

## **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA UHE SÃO MANOEL**

### **SUMÁRIO GERAL**

#### **Volume 1**

- Capítulo I – Objetivos, Aspectos Metodológicos e Informações Gerais
- Capítulo II – Caracterização do Empreendimento
- Capítulo III – Definição das Áreas de Influência
- Capítulo IV – Análise dos Instrumentos Legais e Normativos

#### **Volume 2**

- Capítulo V – Diagnóstico Ambiental
  - 1 Introdução e procedimentos Metodológicos
  - 2 Meio Físico

#### **Volume 3**

- Capítulo V – Diagnóstico Ambiental
  - 3 Meio Biótico - Ecossistemas Terrestres – Flora e Fauna
  - 3 Meio Biótico - Ecossistemas Aquáticos – Limnologia, Malacologiae Ictiologia

#### **Volume 4**

- Capítulo V – Diagnóstico Ambiental
  - 4 Meio Socioeconômico
- Capítulo VI – Análise Integrada

#### **Volume 5**

- Capítulo VII – Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
- Capítulo VIII – Programas e Medidas
- Capítulo IX – Prognóstico Ambiental Global
- Capítulo X – Considerações Finais

#### **Volume 6**

- Bibliografia
- Glossário
- Equipe Técnica
- Anexos Parte 1

#### **Volume 7**

- Anexos Parte 2

#### **Apêndice A**

- Estudos do Componente Indígena das UHE São Manoel e Foz do Apiacás

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

## SUMÁRIO

### VOLUME 2, CAPÍTULO V

#### 1 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

1.1	PRESSUPOSTOS BÁSICOS .....	2
1.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	2
1.2.1	Procedimentos Gerais.....	2
1.2.2	Procedimentos Específicos .....	3

#### 2 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

2.1	INTRODUÇÃO.....	4
2.2	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO .....	4
2.2.1	Área de Abrangência Regional (AAR) .....	4
2.2.2	Área de Influência Indireta (AII).....	4
2.2.3	Área de Influência Direta (AID).....	4
2.2.4	Área Diretamente Afetada (ADA).....	4
2.3	CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TELES PIRES .....	11
2.4	CLIMA.....	17
2.4.1	Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta .....	17
2.5	GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS .....	51
2.5.1	Introdução .....	51
2.5.2	Procedimentos Metodológicos .....	51
2.5.3	Caracterização Geológica .....	53
2.5.4	Sítios Geológicos, Paleobiológicos e Espeleológicos .....	71
2.5.5	Recursos Minerais .....	82
2.5.6	Situação dos Processos Minerários .....	87
2.5.7	Análise Regional Sobre a Ocorrência de Sismos Naturais.....	90
2.5.8	Avaliação da Estabilidade Geológica e Geotécnica do Sítio do Barramento, Áreas de Empréstimos e de Bota-Fora.....	95
2.5.9	Conclusões .....	98
2.6	GEOMORFOLOGIA.....	99
2.6.1	Introdução .....	99
2.6.2	Procedimentos Metodológicos .....	99
2.6.3	Caracterização Geomorfológica da Área de Abrangência Regional .....	100
2.6.4	Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Indireta .....	107
2.6.5	Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Direta e Diretamente Afetada .....	111
2.6.6	Memorial Fotográfico das Corredeiras do Rio Teles Pires.....	128
2.6.7	Conclusões .....	128
2.7	PEDOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA.....	129
2.7.1	Introdução .....	129
2.7.2	Procedimentos Metodológicos .....	129

2.7.3	Caracterização pedológica da Área de Abrangência Regional.....	130
2.7.4	Caracterização pedológica da Área de Influência Indireta.....	132
2.7.5	Caracterização Pedológica das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada.....	151
2.7.6	Conclusões .....	157
2.8	<b>SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DOS TERRENOS.....</b>	<b>158</b>
2.8.1	Introdução .....	158
2.8.2	Procedimentos Metodológicos.....	159
2.8.3	Caracterização da Suscetibilidade à Erosão dos Terrenos da AII da UHE São Manoel .....	164
2.9	<b>RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>164</b>
2.9.1	Recursos Hídricos Superficiais .....	164
2.9.2	Recursos Hídricos Subterrâneos.....	212

