	13,25	13,32	13,38	13,44	13,50
575,50	13,56	13,62	13,68	13,74	13,80	13,87	13,93	13,99	14,05	14,11
575,60	14,17	14,23	14,29	14,36	14,42	14,48	14,54	14,60	14,66	14,72
575,70	14,78	14,85	14,91	14,97	15,03	15,09	15,15	15,21	15,27	15,33
575,80	15,40	15,46	15,52	15,58	15,64	15,70	15,76	15,82	15,89	15,95
575,90	16,01	16,07	16,13	16,19	16,25	16,31	16,38	16,44	16,50	16,56
576,00	16,62	16,68	16,74	16,80	16,86	16,93	16,99	17,05	17,11	17,17
576,10	17,23	17,29	17,35	17,42	17,48	17,54	17,60	17,66	17,72	17,78
576,20	17,84	17,91	17,97	18,03	18,09	18,15	18,21	18,27	18,33	18,39
576,30	18,46	18,52	18,58	18,64	18,70	18,76	18,82	18,88	18,95	19,01
576,40	19,07	19,13	19,19	19,25	19,31	19,37	19,44	19,50	19,56	19,62
576,50	19,68	19,74	19,80	19,86	19,92	19,99	20,05	20,11	20,17	20,23
576,60	20,29	20,35	20,41	20,48	20,54	20,60	20,66	20,72	20,78	20,84
576,70	20,90	20,97	21,03	21,09	21,15	21,21	21,27	21,33	21,39	21,45
576,80	21,52	21,58	21,64	21,70	21,76	21,82	21,88	21,94	22,01	22,07
576,90	22,13	22,19	22,25	22,31	22,37	22,43	22,50	22,56	22,62	22,68

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

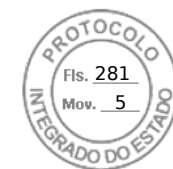
COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
577,00	22,74	22,80	22,86	22,92	22,98	23,05	23,11	23,17	23,23	23,29
577,10	23,35	23,41	23,47	23,54	23,60	23,66	23,72	23,78	23,84	23,90
577,20	23,96	24,03	24,09	24,15	24,21	24,27	24,33	24,39	24,45	24,51
577,30	24,58	24,64	24,70	24,76	24,82	24,88	24,94	25,00	25,07	25,13
577,40	25,19	25,25	25,31	25,37	25,43	25,49	25,56	25,62	25,68	25,74
577,50	25,80	25,86	25,92	25,98	26,04	26,11	26,17	26,23	26,29	26,35
577,60	26,41	26,47	26,53	26,60	26,66	26,72	26,78	26,84	26,90	26,96
577,70	27,02	27,09	27,15	27,21	27,27	27,33	27,39	27,45	27,51	27,57
577,80	27,64	27,70	27,76	27,82	27,88	27,94	28,00	28,06	28,13	28,19
577,90	28,25	28,31	28,37	28,43	28,49	28,55	28,62	28,68	28,74	28,80
578,00	28,86	28,92	28,98	29,04	29,10	29,17	29,23	29,29	29,35	29,41
578,10	29,47	29,53	29,59	29,66	29,72	29,78	29,84	29,90	29,96	30,02
578,20	30,08	30,15	30,21	30,27	30,33	30,39	30,45	30,51	30,57	30,63
578,30	30,70	30,76	30,82	30,88	30,94	31,00	31,06	31,12	31,19	31,25
578,40	31,31	31,37	31,43	31,49	31,55	31,61	31,68	31,74	31,80	31,86
578,50	31,92	31,98	32,04	32,10	32,16	32,23	32,29	32,35	32,41	32,47
578,60	32,53	32,59	32,65	32,72	32,78	32,84	32,90	32,96	33,02	33,08
578,70	33,14	33,21	33,27	33,33	33,39	33,45	33,51	33,57	33,63	33,69
578,80	33,76	33,82	33,88	33,94	34,00	34,06	34,12	34,18	34,25	34,31
578,90	34,37	34,43	34,49	34,55	34,61	34,67	34,74	34,80	34,86	34,92
579,00	34,98	35,04	35,10	35,16	35,22	35,29	35,35	35,41	35,47	35,53
579,10	35,59	35,65	35,71	35,78	35,84	35,90	35,96	36,02	36,08	36,14
579,20	36,20	36,27	36,33	36,39	36,45	36,51	36,57	36,63	36,69	36,75
579,30	36,82	36,88	36,94	37,00	37,06	37,12	37,18	37,24	37,31	37,37
579,40	37,43	37,49	37,55	37,61	37,67	37,73	37,80	37,86	37,92	37,98
579,50	38,04	38,10	38,16	38,22	38,28	38,35	38,41	38,47	38,53	38,59
579,60	38,65	38,71	38,77	38,84	38,90	38,96	39,02	39,08	39,14	39,20
579,70	39,26	39,33	39,39	39,45	39,51	39,57	39,63	39,69	39,75	39,81
579,80	39,88	39,94	40,00	40,06	40,12	40,18	40,24	40,30	40,37	40,43
579,90	40,49	40,55	40,61	40,67	40,73	40,79	40,86	40,92	40,98	41,04
580,00	41,10	41,21	41,31	41,42	41,52	41,63	41,73	41,84	41,95	42,05
580,10	42,16	42,26	42,37	42,48	42,58	42,69	42,79	42,90	43,00	43,11
580,20	43,22	43,32	43,43	43,53	43,64	43,74	43,85	43,96	44,06	44,17
580,30	44,27	44,38	44,49	44,59	44,70	44,80	44,91	45,01	45,12	45,23
580,40	45,33	45,44	45,54	45,65	45,76	45,86	45,97	46,07	46,18	46,28
580,50	46,39	46,50	46,60	46,71	46,81	46,92	47,02	47,13	47,24	47,34
580,60	47,45	47,55	47,66	47,77	47,87	47,98	48,08	48,19	48,29	48,40
580,70	48,51	48,61	48,72	48,82	48,93	49,03	49,14	49,25	49,35	49,46
580,80	49,56	49,67	49,78	49,88	49,99	50,09	50,20	50,30	50,41	50,52
580,90	50,62	50,73	50,83	50,94	51,05	51,15	51,26	51,36	51,47	51,57



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
581,00	51,68	51,79	51,89	52,00	52,10	52,21	52,31	52,42	52,53	52,63
581,10	52,74	52,84	52,95	53,06	53,16	53,27	53,37	53,48	53,58	53,69
581,20	53,80	53,90	54,01	54,11	54,22	54,32	54,43	54,54	54,64	54,75
581,30	54,85	54,96	55,07	55,17	55,28	55,38	55,49	55,59	55,70	55,81
581,40	55,91	56,02	56,12	56,23	56,34	56,44	56,55	56,65	56,76	56,86
581,50	56,97	57,08	57,18	57,29	57,39	57,50	57,60	57,71	57,82	57,92
581,60	58,03	58,13	58,24	58,35	58,45	58,56	58,66	58,77	58,87	58,98
581,70	59,09	59,19	59,30	59,40	59,51	59,61	59,72	59,83	59,93	60,04
581,80	60,14	60,25	60,36	60,46	60,57	60,67	60,78	60,88	60,99	61,10
581,90	61,20	61,31	61,41	61,52	61,63	61,73	61,84	61,94	62,05	62,15
582,00	62,26	62,37	62,47	62,58	62,68	62,79	62,89	63,00	63,11	63,21
582,10	63,32	63,42	63,53	63,64	63,74	63,85	63,95	64,06	64,16	64,27
582,20	64,38	64,48	64,59	64,69	64,80	64,90	65,01	65,12	65,22	65,33
582,30	65,43	65,54	65,65	65,75	65,86	65,96	66,07	66,17	66,28	66,39
582,40	66,49	66,60	66,70	66,81	66,92	67,02	67,13	67,23	67,34	67,44
582,50	67,55	67,66	67,76	67,87	67,97	68,08	68,18	68,29	68,40	68,50
582,60	68,61	68,71	68,82	68,93	69,03	69,14	69,24	69,35	69,45	69,56
582,70	69,67	69,77	69,88	69,98	70,09	70,19	70,30	70,41	70,51	70,62
582,80	70,72	70,83	70,94	71,04	71,15	71,25	71,36	71,46	71,57	71,68
582,90	71,78	71,89	71,99	72,10	72,21	72,31	72,42	72,52	72,63	72,73
583,00	72,84	72,95	73,05	73,16	73,26	73,37	73,47	73,58	73,69	73,79
583,10	73,90	74,00	74,11	74,22	74,32	74,43	74,53	74,64	74,74	74,85
583,20	74,96	75,06	75,17	75,27	75,38	75,48	75,59	75,70	75,80	75,91
583,30	76,01	76,12	76,23	76,33	76,44	76,54	76,65	76,75	76,86	76,97
583,40	77,07	77,18	77,28	77,39	77,50	77,60	77,71	77,81	77,92	78,02
583,50	78,13	78,24	78,34	78,45	78,55	78,66	78,76	78,87	78,98	79,08
583,60	79,19	79,29	79,40	79,51	79,61	79,72	79,82	79,93	80,03	80,14
583,70	80,25	80,35	80,46	80,56	80,67	80,77	80,88	80,99	81,09	81,20
583,80	81,30	81,41	81,52	81,62	81,73	81,83	81,94	82,04	82,15	82,26
583,90	82,36	82,47	82,57	82,68	82,79	82,89	83,00	83,10	83,21	83,31
584,00	83,42	83,53	83,63	83,74	83,84	83,95	84,05	84,16	84,27	84,37
584,10	84,48	84,58	84,69	84,80	84,90	85,01	85,11	85,22	85,32	85,43
584,20	85,54	85,64	85,75	85,85	85,96	86,06	86,17	86,28	86,38	86,49
584,30	86,59	86,70	86,81	86,91	87,02	87,12	87,23	87,33	87,44	87,55
584,40	87,65	87,76	87,86	87,97	88,08	88,18	88,29	88,39	88,50	88,60
584,50	88,71	88,82	88,92	89,03	89,13	89,24	89,34	89,45	89,56	89,66
584,60	89,77	89,87	89,98	90,09	90,19	90,30	90,40	90,51	90,61	90,72
584,70	90,83	90,93	91,04	91,14	91,25	91,35	91,46	91,57	91,67	91,78
584,80	91,88	91,99	92,10	92,20	92,31	92,41	92,52	92,62	92,73	92,84
584,90	92,94	93,05	93,15	93,26	93,37	93,47	93,58	93,68	93,79	93,89



RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
585,00	94,00	94,15	94,30	94,45	94,60	94,75	94,90	95,05	95,20	95,35
585,10	95,50	95,65	95,80	95,95	96,10	96,25	96,40	96,55	96,70	96,85
585,20	97,00	97,15	97,30	97,45	97,60	97,75	97,90	98,05	98,20	98,35
585,30	98,50	98,65	98,80	98,95	99,10	99,25	99,40	99,55	99,70	99,85
585,40	100,00	100,15	100,30	100,45	100,60	100,75	100,90	101,05	101,20	101,35
585,50	101,50	101,65	101,80	101,95	102,10	102,25	102,40	102,55	102,70	102,85
585,60	103,00	103,15	103,30	103,45	103,60	103,75	103,90	104,05	104,20	104,35
585,70	104,50	104,65	104,80	104,95	105,10	105,25	105,40	105,55	105,70	105,85
585,80	106,00	106,15	106,30	106,45	106,60	106,75	106,90	107,05	107,20	107,35
585,90	107,50	107,65	107,80	107,95	108,10	108,25	108,40	108,55	108,70	108,85
586,00	109,00	109,15	109,30	109,45	109,60	109,75	109,90	110,05	110,20	110,35
586,10	110,50	110,65	110,80	110,95	111,10	111,25	111,40	111,55	111,70	111,85
586,20	112,00	112,15	112,30	112,45	112,60	112,75	112,90	113,05	113,20	113,35
586,30	113,50	113,65	113,80	113,95	114,10	114,25	114,40	114,55	114,70	114,85
586,40	115,00	115,15	115,30	115,45	115,60	115,75	115,90	116,05	116,20	116,35
586,50	116,50	116,65	116,80	116,95	117,10	117,25	117,40	117,55	117,70	117,85
586,60	118,00	118,15	118,30	118,45	118,60	118,75	118,90	119,05	119,20	119,35
586,70	119,50	119,65	119,80	119,95	120,10	120,25	120,40	120,55	120,70	120,85
586,80	121,00	121,15	121,30	121,45	121,60	121,75	121,90	122,05	122,20	122,35
586,90	122,50	122,65	122,80	122,95	123,10	123,25	123,40	123,55	123,70	123,85
587,00	124,00	124,15	124,30	124,45	124,60	124,75	124,90	125,05	125,20	125,35
587,10	125,50	125,65	125,80	125,95	126,10	126,25	126,40	126,55	126,70	126,85
587,20	127,00	127,15	127,30	127,45	127,60	127,75	127,90	128,05	128,20	128,35
587,30	128,50	128,65	128,80	128,95	129,10	129,25	129,40	129,55	129,70	129,85
587,40	130,00	130,15	130,30	130,45	130,60	130,75	130,90	131,05	131,20	131,35
587,50	131,50	131,65	131,80	131,95	132,10	132,25	132,40	132,55	132,70	132,85
587,60	133,00	133,15	133,30	133,45	133,60	133,75	133,90	134,05	134,20	134,35
587,70	134,50	134,65	134,80	134,95	135,10	135,25	135,40	135,55	135,70	135,85
587,80	136,00	136,15	136,30	136,45	136,60	136,75	136,90	137,05	137,20	137,35
587,90	137,50	137,65	137,80	137,95	138,10	138,25	138,40	138,55	138,70	138,85
588,00	139,00	139,15	139,30	139,45	139,60	139,75	139,90	140,05	140,20	140,35
588,10	140,50	140,65	140,80	140,95	141,10	141,25	141,40	141,55	141,70	141,85
588,20	142,00	142,15	142,30	142,45	142,60	142,75	142,90	143,05	143,20	143,35
588,30	143,50	143,65	143,80	143,95	144,10	144,25	144,40	144,55	144,70	144,85
588,40	145,00	145,15	145,30	145,45	145,60	145,75	145,90	146,05	146,20	146,35
588,50	146,50	146,65	146,80	146,95	147,10	147,25	147,40	147,55	147,70	147,85
588,60	148,00	148,15	148,30	148,45	148,60	148,75	148,90	149,05	149,20	149,35
588,70	149,50	149,65	149,80	149,95	150,10	150,25	150,40	150,55	150,70	150,85
588,80	151,00	151,15	151,30	151,45	151,60	151,75	151,90	152,05	152,20	152,35
588,90	152,50	152,65	152,80	152,95	153,10	153,25	153,40	153,55	153,70	153,85



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
589,00	154,00	154,15	154,30	154,45	154,60	154,75	154,90	155,05	155,20	155,35
589,10	155,50	155,65	155,80	155,95	156,10	156,25	156,40	156,55	156,70	156,85
589,20	157,00	157,15	157,30	157,45	157,60	157,75	157,90	158,05	158,20	158,35
589,30	158,50	158,65	158,80	158,95	159,10	159,25	159,40	159,55	159,70	159,85
589,40	160,00	160,15	160,30	160,45	160,60	160,75	160,90	161,05	161,20	161,35
589,50	161,50	161,65	161,80	161,95	162,10	162,25	162,40	162,55	162,70	162,85
589,60	163,00	163,15	163,30	163,45	163,60	163,75	163,90	164,05	164,20	164,35
589,70	164,50	164,65	164,80	164,95	165,10	165,25	165,40	165,55	165,70	165,85
589,80	166,00	166,15	166,30	166,45	166,60	166,75	166,90	167,05	167,20	167,35
589,90	167,50	167,65	167,80	167,95	168,10	168,25	168,40	168,55	168,70	168,85
590,00	169,00	169,20	169,39	169,59	169,78	169,98	170,18	170,37	170,57	170,76
590,10	170,96	171,16	171,35	171,55	171,74	171,94	172,14	172,33	172,53	172,72
590,20	172,92	173,12	173,31	173,51	173,70	173,90	174,10	174,29	174,49	174,68
590,30	174,88	175,08	175,27	175,47	175,66	175,86	176,06	176,25	176,45	176,64
590,40	176,84	177,04	177,23	177,43	177,62	177,82	178,02	178,21	178,41	178,60
590,50	178,80	179,00	179,19	179,39	179,58	179,78	179,98	180,17	180,37	180,56
590,60	180,76	180,96	181,15	181,35	181,54	181,74	181,94	182,13	182,33	182,52
590,70	182,72	182,92	183,11	183,31	183,50	183,70	183,90	184,09	184,29	184,48
590,80	184,68	184,88	185,07	185,27	185,46	185,66	185,86	186,05	186,25	186,44
590,90	186,64	186,84	187,03	187,23	187,42	187,62	187,82	188,01	188,21	188,40
591,00	188,60	188,80	188,99	189,19	189,38	189,58	189,78	189,97	190,17	190,36
591,10	190,56	190,76	190,95	191,15	191,34	191,54	191,74	191,93	192,13	192,32
591,20	192,52	192,72	192,91	193,11	193,30	193,50	193,70	193,89	194,09	194,28
591,30	194,48	194,68	194,87	195,07	195,26	195,46	195,66	195,85	196,05	196,24
591,40	196,44	196,64	196,83	197,03	197,22	197,42	197,62	197,81	198,01	198,20
591,50	198,40	198,60	198,79	198,99	199,18	199,38	199,58	199,77	199,97	200,16
591,60	200,36	200,56	200,75	200,95	201,14	201,34	201,54	201,73	201,93	202,12
591,70	202,32	202,52	202,71	202,91	203,10	203,30	203,50	203,69	203,89	204,08
591,80	204,28	204,48	204,67	204,87	205,06	205,26	205,46	205,65	205,85	206,04
591,90	206,24	206,44	206,63	206,83	207,02	207,22	207,42	207,61	207,81	208,00
592,00	208,20	208,40	208,59	208,79	208,98	209,18	209,38	209,57	209,77	209,96
592,10	210,16	210,36	210,55	210,75	210,94	211,14	211,34	211,53	211,73	211,92
592,20	212,12	212,32	212,51	212,71	212,90	213,10	213,30	213,49	213,69	213,88
592,30	214,08	214,28	214,47	214,67	214,86	215,06	215,26	215,45	215,65	215,84
592,40	216,04	216,24	216,43	216,63	216,82	217,02	217,22	217,41	217,61	217,80
592,50	218,00	218,20	218,39	218,59	218,78	218,98	219,18	219,37	219,57	219,76
592,60	219,96	220,16	220,35	220,55	220,74	220,94	221,14	221,33	221,53	221,72
592,70	221,92	222,12	222,31	222,51	222,70	222,90	223,10	223,29	223,49	223,68
592,80	223,88	224,08	224,27	224,47	224,66	224,86	225,06	225,25	225,45	225,64
592,90	225,84	226,04	226,23	226,43	226,62	226,82	227,02	227,21	227,41	227,60