## LISTA DE FIGURAS

### 2 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

Figura 2.2-1 – Área de Abrangência Regional da UHE São Manoel .....	7
Figura 2.2-2 – Áreas de influência da UHE São Manoel .....	9
Figura 2.3-1 - Bacia do Teles Pires – Divisão da Bacia em Alto, Médio e Baixo Teles Pires .....	12
Figura 2.3-2 - Perfil Longitudinal do Rio Teles Pires .....	13
Figura 2.4-1 – Unidades Climáticas da Bacia do rio Teles Pires .....	19
Figura 2.4-2 – Bacia Hidrográfica e Rede Hidrometeorológica Existente .....	25
Figura 2.4-3 – Temperaturas (°C) Médias, Mínimas e Máximas Mensais na Estação da Aeronáutica em Alta Floresta (1988-2007) e em Estações do INMET (Normais Climatológicas (1961-1990) ....	28
Figura 2.4-4 – Umidade Relativa do Ar nas Estações Climatológicas de Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990 .....	29
Figura 2.4-5 – Evaporação média mensal em Alta Floresta (CPTEC), Cidade Vera e Diamantino (Normais Climatológicas 1961-1990).....	30
Figura 2.4-6 – Insolação Total (h) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990 .....	31
Figura 2.4-7 - Nebulosidade (0-10) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990 .....	32
Figura 2.4-8 - Frequência de Ocorrência do Vento em Uma Determinada Direção em Alta Floresta, Estação Climatológica da Aeronáutica .....	33
Figura 2.4-9 - Pressão Atmosférica (hPa) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990 .....	34
Figura 2.4-10 - Mapa Isocerânico do Brasil .....	35
Figura 2.4-11- Déficit e Excesso Hídrico Climático Mensal em Diamantino .....	38
Figura 2.4-12 – Balanço Hídrico Climático Mensal em Diamantino .....	38
Figura 2.4-13 - Déficit e Excesso Hídrico Climático Mensal em Cidade Vera.....	39
Figura 2.4-14 - Balanço Hídrico Climático Mensal em Cidade Vera .....	40
Figura 2.4-15 - Mapa de Isoietas da Bacia do Rio Teles Pires.....	41
Figura 2.4-16 - Polígonos de Thiessen sobre a Área de Drenagem do Rio Teles Pires, com Destaque para a Bacia até Jusante Foz de Peixoto de Azevedo .....	44
Figura 2.4-17 - Precipitações Acumuladas Mensais Médias sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo.....	47

Figura 2.4-18 - Precipitações Acumuladas no Ano Hidrológico de Precipitações (Setembro a Agosto) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo .....	47
Figura 2.4-19 – Precipitações Acumuladas no Ano Hidrológico (Setembro a Agosto) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, e Ocorrências de Eventos Fortes de El Niño e La Niña .....	50
Figura 2.4-20 – Vazões Médias do Ano Hidrológico (Outubro a Setembro) do Rio Teles Pires em UHE São Manoel, e Ocorrências de Eventos Fortes de El Niño e La Niña .....	51
Figura 2.5-1 – Rosácea dos fraturamentos medidos nos litótipos da Suíte Colíder. ....	68
Figura 2.5-2 – Rosácea dos fraturamentos medidos nos litótipos do Granito Teles Pires .....	70
Figura 2.5-3 - Mapa de Caminhamento dos Levantamentos Geológicos/Espeleológicos .....	73
Figura 2.5-4 - Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Estado do Mato Grosso.....	75
Figura 2.5-5 – Pontos de inspeção dos estudos paleontológicos.....	79
Figura 2.5-6 - Ocorrência de eventos sísmicos .....	91
Figura 2.6-1 - Mapa Hipsométrico .....	105
Figura 2.6-2 - Mapa de Declividade da AID.....	113
Figura 2.6-3 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 1º e 2º Trechos .....	117
Figura 2.6-4 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 2º e 3º Trechos .....	119
Figura 2.6-5 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 3º e 4º Trechos .....	121
Figura 2.6-6 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 4º e 5º Trechos .....	123
Figura 2.6-7 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 5º Trecho.....	125
Figura 2.9-1- Localização das Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires....	166
Figura 2.9-2 - Estrutura do Modelo SMAP .....	170
Figura 2.9-3 – Vazões obtidas na calibração do SMAP.....	171
Figura 2.9-4 - Correlação ente as vazões observadas e calibradas com o SMAP .....	171
Figura 2.9-5 - Esquema do funcionamento do MODHAC .....	173
Figura 2.9-6 - Calibração do MODHAC em Jusante Foz Peixoto de Azevedo .....	174
Figura 2.9-7 - Correlação ente os deflúvios medidos e calibrados com o MODHAC.....	174
Figura 2.9-8 - Curvas de permanência da série de vazões observada e séries .....	178
Figura 2.9-9 – Vazões específicas médias de longo termo na bacia do rio Teles Pires, período jan/1976 a dez/2007.....	182
Figura 2.9-10 - Vazões médias de longo termo (1976-2007) em função das áreas de drenagem nas estações de referência e no local da UHE São Manoel .....	183
Figura 2.9-11 - Hidrograma médio mensal do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007 .....	185
Figura 2.9-12 - Hidrograma de Vazões Médias Anuais do Rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007 .....	186
Figura 2.9-13 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 1950 .....	186
Figura 2.9-14 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1951 a 1970 .....	187
Figura 2.9-15 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1971 a 1990 .....	187
Figura 2.9-16 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1991 a 2007 .....	188
Figura 2.9-17 - Estação Fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo – .....	192
Figura 2.9-18 - Posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo - Vazões Máximas Médias Diárias - Período de Estiagem (junho a novembro).....	192
Figura 2.9-19 - Ajuste das vazões mínimas com 7 dias de duração, pelas distribuições de Weibull e Empírica, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo.....	196
Figura 2.9-20 - Curva de permanência de vazões médias mensais do rio Teles Pires da UHE São Manoel, período 1931 a 2007 .....	197

Figura 2.9-21 – Rios perenes e temporários na bacia de contribuição da UHE São Manoel .....	201
Figura 2.9-22 - Curva-chave de sedimentos para o rio Teles Pires no local da UHE São Manoel .....	206
Figura 2.9-23 - Curvas Granulométricas dos Sedimentos em Suspensão e do Material do Leito.....	210
Figura 2.9-24 - Curva Granulométrica Média do Material do Leito e dos Sedimentos em Suspensão .....	211
Figura 2.9-25 - Perfil hidrogeológico esquemático. ....	225
Figura 2.9-26 - Sistema de Avaliação do Índice de Vulnerabilidade Natural do Aquífero.....	229

## LISTA DE FOTOS

### 2 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

Foto 2.5-1 – Detalhe do granito da Suíte Intrusiva Juruena. ....	58
Foto 2.5-2 – Blocos ovalados dos granitos da Suíte Intrusiva Juruena na estrada de acesso à Pousada Mantega .....	59
Foto 2.5-3 – Ocorrência de riolito da Suíte Colíder junto ao córrego Capitão Felipe.....	60
Foto 2.5-4 – Blocos do Granito Teles Pires nas proximidades da cachoeira Sete Quedas.....	62
Foto 2.5-5 – Bloco de arenito da Unidade I do Grupo Beneficente apresentando estratificação plano-paralela.....	64
Foto 2.5-6 – Argilitos da Unidade II do Grupo Beneficente alterados e fraturados.....	64
Foto 2.5-7 – Fraturas em riolitos da Suíte Colíder próximo ao eixo da UHE São Manoel .....	66
Foto 2.5-8 – Riolitos da Suíte Colíder fraturados na margem esquerda do rio Teles Pires.....	67
Foto 2.5-9 – Afloramento do Granito Teles Pires na área de remanso do reservatório da UHE São Manoel .....	69
Foto 2.5-10 – Bloco de conglomerado polimítico do Grupo Beneficente a jusante do eixo do barramento da UHE São Manoel .....	71
Foto 2.5-11 – Vista de uma balsa de garimpo no leito do rio Teles Pires. ....	85
Foto 2.5-12 – Areia e cascalho trabalhados no garimpo da Perdição.....	86
Foto 2.6-1 - Colinas típicas da região.....	108
Foto 2.6-2 - Terreno com matações na Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.....	110
Foto 2.6-3 - Vertente íngreme e rochosa nas margens do rio Teles Pires, próxima do futuro barramento .....	115
Foto 2.6-4 - Planície fluvial próxima da ilha Itaici.....	127
Foto 2.6-5 - Afloramentos rochosos (riolitos) nas margens do rio Teles Pires .....	127
Foto 2.7-1 – Perfil de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos representativo da unidade PVAd .....	138
Foto 2.7-2 - Perfil de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos petroplínticos (2º componente da unidade RLe) .....	139
Foto 2.7-3 – Floresta Equatorial Subperenifólia sobre Cambissolos Háplicos nas proximidades do Perfil 05 (3º componente da unidade PVAd4).....	141

Foto 2.7-4 – Perfil de NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos (2º componente das unidades PVAd2, PVAd3 e FXd).....	143
Foto 2.7-5 – Corte de estrada em área de Argissolos Vermelho-Amarelos, próximo ao Perfil 04. ....	152
Foto 2.7-6 – Afloramentos de Rochas nas margens do rio Teles Pires .....	156
Foto 2.9-1 – Aspecto da foz de igarapé invadido pelo rio Teles Pires durante o período seco.....	199
Foto 2.9-2 - Fraturamento em riolito da Suíte Colíder nas margens do rio Teles Pires próximo à ilha Macacos.....	223

## LISTA DE QUADROS

### 2 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

Quadro 2.3-1 - Bacia do Rio Teles Pires - Características e Índices das Sub-Bacias .....	15
Quadro 2.3-2 - Bacia do Rio Teles Pires - Características e Índices das Bacias Hidrográficas dos Principais Afluentes.....	16
Quadro 2.4-1 - Estações Climatológicas Estudadas .....	23
Quadro 2.4-2 – Temperaturas médias (oC), mínimas e máximas mensais nas estações de Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990.....	27
Quadro 2.4-3 – Umidade Relativa do Ar nas Estações Climatológicas de Diamantino, Cidade Vera e Aeronáutica - Normais Climatológicas 1961-1990 .....	29
Quadro 2.4-4 – Evaporação média mensal (mm) em Alta Floresta (CPTEC), Cidade Vera e Diamantino (Normais Climatológicas 1961-1990) .....	30
Quadro 2.4-5 – Insolação Total (h) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990 .....	31
Quadro 2.4-6 - Nebulosidade (0-10) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990.....	32
Quadro 2.4-7 - Pressão Atmosférica (hPa) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990.....	33
Quadro 2.4-8 - Balanço Hídrico Climático em Diamantino, metodologia e Thornthwaite e Mather (valores em mm).....	37
Quadro 2.4-9 - Balanço Hídrico Climático em Cidade Vera, metodologia e Thornthwaite e Mather (valores em mm).....	39
Quadro 2.4-10 - Histograma de disponibilidade de dados pluviométricos .....	43
Quadro 2.4-11 - Série de Precipitações Mensais (mm) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires até a Estação Fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo .....	46
Quadro 2.4-12 - Registro de Ocorrências de El Niño e Intensidade dos Eventos nos Anos Hidrológicos .....	49
Quadro 2.4-13 - Registro de Ocorrências de La Niña e Intensidade dos Eventos nos Anos Hidrológicos .....	49
Quadro 2.5-1 – Áreas de garimpos ativos e paralisados na ADA e AID da UHE São Manoel em outubro-novembro/2007 .....	84
Quadro 2.5-2 – Relação dos processos minerários da AII, AID e ADA da UHE São Manoel.....	88
Quadro 2.7-1 – Legenda cartográfica das classes de solos ocorrentes na AII da UHE São Manoel. ....	145
Quadro 2.7-2 – Quadro guia de avaliação da aptidão agrícola das terras (região tropical úmida).....	148
Quadro 2.7-3 – Simbologia das Classes de Aptidão. ....	149
Quadro 2.7-4 – Relação entre as unidades do mapa de solos e as classes de aptidão agrícola resultantes. ....	150
Quadro 2.7-5 - Relação entre as unidades do mapa de solos e as classes de aptidão agrícola resultantes .....	157