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
593,00	227,80	228,00	228,19	228,39	228,58	228,78	228,98	229,17	229,37	229,56
593,10	229,76	229,96	230,15	230,35	230,54	230,74	230,94	231,13	231,33	231,52
593,20	231,72	231,92	232,11	232,31	232,50	232,70	232,90	233,09	233,29	233,48
593,30	233,68	233,88	234,07	234,27	234,46	234,66	234,86	235,05	235,25	235,44
593,40	235,64	235,84	236,03	236,23	236,42	236,62	236,82	237,01	237,21	237,40
593,50	237,60	237,80	237,99	238,19	238,38	238,58	238,78	238,97	239,17	239,36
593,60	239,56	239,76	239,95	240,15	240,34	240,54	240,74	240,93	241,13	241,32
593,70	241,52	241,72	241,91	242,11	242,30	242,50	242,70	242,89	243,09	243,28
593,80	243,48	243,68	243,87	244,07	244,26	244,46	244,66	244,85	245,05	245,24
593,90	245,44	245,64	245,83	246,03	246,22	246,42	246,62	246,81	247,01	247,20
594,00	247,40	247,60	247,79	247,99	248,18	248,38	248,58	248,77	248,97	249,16
594,10	249,36	249,56	249,75	249,95	250,14	250,34	250,54	250,73	250,93	251,12
594,20	251,32	251,52	251,71	251,91	252,10	252,30	252,50	252,69	252,89	253,08
594,30	253,28	253,48	253,67	253,87	254,06	254,26	254,46	254,65	254,85	255,04
594,40	255,24	255,44	255,63	255,83	256,02	256,22	256,42	256,61	256,81	257,00
594,50	257,20	257,40	257,59	257,79	257,98	258,18	258,38	258,57	258,77	258,96
594,60	259,16	259,36	259,55	259,75	259,94	260,14	260,34	260,53	260,73	260,92
594,70	261,12	261,32	261,51	261,71	261,90	262,10	262,30	262,49	262,69	262,88
594,80	263,08	263,28	263,47	263,67	263,86	264,06	264,26	264,45	264,65	264,84
594,90	265,04	265,24	265,43	265,63	265,82	266,02	266,22	266,41	266,61	266,80
595,00	267,00	267,24	267,47	267,71	267,94	268,18	268,42	268,65	268,89	269,12
595,10	269,36	269,60	269,83	270,07	270,30	270,54	270,78	271,01	271,25	271,48
595,20	271,72	271,96	272,19	272,43	272,66	272,90	273,14	273,37	273,61	273,84
595,30	274,08	274,32	274,55	274,79	275,02	275,26	275,50	275,73	275,97	276,20
595,40	276,44	276,68	276,91	277,15	277,38	277,62	277,86	278,09	278,33	278,56
595,50	278,80	279,04	279,27	279,51	279,74	279,98	280,22	280,45	280,69	280,92
595,60	281,16	281,40	281,63	281,87	282,10	282,34	282,58	282,81	283,05	283,28
595,70	283,52	283,76	283,99	284,23	284,46	284,70	284,94	285,17	285,41	285,64
595,80	285,88	286,12	286,35	286,59	286,82	287,06	287,30	287,53	287,77	288,00
595,90	288,24	288,48	288,71	288,95	289,18	289,42	289,66	289,89	290,13	290,36
596,00	290,60	290,84	291,07	291,31	291,54	291,78	292,02	292,25	292,49	292,72
596,10	292,96	293,20	293,43	293,67	293,90	294,14	294,38	294,61	294,85	295,08
596,20	295,32	295,56	295,79	296,03	296,26	296,50	296,74	296,97	297,21	297,44
596,30	297,68	297,92	298,15	298,39	298,62	298,86	299,10	299,33	299,57	299,80
596,40	300,04	300,28	300,51	300,75	300,98	301,22	301,46	301,69	301,93	302,16
596,50	302,40	302,64	302,87	303,11	303,34	303,58	303,82	304,05	304,29	304,52
596,60	304,76	305,00	305,23	305,47	305,70	305,94	306,18	306,41	306,65	306,88
596,70	307,12	307,36	307,59	307,83	308,06	308,30	308,54	308,77	309,01	309,24
596,80	309,48	309,72	309,95	310,19	310,42	310,66	310,90	311,13	311,37	311,60
596,90	311,84	312,08	312,31	312,55	312,78	313,02	313,26	313,49	313,73	313,96



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
597,00	314,20	314,44	314,67	314,91	315,14	315,38	315,62	315,85	316,09	316,32
597,10	316,56	316,80	317,03	317,27	317,50	317,74	317,98	318,21	318,45	318,68
597,20	318,92	319,16	319,39	319,63	319,86	320,10	320,34	320,57	320,81	321,04
597,30	321,28	321,52	321,75	321,99	322,22	322,46	322,70	322,93	323,17	323,40
597,40	323,64	323,88	324,11	324,35	324,58	324,82	325,06	325,29	325,53	325,76
597,50	326,00	326,24	326,47	326,71	326,94	327,18	327,42	327,65	327,89	328,12
597,60	328,36	328,60	328,83	329,07	329,30	329,54	329,78	330,01	330,25	330,48
597,70	330,72	330,96	331,19	331,43	331,66	331,90	332,14	332,37	332,61	332,84
597,80	333,08	333,32	333,55	333,79	334,02	334,26	334,50	334,73	334,97	335,20
597,90	335,44	335,68	335,91	336,15	336,38	336,62	336,86	337,09	337,33	337,56
598,00	337,80	338,04	338,27	338,51	338,74	338,98	339,22	339,45	339,69	339,92
598,10	340,16	340,40	340,63	340,87	341,10	341,34	341,58	341,81	342,05	342,28
598,20	342,52	342,76	342,99	343,23	343,46	343,70	343,94	344,17	344,41	344,64
598,30	344,88	345,12	345,35	345,59	345,82	346,06	346,30	346,53	346,77	347,00
598,40	347,24	347,48	347,71	347,95	348,18	348,42	348,66	348,89	349,13	349,36
598,50	349,60	349,84	350,07	350,31	350,54	350,78	351,02	351,25	351,49	351,72
598,60	351,96	352,20	352,43	352,67	352,90	353,14	353,38	353,61	353,85	354,08
598,70	354,32	354,56	354,79	355,03	355,26	355,50	355,74	355,97	356,21	356,44
598,80	356,68	356,92	357,15	357,39	357,62	357,86	358,10	358,33	358,57	358,80
598,90	359,04	359,28	359,51	359,75	359,98	360,22	360,46	360,69	360,93	361,16
599,00	361,40	361,64	361,87	362,11	362,34	362,58	362,82	363,05	363,29	363,52
599,10	363,76	364,00	364,23	364,47	364,70	364,94	365,18	365,41	365,65	365,88
599,20	366,12	366,36	366,59	366,83	367,06	367,30	367,54	367,77	368,01	368,24
599,30	368,48	368,72	368,95	369,19	369,42	369,66	369,90	370,13	370,37	370,60
599,40	370,84	371,08	371,31	371,55	371,78	372,02	372,26	372,49	372,73	372,96
599,50	373,20	373,44	373,67	373,91	374,14	374,38	374,62	374,85	375,09	375,32
599,60	375,56	375,80	376,03	376,27	376,50	376,74	376,98	377,21	377,45	377,68
599,70	377,92	378,16	378,39	378,63	378,86	379,10	379,34	379,57	379,81	380,04
599,80	380,28	380,52	380,75	380,99	381,22	381,46	381,70	381,93	382,17	382,40
599,90	382,64	382,88	383,11	383,35	383,58	383,82	384,06	384,29	384,53	384,76
600,00	385,00	385,27	385,55	385,82	386,10	386,37	386,64	386,92	387,19	387,47
600,10	387,74	388,01	388,29	388,56	388,84	389,11	389,38	389,66	389,93	390,21
600,20	390,48	390,75	391,03	391,30	391,58	391,85	392,12	392,40	392,67	392,95
600,30	393,22	393,49	393,77	394,04	394,32	394,59	394,86	395,14	395,41	395,69
600,40	395,96	396,23	396,51	396,78	397,06	397,33	397,60	397,88	398,15	398,43
600,50	398,70	398,97	399,25	399,52	399,80	400,07	400,34	400,62	400,89	401,17
600,60	401,44	401,71	401,99	402,26	402,54	402,81	403,08	403,36	403,63	403,91
600,70	404,18	404,45	404,73	405,00	405,28	405,55	405,82	406,10	406,37	406,65
600,80	406,92	407,19	407,47	407,74	408,02	408,29	408,56	408,84	409,11	409,39
600,90	409,66	409,93	410,21	410,48	410,76	411,03	411,30	411,58	411,85	412,13