Quadro 2.7-6 - Extensão e distribuição percentual das classes de aptidão agrícola.....	157
Quadro 2.8-1 – Unidades litológicas ocorrentes na AII e respectivos graus de suscetibilidade à erosão. .....	160
Quadro 2.8-2 – Unidades geomorfológicas ocorrentes na AII e respectivos graus de suscetibilidade à erosão.....	161
Quadro 2.8-3 – Unidades geomorfológicas, litologias representativas e graus de suscetibilidade à erosão.....	162
Quadro 2.8-4 – Unidades de mapeamento, classe textural e graus de suscetibilidade à erosão.....	163
Quadro 2.8-5 - Classificação final dos graus de suscetibilidade à erosão.....	163
Quadro 2.9-1 - Disponibilidade de Dados nas Estações Fluviométricas Estudadas.....	165
Quadro 2.9-2 - Vazões Estimadas nos Afluentes e no Rio Teles Pires .....	167
Quadro 2.9-3 - Estações Fluviométricas Seleccionadas para Estudos .....	168
Quadro 2.9-4 - Histograma de Disponibilidade de Dados nas Estações Fluviométricas Estudadas ...	169
Quadro 2.9-5 - Parâmetros calibrados pelo MODHAC para a simulação do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo .....	175
Quadro 2.9-6 - Metodologias Testadas para Estender a Série de Vazões Médias Mensais no Período entre 1931 e 1975.....	175
Quadro 2.9-7 - Estatística descritiva das vazões médias mensais em Jusante Foz Peixoto de Azevedo para a série observada e dados gerados, período 1976-2006.....	177
Quadro 2.9-8 - Vazões Médias Mensais do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, Série Preenchida e Estendida .....	180
Quadro 2.9-8 - Vazões Médias Mensais do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, Série Preenchida e Estendida .....	181
Quadro 2.9-9 - Vazões médias de longo termo (jan/1976 - dez/2007) e áreas de drenagem nas estações de referência e no local da UHE São Manoel .....	183
Quadro 2.9-10 - Série de Vazões Médias Mensais na UHE São Manoel.....	184
Quadro 2.9-10 - Série de Vazões Médias Mensais na UHE São Manoel.....	185
Quadro 2.9-11 - Série de Vazões Médias Diárias Máximas de Cada Mês (m <sup>3</sup> /s), rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000).....	189
Quadro 2.9-12 - Séries de Vazões Médias Diárias Máximas Anuais no Ano Hidrológico (Outubro a Setembro) e no Período de Estiagem (Junho a Novembro), e Estatísticas Descritivas, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000).....	190
Quadro 2.9-13 - Vazões Máximas Médias Diárias para Diversas Recorrências, nos Períodos de Cheias Anuais e de Estiagem (junho a novembro) – Distribuições Gumbel e Exponencial – Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo.....	191
Vazões Máximas Médias Diárias - Período de Cheias Anuais.....	192
Quadro 2.9-14 - Vazões Máximas de Projeto para Diversas Recorrências, Períodos de Cheias Anuais e de Estiagem, rio Teles Pires no local da UHE São Manoel.....	194
Quadro 2.9-15 - Séries de Descargas Mínimas Anuais, Média de “t” Dias de Duração, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000).....	195
Quadro 2.9-16 - Permanência de vazões do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007 .....	198
Quadro 2.9-17 - Estações Hidrossedimentométricas Estudadas.....	200
Quadro 2.9-18 - Dados de sedimentos dos levantamentos de campo para os estudos da UHE São Manoel .....	203
Quadro 2.9-19 - Dados de sedimentos de estações da ANA .....	204
Quadro 2.9-19 - Dados de sedimentos de estações da ANA (continuação) .....	205
Quadro 2.9-20 - Vazões Sólidas Totais, Médias Mensais, UHE São Manoel (t/dia).....	207
Quadro 2.9-21 - Granulometria do Material do Leito, Amostras Coletadas a Montante do Local da Barragem.....	208

Quadro 2.9-22 - Granulometria dos Sedimentos em Suspensão, Estação Fluviométrica da UHE São Manoel Montante (17383000).....	208
Quadro 2.9-23 – Características gerais das unidades aquíferas .....	218
Quadro 2.9-24 - Análises Físico-Químicas e Microbiológicas .....	227

## **ANEXOS**

### **2 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO**

- ANEXO 2.4-1** - Ficha Técnica e Dados Coletados na Estação Climatológica Implantada na Fazenda Fortuna
- ANEXO 2.5-1** - Pontos de Inspeção de Campo dos Estudos Paleontológicos - Registro Fotográfico da Inspeção de Campo dos Estudos Paleontológicos - Registro Fotográfico do Museu de História Natural de Alta Floresta
- ANEXO 2.5-2** - Lista de Sismos Ocorridos em um Raio de 350 km da UHE SÃO MANOEL
- ANEXO 2.6-1** – Memorial Fotográfico das Corredeiras do Rio Teles Pires
- ANEXO 2.7-1** - Legenda das Classes de Solos Ocorrentes na AAR
- ANEXO 2.7-2** - Descrições morfológicas e resultados analíticos dos solos (Perfis completos e amostras extras)

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

## V – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### APRESENTAÇÃO

O presente documento trata do Diagnóstico Ambiental da área de estudo prevista para implantação da Usina Hidrelétrica São Manoel – UHE SAM, na fase atual de Estudo de Viabilidade, em execução pelo Consórcio formado pelas empresas LEME Engenharia Ltda. e CONCREMAT Engenharia e Tecnologia S.A., a partir do Contrato EPE-060 lavrado em 11 de junho de 2007 com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

Este relatório contém o Diagnóstico Ambiental do Meio Físico da Área de Influência da UHE São Manoel, precedido da metodologia geral adotada no desenvolvimento dos estudos ambientais, conforme Termo de Referência do IBAMA, emitido em novembro de 2008, Processo nº 02001.004420/2007-65.

### 1. INTRODUÇÃO

O Diagnóstico Ambiental é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental – EIA da UHE São Manoel, e integra a etapa de avaliação da viabilidade ambiental do empreendimento. Com tais procedimentos, busca-se orientar os órgãos ambientais sobre a concessão da Licença Prévia à UHE São Manoel, que habilitará o Empreendedor à continuação dos estudos, que compreendem o Projeto Básico Ambiental, necessários à obtenção da Licença de Instalação.

Quando os estudos de viabilidade são desenvolvidos de forma simultânea aos estudos ambientais, possibilita-se avaliar, durante a fase de planejamento do empreendimento, as melhores alternativas técnicas e locacionais da usina hidrelétrica. Nessas circunstâncias pode-se vir a modificar, eventualmente, o projeto, tanto no que diz respeito à sua concepção global, quanto às obras de infraestrutura local e regional para implantação do empreendimento, além de poder indicar as ações socioambientais mais adequadas para garantir sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Combinam-se, dessa forma, os estudos destinados à obtenção da melhor condição física e estrutural para implantação do empreendimento hidrelétrico e à geração de energia sob os ditames do desenvolvimento sustentável, àqueles que diagnostiquem a qualidade ambiental atual da área de implantação da UHE e sua inserção na bacia hidrográfica.

Por tais razões, importa adotar uma metodologia que oriente a descrição e análise dos fatores ambientais e suas interações, de modo a caracterizar a situação ambiental atual da área de influência antes da implantação do empreendimento. Isso significa identificar aspectos que venham a sofrer, direta ou indiretamente, efeitos decorrentes das ações do empreendimento, incluindo as etapas de planejamento, implantação e operação, e situá-los espacialmente, sobretudo na área diretamente afetada.

O diagnóstico ambiental da área de influência da UHE São Manoel visa identificar suas características ambientais, econômicas e sociais e contextualizá-las à luz da implantação da usina hidrelétrica, segundo o projeto em estudo.

## 1.1 PRESSUPOSTOS BÁSICOS

Com base nessas questões, foram estabelecidos alguns pressupostos básicos:

- (i) **Dirigismo dos estudos:** o diagnóstico da área de influência do empreendimento deve ser orientado e direcionado para os aspectos que possam responder às questões formuladas no Termo de Referência, assim como aos impactos potenciais causados quando da implantação da usina hidrelétrica prevista.
- (ii) **Especificidade dos estudos:** o diagnóstico ambiental deve compreender o grau de detalhamento exigido para os elementos ambientais; a natureza e porte da usina hidrelétrica em projeto; a relevância dos fatores ambientais; a localização prevista para implantação do empreendimento e os critérios exigidos pelo empreendedor e pelos órgãos ambientais.
- (iii) **Interdisciplinaridade dos estudos:** os estudos decorrentes do diagnóstico ambiental que caracterizam os elementos ambientais pertinentes aos meios físico, biótico e socioeconômico devem ter como horizonte a análise integrada da área de influência do empreendimento. Essa condição será obtida a partir da identificação das relações de dependência e ou sinergia entre os fatores ambientais desenvolvidos na etapa do diagnóstico ambiental. Tal análise visa fornecer dados para avaliar e identificar todos os impactos decorrentes do empreendimento, assim como a qualidade futura da região.
- (iv) **Nivelamento das informações:** o diagnóstico ambiental da área de influência da UHE São Manoel deve considerar a necessidade de nivelar, sempre que possível, as fontes de consulta utilizadas, visando à adoção de variáveis e parâmetros que possuam a menor variabilidade no tempo e no espaço. Essa condição abrange a adoção de escalas cartográficas adequadas para espacializar os temas que serão analisados.
- (v) **Atualização das informações:** o diagnóstico ambiental é precedido por um levantamento de dados secundários, destinados a oferecer um quadro referencial da área de influência do empreendimento. Esses levantamentos, sistematizados a partir de fontes oficiais de consulta ou de bibliografia especializada, são complementados com levantamentos primários de campo. Em todas essas etapas deve-se considerar a natureza e porte do empreendimento em pauta, evitando-se a coleta de informações alheias aos objetivos dos estudos ambientais.
- (vi) **Inserção regional do empreendimento:** o diagnóstico ambiental deve abordar os aspectos necessários às inter-relações e influências positivas ou negativas da implantação do empreendimento em relação às políticas e obras governamentais de desenvolvimento, e demais políticas de conservação previstas para a área de influência.