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
601,00	412,40	412,67	412,95	413,22	413,50	413,77	414,04	414,32	414,59	414,87
601,10	415,14	415,41	415,69	415,96	416,24	416,51	416,78	417,06	417,33	417,61
601,20	417,88	418,15	418,43	418,70	418,98	419,25	419,52	419,80	420,07	420,35
601,30	420,62	420,89	421,17	421,44	421,72	421,99	422,26	422,54	422,81	423,09
601,40	423,36	423,63	423,91	424,18	424,46	424,73	425,00	425,28	425,55	425,83
601,50	426,10	426,37	426,65	426,92	427,20	427,47	427,74	428,02	428,29	428,57
601,60	428,84	429,11	429,39	429,66	429,94	430,21	430,48	430,76	431,03	431,31
601,70	431,58	431,85	432,13	432,40	432,68	432,95	433,22	433,50	433,77	434,05
601,80	434,32	434,59	434,87	435,14	435,42	435,69	435,96	436,24	436,51	436,79
601,90	437,06	437,33	437,61	437,88	438,16	438,43	438,70	438,98	439,25	439,53
602,00	439,80	440,07	440,35	440,62	440,90	441,17	441,44	441,72	441,99	442,27
602,10	442,54	442,81	443,09	443,36	443,64	443,91	444,18	444,46	444,73	445,01
602,20	445,28	445,55	445,83	446,10	446,38	446,65	446,92	447,20	447,47	447,75
602,30	448,02	448,29	448,57	448,84	449,12	449,39	449,66	449,94	450,21	450,49
602,40	450,76	451,03	451,31	451,58	451,86	452,13	452,40	452,68	452,95	453,23
602,50	453,50	453,77	454,05	454,32	454,60	454,87	455,14	455,42	455,69	455,97
602,60	456,24	456,51	456,79	457,06	457,34	457,61	457,88	458,16	458,43	458,71
602,70	458,98	459,25	459,53	459,80	460,08	460,35	460,62	460,90	461,17	461,45
602,80	461,72	461,99	462,27	462,54	462,82	463,09	463,36	463,64	463,91	464,19
602,90	464,46	464,73	465,01	465,28	465,56	465,83	466,10	466,38	466,65	466,93
603,00	467,20	467,47	467,75	468,02	468,30	468,57	468,84	469,12	469,39	469,67
603,10	469,94	470,21	470,49	470,76	471,04	471,31	471,58	471,86	472,13	472,41
603,20	472,68	472,95	473,23	473,50	473,78	474,05	474,32	474,60	474,87	475,15
603,30	475,42	475,69	475,97	476,24	476,52	476,79	477,06	477,34	477,61	477,89
603,40	478,16	478,43	478,71	478,98	479,26	479,53	479,80	480,08	480,35	480,63
603,50	480,90	481,17	481,45	481,72	482,00	482,27	482,54	482,82	483,09	483,37
603,60	483,64	483,91	484,19	484,46	484,74	485,01	485,28	485,56	485,83	486,11
603,70	486,38	486,65	486,93	487,20	487,48	487,75	488,02	488,30	488,57	488,85
603,80	489,12	489,39	489,67	489,94	490,22	490,49	490,76	491,04	491,31	491,59
603,90	491,86	492,13	492,41	492,68	492,96	493,23	493,50	493,78	494,05	494,33
604,00	494,60	494,87	495,15	495,42	495,70	495,97	496,24	496,52	496,79	497,07
604,10	497,34	497,61	497,89	498,16	498,44	498,71	498,98	499,26	499,53	499,81
604,20	500,08	500,35	500,63	500,90	501,18	501,45	501,72	502,00	502,27	502,55
604,30	502,82	503,09	503,37	503,64	503,92	504,19	504,46	504,74	505,01	505,29
604,40	505,56	505,83	506,11	506,38	506,66	506,93	507,20	507,48	507,75	508,03
604,50	508,30	508,57	508,85	509,12	509,40	509,67	509,94	510,22	510,49	510,77
604,60	511,04	511,31	511,59	511,86	512,14	512,41	512,68	512,96	513,23	513,51
604,70	513,78	514,05	514,33	514,60	514,88	515,15	515,42	515,70	515,97	516,25
604,80	516,52	516,79	517,07	517,34	517,62	517,89	518,16	518,44	518,71	518,99
604,90	519,26	519,53	519,81	520,08	520,36	520,63	520,90	521,18	521,45	521,73



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
605,00	522,00	522,33	522,66	522,99	523,32	523,65	523,98	524,31	524,64	524,97
605,10	525,30	525,63	525,96	526,29	526,62	526,95	527,28	527,61	527,94	528,27
605,20	528,60	528,93	529,26	529,59	529,92	530,25	530,58	530,91	531,24	531,57
605,30	531,90	532,23	532,56	532,89	533,22	533,55	533,88	534,21	534,54	534,87
605,40	535,20	535,53	535,86	536,19	536,52	536,85	537,18	537,51	537,84	538,17
605,50	538,50	538,83	539,16	539,49	539,82	540,15	540,48	540,81	541,14	541,47
605,60	541,80	542,13	542,46	542,79	543,12	543,45	543,78	544,11	544,44	544,77
605,70	545,10	545,43	545,76	546,09	546,42	546,75	547,08	547,41	547,74	548,07
605,80	548,40	548,73	549,06	549,39	549,72	550,05	550,38	550,71	551,04	551,37
605,90	551,70	552,03	552,36	552,69	553,02	553,35	553,68	554,01	554,34	554,67
606,00	555,00	555,33	555,66	555,99	556,32	556,65	556,98	557,31	557,64	557,97
606,10	558,30	558,63	558,96	559,29	559,62	559,95	560,28	560,61	560,94	561,27
606,20	561,60	561,93	562,26	562,59	562,92	563,25	563,58	563,91	564,24	564,57
606,30	564,90	565,23	565,56	565,89	566,22	566,55	566,88	567,21	567,54	567,87
606,40	568,20	568,53	568,86	569,19	569,52	569,85	570,18	570,51	570,84	571,17
606,50	571,50	571,83	572,16	572,49	572,82	573,15	573,48	573,81	574,14	574,47
606,60	574,80	575,13	575,46	575,79	576,12	576,45	576,78	577,11	577,44	577,77
606,70	578,10	578,43	578,76	579,09	579,42	579,75	580,08	580,41	580,74	581,07
606,80	581,40	581,73	582,06	582,39	582,72	583,05	583,38	583,71	584,04	584,37
606,90	584,70	585,03	585,36	585,69	586,02	586,35	586,68	587,01	587,34	587,67
607,00	588,00	588,33	588,66	588,99	589,32	589,65	589,98	590,31	590,64	590,97
607,10	591,30	591,63	591,96	592,29	592,62	592,95	593,28	593,61	593,94	594,27
607,20	594,60	594,93	595,26	595,59	595,92	596,25	596,58	596,91	597,24	597,57
607,30	597,90	598,23	598,56	598,89	599,22	599,55	599,88	600,21	600,54	600,87
607,40	601,20	601,53	601,86	602,19	602,52	602,85	603,18	603,51	603,84	604,17
607,50	604,50	604,83	605,16	605,49	605,82	606,15	606,48	606,81	607,14	607,47
607,60	607,80	608,13	608,46	608,79	609,12	609,45	609,78	610,11	610,44	610,77
607,70	611,10	611,43	611,76	612,09	612,42	612,75	613,08	613,41	613,74	614,07
607,80	614,40	614,73	615,06	615,39	615,72	616,05	616,38	616,71	617,04	617,37
607,90	617,70	618,03	618,36	618,69	619,02	619,35	619,68	620,01	620,34	620,67
608,00	621,00	621,33	621,66	621,99	622,32	622,65	622,98	623,31	623,64	623,97
608,10	624,30	624,63	624,96	625,29	625,62	625,95	626,28	626,61	626,94	627,27
608,20	627,60	627,93	628,26	628,59	628,92	629,25	629,58	629,91	630,24	630,57
608,30	630,90	631,23	631,56	631,89	632,22	632,55	632,88	633,21	633,54	633,87
608,40	634,20	634,53	634,86	635,19	635,52	635,85	636,18	636,51	636,84	637,17
608,50	637,50	637,83	638,16	638,49	638,82	639,15	639,48	639,81	640,14	640,47
608,60	640,80	641,13	641,46	641,79	642,12	642,45	642,78	643,11	643,44	643,77
608,70	644,10	644,43	644,76	645,09	645,42	645,75	646,08	646,41	646,74	647,07
608,80	647,40	647,73	648,06	648,39	648,72	649,05	649,38	649,71	650,04	650,37
608,90	650,70	651,03	651,36	651,69	652,02	652,35	652,68	653,01	653,34	653,67





COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
609,00	654,00	654,33	654,66	654,99	655,32	655,65	655,98	656,31	656,64	656,97
609,10	657,30	657,63	657,96	658,29	658,62	658,95	659,28	659,61	659,94	660,27
609,20	660,60	660,93	661,26	661,59	661,92	662,25	662,58	662,91	663,24	663,57
609,30	663,90	664,23	664,56	664,89	665,22	665,55	665,88	666,21	666,54	666,87
609,40	667,20	667,53	667,86	668,19	668,52	668,85	669,18	669,51	669,84	670,17
609,50	670,50	670,83	671,16	671,49	671,82	672,15	672,48	672,81	673,14	673,47
609,60	673,80	674,13	674,46	674,79	675,12	675,45	675,78	676,11	676,44	676,77
609,70	677,10	677,43	677,76	678,09	678,42	678,75	679,08	679,41	679,74	680,07
609,80	680,40	680,73	681,06	681,39	681,72	682,05	682,38	682,71	683,04	683,37
609,90	683,70	684,03	684,36	684,69	685,02	685,35	685,68	686,01	686,34	686,67
610,00	687,00	687,39	687,79	688,18	688,58	688,97	689,36	689,76	690,15	690,55
610,10	690,94	691,33	691,73	692,12	692,52	692,91	693,30	693,70	694,09	694,49
610,20	694,88	695,27	695,67	696,06	696,46	696,85	697,24	697,64	698,03	698,43
610,30	698,82	699,21	699,61	700,00	700,40	700,79	701,18	701,58	701,97	702,37
610,40	702,76	703,15	703,55	703,94	704,34	704,73	705,12	705,52	705,91	706,31
610,50	706,70	707,09	707,49	707,88	708,28	708,67	709,06	709,46	709,85	710,25
610,60	710,64	711,03	711,43	711,82	712,22	712,61	713,00	713,40	713,79	714,19
610,70	714,58	714,97	715,37	715,76	716,16	716,55	716,94	717,34	717,73	718,13
610,80	718,52	718,91	719,31	719,70	720,10	720,49	720,88	721,28	721,67	722,07
610,90	722,46	722,85	723,25	723,64	724,04	724,43	724,82	725,22	725,61	726,01
611,00	726,40	726,79	727,19	727,58	727,98	728,37	728,76	729,16	729,55	729,95
611,10	730,34	730,73	731,13	731,52	731,92	732,31	732,70	733,10	733,49	733,89
611,20	734,28	734,67	735,07	735,46	735,86	736,25	736,64	737,04	737,43	737,83
611,30	738,22	738,61	739,01	739,40	739,80	740,19	740,58	740,98	741,37	741,77
611,40	742,16	742,55	742,95	743,34	743,74	744,13	744,52	744,92	745,31	745,71
611,50	746,10	746,49	746,89	747,28	747,68	748,07	748,46	748,86	749,25	749,65
611,60	750,04	750,43	750,83	751,22	751,62	752,01	752,40	752,80	753,19	753,59
611,70	753,98	754,37	754,77	755,16	755,56	755,95	756,34	756,74	757,13	757,53
611,80	757,92	758,31	758,71	759,10	759,50	759,89	760,28	760,68	761,07	761,47
611,90	761,86	762,25	762,65	763,04	763,44	763,83	764,22	764,62	765,01	765,41
612,00	765,80	766,19	766,59	766,98	767,38	767,77	768,16	768,56	768,95	769,35
612,10	769,74	770,13	770,53	770,92	771,32	771,71	772,10	772,50	772,89	773,29
612,20	773,68	774,07	774,47	774,86	775,26	775,65	776,04	776,44	776,83	777,23
612,30	777,62	778,01	778,41	778,80	779,20	779,59	779,98	780,38	780,77	781,17
612,40	781,56	781,95	782,35	782,74	783,14	783,53	783,92	784,32	784,71	785,11
612,50	785,50	785,89	786,29	786,68	787,08	787,47	787,86	788,26	788,65	789,05
612,60	789,44	789,83	790,23	790,62	791,02	791,41	791,80	792,20	792,59	792,99
612,70	793,38	793,77	794,17	794,56	794,96	795,35	795,74	796,14	796,53	796,93
612,80	797,32	797,71	798,11	798,50	798,90	799,29	799,68	800,08	800,47	800,87
612,90	801,26	801,65	802,05	802,44	802,84	803,23	803,62	804,02	804,41	804,81



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
613,00	805,20	805,59	805,99	806,38	806,78	807,17	807,56	807,96	808,35	808,75
613,10	809,14	809,53	809,93	810,32	810,72	811,11	811,50	811,90	812,29	812,69
613,20	813,08	813,47	813,87	814,26	814,66	815,05	815,44	815,84	816,23	816,63
613,30	817,02	817,41	817,81	818,20	818,60	818,99	819,38	819,78	820,17	820,57
613,40	820,96	821,35	821,75	822,14	822,54	822,93	823,32	823,72	824,11	824,51
613,50	824,90	825,29	825,69	826,08	826,48	826,87	827,26	827,66	828,05	828,45
613,60	828,84	829,23	829,63	830,02	830,42	830,81	831,20	831,60	831,99	832,39
613,70	832,78	833,17	833,57	833,96	834,36	834,75	835,14	835,54	835,93	836,33
613,80	836,72	837,11	837,51	837,90	838,30	838,69	839,08	839,48	839,87	840,27
613,90	840,66	841,05	841,45	841,84	842,24	842,63	843,02	843,42	843,81	844,21
614,00	844,60	844,99	845,39	845,78	846,18	846,57	846,96	847,36	847,75	848,15
614,10	848,54	848,93	849,33	849,72	850,12	850,51	850,90	851,30	851,69	852,09
614,20	852,48	852,87	853,27	853,66	854,06	854,45	854,84	855,24	855,63	856,03
614,30	856,42	856,81	857,21	857,60	858,00	858,39	858,78	859,18	859,57	859,97
614,40	860,36	860,75	861,15	861,54	861,94	862,33	862,72	863,12	863,51	863,91
614,50	864,30	864,69	865,09	865,48	865,88	866,27	866,66	867,06	867,45	867,85
614,60	868,24	868,63	869,03	869,42	869,82	870,21	870,60	871,00	871,39	871,79
614,70	872,18	872,57	872,97	873,36	873,76	874,15	874,54	874,94	875,33	875,73
614,80	876,12	876,51	876,91	877,30	877,70	878,09	878,48	878,88	879,27	879,67
614,90	880,06	880,45	880,85	881,24	881,64	882,03	882,42	882,82	883,21	883,61
615,00	884,00	884,47	884,95	885,42	885,90	886,37	886,84	887,32	887,79	888,27
615,10	888,74	889,21	889,69	890,16	890,64	891,11	891,58	892,06	892,53	893,01
615,20	893,48	893,95	894,43	894,90	895,38	895,85	896,32	896,80	897,27	897,75
615,30	898,22	898,69	899,17	899,64	900,12	900,59	901,06	901,54	902,01	902,49
615,40	902,96	903,43	903,91	904,38	904,86	905,33	905,80	906,28	906,75	907,23
615,50	907,70	908,17	908,65	909,12	909,60	910,07	910,54	911,02	911,49	911,97
615,60	912,44	912,91	913,39	913,86	914,34	914,81	915,28	915,76	916,23	916,71
615,70	917,18	917,65	918,13	918,60	919,08	919,55	920,02	920,50	920,97	921,45
615,80	921,92	922,39	922,87	923,34	923,82	924,29	924,76	925,24	925,71	926,19
615,90	926,66	927,13	927,61	928,08	928,56	929,03	929,50	929,98	930,45	930,93
616,00	931,40	931,87	932,35	932,82	933,30	933,77	934,24	934,72	935,19	935,67
616,10	936,14	936,61	937,09	937,56	938,04	938,51	938,98	939,46	939,93	940,41
616,20	940,88	941,35	941,83	942,30	942,78	943,25	943,72	944,20	944,67	945,15
616,30	945,62	946,09	946,57	947,04	947,52	947,99	948,46	948,94	949,41	949,89
616,40	950,36	950,83	951,31	951,78	952,26	952,73	953,20	953,68	954,15	954,63
616,50	955,10	955,57	956,05	956,52	957,00	957,47	957,94	958,42	958,89	959,37
616,60	959,84	960,31	960,79	961,26	961,74	962,21	962,68	963,16	963,63	964,11
616,70	964,58	965,05	965,53	966,00	966,48	966,95	967,42	967,90	968,37	968,85
616,80	969,32	969,79	970,27	970,74	971,22	971,69	972,16	972,64	973,11	973,59
616,90	974,06	974,53	975,01	975,48	975,96	976,43	976,90	977,38	977,85	978,33