## 1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 1.2.1 Procedimentos Gerais

O diagnóstico ambiental da área de influência da Usina Hidrelétrica São Manoel corresponde aos estudos dos meios físico, biótico e socioeconômico da área a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos gerados pela sua implantação, segundo a orientação estabelecida nos pressupostos básicos apontados anteriormente.

Com base no projeto da Usina Hidrelétrica São Manoel e visando atender ao Termo de Referência do IBAMA, foram definidos quatro recortes espaciais destinados a responder aos elementos

indispensáveis de análise dos meios físico, biótico e socioeconômico. Sua definição, abrangência e espacialização serão tratadas quando da abordagem dos temáticos. Para efeito de acompanhamento, o diagnóstico ambiental será desenvolvido individualmente em cada um dos temáticos e de acordo com o seguinte ordenamento das áreas:

- Área de Abrangência Regional (AAR) – corresponde à bacia do rio Teles Pires. O diagnóstico ambiental deverá incorporar as informações e análises geradas na Bacia do Rio Teles Pires, antes da implantação dos empreendimentos hidrelétricos nela previstos.
- Área de Influência Indireta (AII) – abrange a área real ou potencialmente vulnerável pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, contendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta.
- Área de Influência Direta (AID) – está contida na AII e está sujeita aos impactos diretos da implantação e operação da usina hidrelétrica.
- Área Diretamente Afetada (ADA) – corresponde à área sujeita à inundação para implantação do reservatório, Área de Preservação Permanente – APP e demais áreas abrangidas pelas estruturas físicas da UHE São Manoel.

A delimitação desses recortes espaciais foi realizada a partir das cartas planialtimétricas do IBGE, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 e do perfilamento a laser. Ressalta-se que essas áreas de influência poderão sofrer alguns ajustes, tendo em vista a obtenção de novas informações que venham a requerer adequações em seus limites.

O trabalho de perfilamento a laser, com geração de ortofotocartas da região do barramento e da área do reservatório acrescida de uma faixa de preservação permanente de 100 m, foi concluído em meados de outubro de 2007. Esse levantamento oferece uma aproximação maior às áreas de estudo e servirá para a confecção dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal da Área Diretamente Afetada pela UHE São Manoel.

### **1.2.2 Procedimentos Específicos**

O diagnóstico ambiental é desenvolvido em cada um dos temáticos, segundo a metodologia própria das disciplinas abordadas, buscando contextualizar a área de estudo antes da implantação da UHE São Manoel.

Os procedimentos de coleta de dados e informações e análises posteriores atendem, de uma forma geral, às seguintes condições:

- Maximização do uso de levantamentos já disponíveis e resultantes da coleta, tratamento, monitoramento e atualização usualmente feitos por órgãos governamentais da União, Estados e Municípios, entidades de classe, centros de pesquisa e Universidades.
- Tratamento dos dados e informações levantados por instituições públicas e privadas, visando à adequação às finalidades dos estudos ambientais da UHE São Manoel. Todas as bases e metodologias utilizadas para a realização dos cálculos e estimativas são especificadas, referenciadas e justificadas.
- Orientação adequada nos levantamentos a serem realizados na área de influência do empreendimento. No caso das informações disponíveis em nível de município, será feito um ajuste quando apenas uma parte da área territorial do município é afetada.

## 2. MEIO FÍSICO

### 2.1 INTRODUÇÃO

A seguir serão apresentadas e discutidas as características do meio físico nas áreas de influência do empreendimento UHE São Manoel considerando seus aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrogeológicos, sismológicos e de recursos minerais.

### 2.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A área de influência de um empreendimento corresponde aos limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos por ele provocados. São definidas a seguir a Área de Abrangência Regional (AAR), a Área de Influência Indireta (AII), a Área de Influência Direta (AID) e a Área Diretamente Afetada (ADA).

#### 2.2.1 Área de Abrangência Regional (AAR)

A Área de Abrangência Regional – AAR engloba todo o espaço da bacia do rio Teles Pires (**Figura 2.2-1**), onde deverão ser analisados os impactos cumulativos e sinérgicos decorrentes dos diversos aproveitamentos hidrelétricos inventariados e/ou já em fase de estudos de viabilidade.

#### 2.2.2 Área de Influência Indireta (AII)

Trata-se da área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento.

A Área de Influência Indireta da UHE São Manoel, para os estudos do meio físico, compreende o segmento da bacia hidrográfica que drena diretamente para o futuro reservatório. Desta forma, a AII se estende desde a foz do rio Apicás, situada 1,1 km a jusante do eixo previsto do barramento da UHE São Manoel, até o eixo da futura UHE Teles Pires, situado cerca de 40 km a montante.

O espaço definido para a AII da UHE São Manoel (**Figura 2.2-2**) compreende uma área de 807,23 km<sup>2</sup>, superfície esta que cobre as áreas de possíveis impactos indiretos do empreendimento.

#### 2.2.3 Área de Influência Direta (AID)

Área que circunscreve a ADA e cuja abrangência dos impactos incida ou venha a incidir de forma direta sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou alterando seu potencial de conservação ou aproveitamento. A delimitação da AID da UHE São Manoel foi estabelecida considerando uma faixa marginal adicional média de 1,00 km ao longo de todo o entorno da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento (**Figura 2.2-2**), compreendendo uma superfície de 312,00 km<sup>2</sup>.

#### 2.2.4 Área Diretamente Afetada (ADA)

Este é o espaço sujeito aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. A sua delimitação foi estabelecida em função das particularidades técnicas do empreendimento e das características biofísicas e socioeconômicas dos sistemas a serem estudados.

Para efeito dos estudos do meio físico, no estabelecimento da ADA da UHE São Manoel foram considerados os seguintes elementos:

- Reservatório: Inclui a área prevista para a formação do reservatório, na cota correspondente ao nível da água máximo maximorum (161,00 m).
- Áreas destinadas à instalação da infra-estrutura necessária à implantação e operação do empreendimento: São consideradas as áreas a serem ocupadas pelo canteiro de obras e alojamentos, as jazidas de materiais de empréstimo e os botas-fora, conforme determinado no estudo preliminar sobre o arranjo do empreendimento, e as áreas operacionais da UHE.
- Área de Preservação Permanente (APP): Considera uma faixa de 100,00 m de largura ao longo de todo o perímetro do reservatório.

Dessa forma, a superfície abrangida pela ADA (**Figura 2.2-2**) é de 115,19 km<sup>2</sup>.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