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
617,00	978,80	979,27	979,75	980,22	980,70	981,17	981,64	982,12	982,59	983,07
617,10	983,54	984,01	984,49	984,96	985,44	985,91	986,38	986,86	987,33	987,81
617,20	988,28	988,75	989,23	989,70	990,18	990,65	991,12	991,60	992,07	992,55
617,30	993,02	993,49	993,97	994,44	994,92	995,39	995,86	996,34	996,81	997,29
617,40	997,76	998,23	998,71	999,18	999,66	1000,13	1000,60	1001,08	1001,55	1002,03
617,50	1002,50	1002,97	1003,45	1003,92	1004,40	1004,87	1005,34	1005,82	1006,29	1006,77
617,60	1007,24	1007,71	1008,19	1008,66	1009,14	1009,61	1010,08	1010,56	1011,03	1011,51
617,70	1011,98	1012,45	1012,93	1013,40	1013,88	1014,35	1014,82	1015,30	1015,77	1016,25
617,80	1016,72	1017,19	1017,67	1018,14	1018,62	1019,09	1019,56	1020,04	1020,51	1020,99
617,90	1021,46	1021,93	1022,41	1022,88	1023,36	1023,83	1024,30	1024,78	1025,25	1025,73
618,00	1026,20	1026,67	1027,15	1027,62	1028,10	1028,57	1029,04	1029,52	1029,99	1030,47
618,10	1030,94	1031,41	1031,89	1032,36	1032,84	1033,31	1033,78	1034,26	1034,73	1035,21
618,20	1035,68	1036,15	1036,63	1037,10	1037,58	1038,05	1038,52	1039,00	1039,47	1039,95
618,30	1040,42	1040,89	1041,37	1041,84	1042,32	1042,79	1043,26	1043,74	1044,21	1044,69
618,40	1045,16	1045,63	1046,11	1046,58	1047,06	1047,53	1048,00	1048,48	1048,95	1049,43
618,50	1049,90	1050,37	1050,85	1051,32	1051,80	1052,27	1052,74	1053,22	1053,69	1054,17
618,60	1054,64	1055,11	1055,59	1056,06	1056,54	1057,01	1057,48	1057,96	1058,43	1058,91
618,70	1059,38	1059,85	1060,33	1060,80	1061,28	1061,75	1062,22	1062,70	1063,17	1063,65
618,80	1064,12	1064,59	1065,07	1065,54	1066,02	1066,49	1066,96	1067,44	1067,91	1068,39
618,90	1068,86	1069,33	1069,81	1070,28	1070,76	1071,23	1071,70	1072,18	1072,65	1073,13
619,00	1073,60	1074,07	1074,55	1075,02	1075,50	1075,97	1076,44	1076,92	1077,39	1077,87
619,10	1078,34	1078,81	1079,29	1079,76	1080,24	1080,71	1081,18	1081,66	1082,13	1082,61
619,20	1083,08	1083,55	1084,03	1084,50	1084,98	1085,45	1085,92	1086,40	1086,87	1087,35
619,30	1087,82	1088,29	1088,77	1089,24	1089,72	1090,19	1090,66	1091,14	1091,61	1092,09
619,40	1092,56	1093,03	1093,51	1093,98	1094,46	1094,93	1095,40	1095,88	1096,35	1096,83
619,50	1097,30	1097,77	1098,25	1098,72	1099,20	1099,67	1100,14	1100,62	1101,09	1101,57
619,60	1102,04	1102,51	1102,99	1103,46	1103,94	1104,41	1104,88	1105,36	1105,83	1106,31
619,70	1106,78	1107,25	1107,73	1108,20	1108,68	1109,15	1109,62	1110,10	1110,57	1111,05
619,80	1111,52	1111,99	1112,47	1112,94	1113,42	1113,89	1114,36	1114,84	1115,31	1115,79
619,90	1116,26	1116,73	1117,21	1117,68	1118,16	1118,63	1119,10	1119,58	1120,05	1120,53
620,00	1121,00	1121,53	1122,06	1122,59	1123,12	1123,65	1124,18	1124,71	1125,24	1125,77
620,10	1126,30	1126,83	1127,36	1127,89	1128,42	1128,95	1129,48	1130,01	1130,54	1131,07
620,20	1131,60	1132,13	1132,66	1133,19	1133,72	1134,25	1134,78	1135,31	1135,84	1136,37
620,30	1136,90	1137,43	1137,96	1138,49	1139,02	1139,55	1140,08	1140,61	1141,14	1141,67
620,40	1142,20	1142,73	1143,26	1143,79	1144,32	1144,85	1145,38	1145,91	1146,44	1146,97
620,50	1147,50	1148,03	1148,56	1149,09	1149,62	1150,15	1150,68	1151,21	1151,74	1152,27
620,60	1152,80	1153,33	1153,86	1154,39	1154,92	1155,45	1155,98	1156,51	1157,04	1157,57
620,70	1158,10	1158,63	1159,16	1159,69	1160,22	1160,75	1161,28	1161,81	1162,34	1162,87
620,80	1163,40	1163,93	1164,46	1164,99	1165,52	1166,05	1166,58	1167,11	1167,64	1168,17
620,90	1168,70	1169,23	1169,76	1170,29	1170,82	1171,35	1171,88	1172,41	1172,94	1173,47

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
621,00	1174,00	1174,55	1175,10	1175,65	1176,20	1176,75	1177,30	1177,85	1178,40	1178,95
621,10	1179,50	1180,05	1180,60	1181,15	1181,70	1182,25	1182,80	1183,35	1183,90	1184,45
621,20	1185,00	1185,55	1186,10	1186,65	1187,20	1187,75	1188,30	1188,85	1189,40	1189,95
621,30	1190,50	1191,05	1191,60	1192,15	1192,70	1193,25	1193,80	1194,35	1194,90	1195,45
621,40	1196,00	1196,55	1197,10	1197,65	1198,20	1198,75	1199,30	1199,85	1200,40	1200,95
621,50	1201,50	1202,05	1202,60	1203,15	1203,70	1204,25	1204,80	1205,35	1205,90	1206,45
621,60	1207,00	1207,55	1208,10	1208,65	1209,20	1209,75	1210,30	1210,85	1211,40	1211,95
621,70	1212,50	1213,05	1213,60	1214,15	1214,70	1215,25	1215,80	1216,35	1216,90	1217,45
621,80	1218,00	1218,55	1219,10	1219,65	1220,20	1220,75	1221,30	1221,85	1222,40	1222,95
621,90	1223,50	1224,05	1224,60	1225,15	1225,70	1226,25	1226,80	1227,35	1227,90	1228,45
622,00	1229,00	1229,58	1230,16	1230,74	1231,32	1231,90	1232,48	1233,06	1233,64	1234,22
622,10	1234,80	1235,38	1235,96	1236,54	1237,12	1237,70	1238,28	1238,86	1239,44	1240,02
622,20	1240,60	1241,18	1241,76	1242,34	1242,92	1243,50	1244,08	1244,66	1245,24	1245,82
622,30	1246,40	1246,98	1247,56	1248,14	1248,72	1249,30	1249,88	1250,46	1251,04	1251,62
622,40	1252,20	1252,78	1253,36	1253,94	1254,52	1255,10	1255,68	1256,26	1256,84	1257,42
622,50	1258,00	1258,58	1259,16	1259,74	1260,32	1260,90	1261,48	1262,06	1262,64	1263,22
622,60	1263,80	1264,38	1264,96	1265,54	1266,12	1266,70	1267,28	1267,86	1268,44	1269,02
622,70	1269,60	1270,18	1270,76	1271,34	1271,92	1272,50	1273,08	1273,66	1274,24	1274,82
622,80	1275,40	1275,98	1276,56	1277,14	1277,72	1278,30	1278,88	1279,46	1280,04	1280,62
622,90	1281,20	1281,78	1282,36	1282,94	1283,52	1284,10	1284,68	1285,26	1285,84	1286,42
623,00	1287,00	1287,59	1288,18	1288,77	1289,36	1289,95	1290,54	1291,13	1291,72	1292,31
623,10	1292,90	1293,49	1294,08	1294,67	1295,26	1295,85	1296,44	1297,03	1297,62	1298,21
623,20	1298,80	1299,39	1299,98	1300,57	1301,16	1301,75	1302,34	1302,93	1303,52	1304,11
623,30	1304,70	1305,29	1305,88	1306,47	1307,06	1307,65	1308,24	1308,83	1309,42	1310,01
623,40	1310,60	1311,19	1311,78	1312,37	1312,96	1313,55	1314,14	1314,73	1315,32	1315,91
623,50	1316,50	1317,09	1317,68	1318,27	1318,86	1319,45	1320,04	1320,63	1321,22	1321,81
623,60	1322,40	1322,99	1323,58	1324,17	1324,76	1325,35	1325,94	1326,53	1327,12	1327,71
623,70	1328,30	1328,89	1329,48	1330,07	1330,66	1331,25	1331,84	1332,43	1333,02	1333,61
623,80	1334,20	1334,79	1335,38	1335,97	1336,56	1337,15	1337,74	1338,33	1338,92	1339,51
623,90	1340,10	1340,69	1341,28	1341,87	1342,46	1343,05	1343,64	1344,23	1344,82	1345,41
624,00	1346,00	1346,61	1347,22	1347,83	1348,44	1349,05	1349,66	1350,27	1350,88	1351,49
624,10	1352,10	1352,71	1353,32	1353,93	1354,54	1355,15	1355,76	1356,37	1356,98	1357,59
624,20	1358,20	1358,81	1359,42	1360,03	1360,64	1361,25	1361,86	1362,47	1363,08	1363,69
624,30	1364,30	1364,91	1365,52	1366,13	1366,74	1367,35	1367,96	1368,57	1369,18	1369,79
624,40	1370,40	1371,01	1371,62	1372,23	1372,84	1373,45	1374,06	1374,67	1375,28	1375,89
624,50	1376,50	1377,11	1377,72	1378,33	1378,94	1379,55	1380,16	1380,77	1381,38	1381,99
624,60	1382,60	1383,21	1383,82	1384,43	1385,04	1385,65	1386,26	1386,87	1387,48	1388,09
624,70	1388,70	1389,31	1389,92	1390,53	1391,14	1391,75	1392,36	1392,97	1393,58	1394,19
624,80	1394,80	1395,41	1396,02	1396,63	1397,24	1397,85	1398,46	1399,07	1399,68	1400,29
624,90	1400,90	1401,51	1402,12	1402,73	1403,34	1403,95	1404,56	1405,17	1405,78	1406,39

RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
625,00	1407,00	1407,63	1408,26	1408,89	1409,52	1410,15	1410,78	1411,41	1412,04	1412,67
625,10	1413,30	1413,93	1414,56	1415,19	1415,82	1416,45	1417,08	1417,71	1418,34	1418,97
625,20	1419,60	1420,23	1420,86	1421,49	1422,12	1422,75	1423,38	1424,01	1424,64	1425,27
625,30	1425,90	1426,53	1427,16	1427,79	1428,42	1429,05	1429,68	1430,31	1430,94	1431,57
625,40	1432,20	1432,83	1433,46	1434,09	1434,72	1435,35	1435,98	1436,61	1437,24	1437,87
625,50	1438,50	1439,13	1439,76	1440,39	1441,02	1441,65	1442,28	1442,91	1443,54	1444,17
625,60	1444,80	1445,43	1446,06	1446,69	1447,32	1447,95	1448,58	1449,21	1449,84	1450,47
625,70	1451,10	1451,73	1452,36	1452,99	1453,62	1454,25	1454,88	1455,51	1456,14	1456,77
625,80	1457,40	1458,03	1458,66	1459,29	1459,92	1460,55	1461,18	1461,81	1462,44	1463,07
625,90	1463,70	1464,33	1464,96	1465,59	1466,22	1466,85	1467,48	1468,11	1468,74	1469,37
626,00	1470,00	1470,66	1471,32	1471,98	1472,64	1473,30	1473,96	1474,62	1475,28	1475,94
626,10	1476,60	1477,26	1477,92	1478,58	1479,24	1479,90	1480,56	1481,22	1481,88	1482,54
626,20	1483,20	1483,86	1484,52	1485,18	1485,84	1486,50	1487,16	1487,82	1488,48	1489,14
626,30	1489,80	1490,46	1491,12	1491,78	1492,44	1493,10	1493,76	1494,42	1495,08	1495,74
626,40	1496,40	1497,06	1497,72	1498,38	1499,04	1499,70	1500,36	1501,02	1501,68	1502,34
626,50	1503,00	1503,66	1504,32	1504,98	1505,64	1506,30	1506,96	1507,62	1508,28	1508,94
626,60	1509,60	1510,26	1510,92	1511,58	1512,24	1512,90	1513,56	1514,22	1514,88	1515,54
626,70	1516,20	1516,86	1517,52	1518,18	1518,84	1519,50	1520,16	1520,82	1521,48	1522,14
626,80	1522,80	1523,46	1524,12	1524,78	1525,44	1526,10	1526,76	1527,42	1528,08	1528,74
626,90	1529,40	1530,06	1530,72	1531,38	1532,04	1532,70	1533,36	1534,02	1534,68	1535,34
627,00	1536,00	1536,67	1537,34	1538,01	1538,68	1539,35	1540,02	1540,69	1541,36	1542,03
627,10	1542,70	1543,37	1544,04	1544,71	1545,38	1546,05	1546,72	1547,39	1548,06	1548,73
627,20	1549,40	1550,07	1550,74	1551,41	1552,08	1552,75	1553,42	1554,09	1554,76	1555,43
627,30	1556,10	1556,77	1557,44	1558,11	1558,78	1559,45	1560,12	1560,79	1561,46	1562,13
627,40	1562,80	1563,47	1564,14	1564,81	1565,48	1566,15	1566,82	1567,49	1568,16	1568,83
627,50	1569,50	1570,17	1570,84	1571,51	1572,18	1572,85	1573,52	1574,19	1574,86	1575,53
627,60	1576,20	1576,87	1577,54	1578,21	1578,88	1579,55	1580,22	1580,89	1581,56	1582,23
627,70	1582,90	1583,57	1584,24	1584,91	1585,58	1586,25	1586,92	1587,59	1588,26	1588,93
627,80	1589,60	1590,27	1590,94	1591,61	1592,28	1592,95	1593,62	1594,29	1594,96	1595,63
627,90	1596,30	1596,97	1597,64	1598,31	1598,98	1599,65	1600,32	1600,99	1601,66	1602,33
628,00	1603,00	1603,70	1604,40	1605,10	1605,80	1606,50	1607,20	1607,90	1608,60	1609,30
628,10	1610,00	1610,70	1611,40	1612,10	1612,80	1613,50	1614,20	1614,90	1615,60	1616,30
628,20	1617,00	1617,70	1618,40	1619,10	1619,80	1620,50	1621,20	1621,90	1622,60	1623,30
628,30	1624,00	1624,70	1625,40	1626,10	1626,80	1627,50	1628,20	1628,90	1629,60	1630,30
628,40	1631,00	1631,70	1632,40	1633,10	1633,80	1634,50	1635,20	1635,90	1636,60	1637,30
628,50	1638,00	1638,70	1639,40	1640,10	1640,80	1641,50	1642,20	1642,90	1643,60	1644,30
628,60	1645,00	1645,70	1646,40	1647,10	1647,80	1648,50	1649,20	1649,90	1650,60	1651,30
628,70	1652,00	1652,70	1653,40	1654,10	1654,80	1655,50	1656,20	1656,90	1657,60	1658,30
628,80	1659,00	1659,70	1660,40	1661,10	1661,80	1662,50	1663,20	1663,90	1664,60	1665,30
628,90	1666,00	1666,70	1667,40	1668,10	1668,80	1669,50	1670,20	1670,90	1671,60	1672,30



COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
629,00	1673,00	1673,72	1674,44	1675,16	1675,88	1676,60	1677,32	1678,04	1678,76	1679,48
629,10	1680,20	1680,92	1681,64	1682,36	1683,08	1683,80	1684,52	1685,24	1685,96	1686,68
629,20	1687,40	1688,12	1688,84	1689,56	1690,28	1691,00	1691,72	1692,44	1693,16	1693,88
629,30	1694,60	1695,32	1696,04	1696,76	1697,48	1698,20	1698,92	1699,64	1700,36	1701,08
629,40	1701,80	1702,52	1703,24	1703,96	1704,68	1705,40	1706,12	1706,84	1707,56	1708,28
629,50	1709,00	1709,72	1710,44	1711,16	1711,88	1712,60	1713,32	1714,04	1714,76	1715,48
629,60	1716,20	1716,92	1717,64	1718,36	1719,08	1719,80	1720,52	1721,24	1721,96	1722,68
629,70	1723,40	1724,12	1724,84	1725,56	1726,28	1727,00	1727,72	1728,44	1729,16	1729,88
629,80	1730,60	1731,32	1732,04	1732,76	1733,48	1734,20	1734,92	1735,64	1736,36	1737,08
629,90	1737,80	1738,52	1739,24	1739,96	1740,68	1741,40	1742,12	1742,84	1743,56	1744,28
630,00	1745,00	1745,74	1746,48	1747,22	1747,96	1748,70	1749,44	1750,18	1750,92	1751,66
630,10	1752,40	1753,14	1753,88	1754,62	1755,36	1756,10	1756,84	1757,58	1758,32	1759,06
630,20	1759,80	1760,54	1761,28	1762,02	1762,76	1763,50	1764,24	1764,98	1765,72	1766,46
630,30	1767,20	1767,94	1768,68	1769,42	1770,16	1770,90	1771,64	1772,38	1773,12	1773,86
630,40	1774,60	1775,34	1776,08	1776,82	1777,56	1778,30	1779,04	1779,78	1780,52	1781,26
630,50	1782,00	1782,74	1783,48	1784,22	1784,96	1785,70	1786,44	1787,18	1787,92	1788,66
630,60	1789,40	1790,14	1790,88	1791,62	1792,36	1793,10	1793,84	1794,58	1795,32	1796,06
630,70	1796,80	1797,54	1798,28	1799,02	1799,76	1800,50	1801,24	1801,98	1802,72	1803,46
630,80	1804,20	1804,94	1805,68	1806,42	1807,16	1807,90	1808,64	1809,38	1810,12	1810,86
630,90	1811,60	1812,34	1813,08	1813,82	1814,56	1815,30	1816,04	1816,78	1817,52	1818,26
631,00	1819,00	1819,76	1820,52	1821,28	1822,04	1822,80	1823,56	1824,32	1825,08	1825,84
631,10	1826,60	1827,36	1828,12	1828,88	1829,64	1830,40	1831,16	1831,92	1832,68	1833,44
631,20	1834,20	1834,96	1835,72	1836,48	1837,24	1838,00	1838,76	1839,52	1840,28	1841,04
631,30	1841,80	1842,56	1843,32	1844,08	1844,84	1845,60	1846,36	1847,12	1847,88	1848,64
631,40	1849,40	1850,16	1850,92	1851,68	1852,44	1853,20	1853,96	1854,72	1855,48	1856,24
631,50	1857,00	1857,76	1858,52	1859,28	1860,04	1860,80	1861,56	1862,32	1863,08	1863,84
631,60	1864,60	1865,36	1866,12	1866,88	1867,64	1868,40	1869,16	1869,92	1870,68	1871,44
631,70	1872,20	1872,96	1873,72	1874,48	1875,24	1876,00	1876,76	1877,52	1878,28	1879,04
631,80	1879,80	1880,56	1881,32	1882,08	1882,84	1883,60	1884,36	1885,12	1885,88	1886,64
631,90	1887,40	1888,16	1888,92	1889,68	1890,44	1891,20	1891,96	1892,72	1893,48	1894,24
632,00	1895,00	1895,79	1896,58	1897,37	1898,16	1898,95	1899,74	1900,53	1901,32	1902,11
632,10	1902,90	1903,69	1904,48	1905,27	1906,06	1906,85	1907,64	1908,43	1909,22	1910,01
632,20	1910,80	1911,59	1912,38	1913,17	1913,96	1914,75	1915,54	1916,33	1917,12	1917,91
632,30	1918,70	1919,49	1920,28	1921,07	1921,86	1922,65	1923,44	1924,23	1925,02	1925,81
632,40	1926,60	1927,39	1928,18	1928,97	1929,76	1930,55	1931,34	1932,13	1932,92	1933,71
632,50	1934,50	1935,29	1936,08	1936,87	1937,66	1938,45	1939,24	1940,03	1940,82	1941,61
632,60	1942,40	1943,19	1943,98	1944,77	1945,56	1946,35	1947,14	1947,93	1948,72	1949,51
632,70	1950,30	1951,09	1951,88	1952,67	1953,46	1954,25	1955,04	1955,83	1956,62	1957,41
632,80	1958,20	1958,99	1959,78	1960,57	1961,36	1962,15	1962,94	1963,73	1964,52	1965,31
632,90	1966,10	1966,89	1967,68	1968,47	1969,26	1970,05	1970,84	1971,63	1972,42	1973,21



RESERVATORIO DE MAUA

TABELA COTA (m) X VOLUME TOTAL (hm<sup>3</sup>)

COTA (cm) (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
633,00	1974,00	1974,80	1975,60	1976,40	1977,20	1978,00	1978,80	1979,60	1980,40	1981,20
633,10	1982,00	1982,80	1983,60	1984,40	1985,20	1986,00	1986,80	1987,60	1988,40	1989,20
633,20	1990,00	1990,80	1991,60	1992,40	1993,20	1994,00	1994,80	1995,60	1996,40	1997,20
633,30	1998,00	1998,80	1999,60	2000,40	2001,20	2002,00	2002,80	2003,60	2004,40	2005,20
633,40	2006,00	2006,80	2007,60	2008,40	2009,20	2010,00	2010,80	2011,60	2012,40	2013,20
633,50	2014,00	2014,80	2015,60	2016,40	2017,20	2018,00	2018,80	2019,60	2020,40	2021,20
633,60	2022,00	2022,80	2023,60	2024,40	2025,20	2026,00	2026,80	2027,60	2028,40	2029,20
633,70	2030,00	2030,80	2031,60	2032,40	2033,20	2034,00	2034,80	2035,60	2036,40	2037,20
633,80	2038,00	2038,80	2039,60	2040,40	2041,20	2042,00	2042,80	2043,60	2044,40	2045,20
633,90	2046,00	2046,80	2047,60	2048,40	2049,20	2050,00	2050,80	2051,60	2052,40	2053,20
634,00	2054,00	2054,83	2055,66	2056,49	2057,32	2058,15	2058,98	2059,81	2060,64	2061,47
634,10	2062,30	2063,13	2063,96	2064,79	2065,62	2066,45	2067,28	2068,11	2068,94	2069,77
634,20	2070,60	2071,43	2072,26	2073,09	2073,92	2074,75	2075,58	2076,41	2077,24	2078,07
634,30	2078,90	2079,73	2080,56	2081,39	2082,22	2083,05	2083,88	2084,71	2085,54	2086,37
634,40	2087,20	2088,03	2088,86	2089,69	2090,52	2091,35	2092,18	2093,01	2093,84	2094,67
634,50	2095,50	2096,33	2097,16	2097,99	2098,82	2099,65	2100,48	2101,31	2102,14	2102,97
634,60	2103,80	2104,63	2105,46	2106,29	2107,12	2107,95	2108,78	2109,61	2110,44	2111,27
634,70	2112,10	2112,93	2113,76	2114,59	2115,42	2116,25	2117,08	2117,91	2118,74	2119,57
634,80	2120,40	2121,23	2122,06	2122,89	2123,72	2124,55	2125,38	2126,21	2127,04	2127,87
634,90	2128,70	2129,53	2130,36	2131,19	2132,02	2132,85	2133,68	2134,51	2135,34	2136,17
635,00	2137,00	2137,85	2138,70	2139,55	2140,40	2141,25	2142,10	2142,95	2143,80	2144,65
635,10	2145,50	2146,35	2147,20	2148,05	2148,90	2149,75	2150,60	2151,45	2152,30	2153,15
635,20	2154,00	2154,85	2155,70	2156,55	2157,40	2158,25	2159,10	2159,95	2160,80	2161,65
635,30	2162,50	2163,35	2164,20	2165,05	2165,90	2166,75	2167,60	2168,45	2169,30	2170,15
635,40	2171,00	2171,85	2172,70	2173,55	2174,40	2175,25	2176,10	2176,95	2177,80	2178,65
635,50	2179,50	2180,35	2181,20	2182,05	2182,90	2183,75	2184,60	2185,45	2186,30	2187,15
635,60	2188,00	2188,85	2189,70	2190,55	2191,40	2192,25	2193,10	2193,95	2194,80	2195,65
635,70	2196,50	2197,35	2198,20	2199,05	2199,90	2200,75	2201,60	2202,45	2203,30	2204,15
635,80	2205,00	2205,85	2206,70	2207,55	2208,40	2209,25	2210,10	2210,95	2211,80	2212,65
635,90	2213,50	2214,35	2215,20	2216,05	2216,90	2217,75	2218,60	2219,45	2220,30	2221,15
636,00	2222,00	2222,87	2223,74	2224,61	2225,48	2226,35	2227,22	2228,09	2228,96	2229,83
636,10	2230,70	2231,57	2232,44	2233,31	2234,18	2235,05	2235,92	2236,79	2237,66	2238,53
636,20	2239,40	2240,27	2241,14	2242,01	2242,88	2243,75	2244,62	2245,49	2246,36	2247,23
636,30	2248,10	2248,97	2249,84	2250,71	2251,58	2252,45	2253,32	2254,19	2255,06	2255,93
636,40	2256,80	2257,67	2258,54	2259,41	2260,28	2261,15	2262,02	2262,89	2263,76	2264,63
636,50	2265,50									