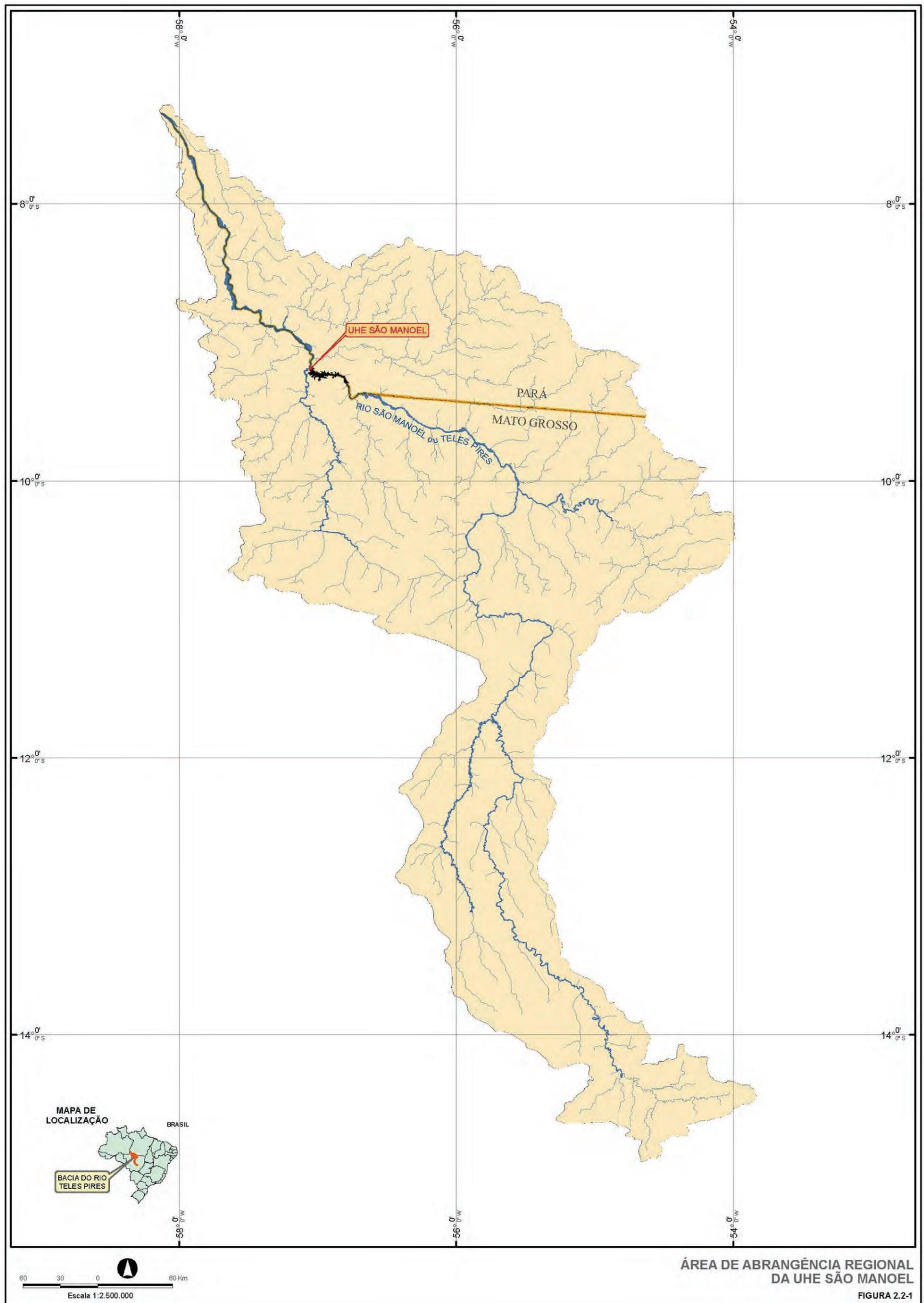


Figura 2.2-1 – Área de Abrangência Regional da UHE São Manoel

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

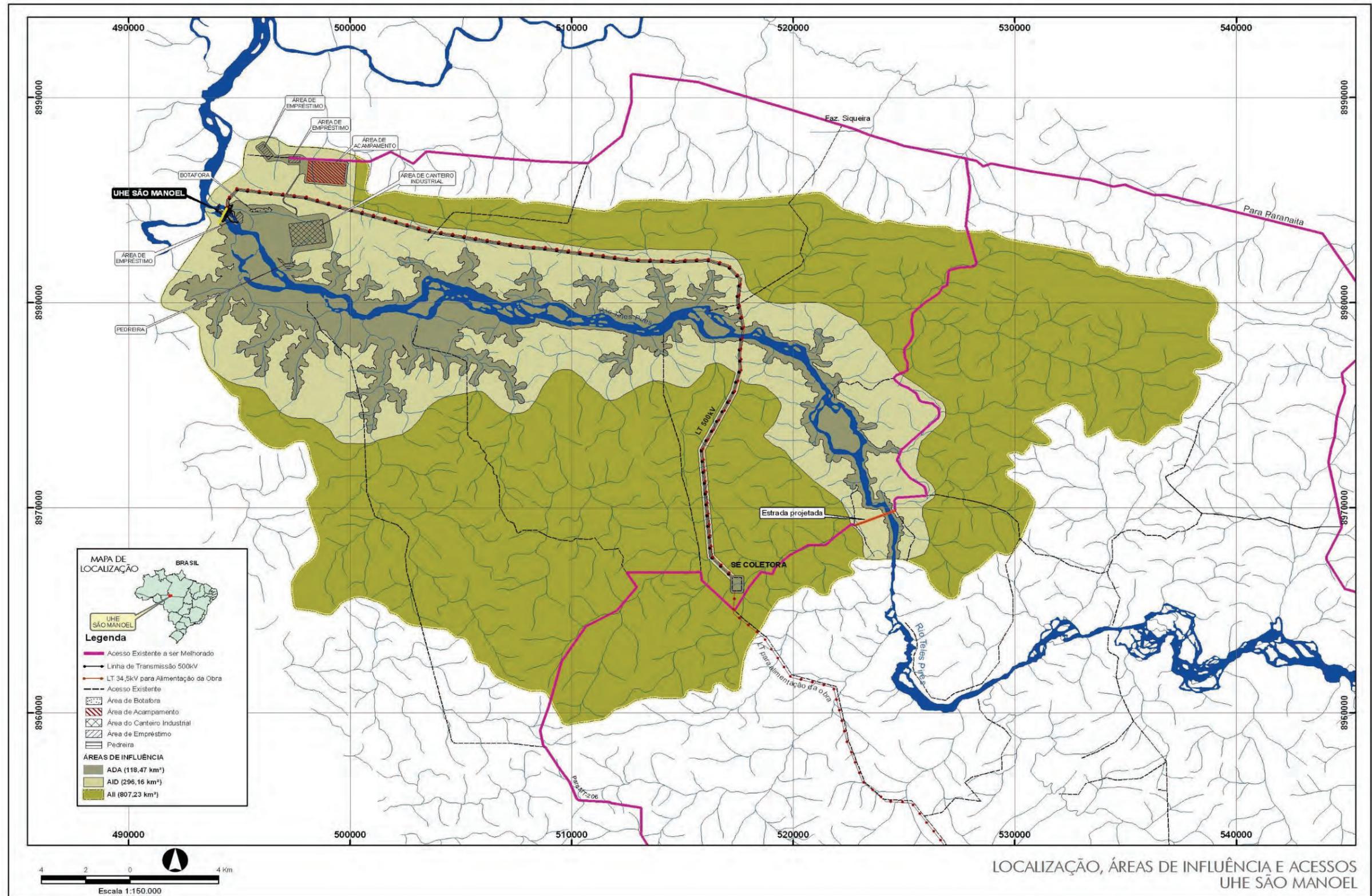


Figura 2.2-2 – Áreas de influência da UHE São Manoel

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TELES PIRES

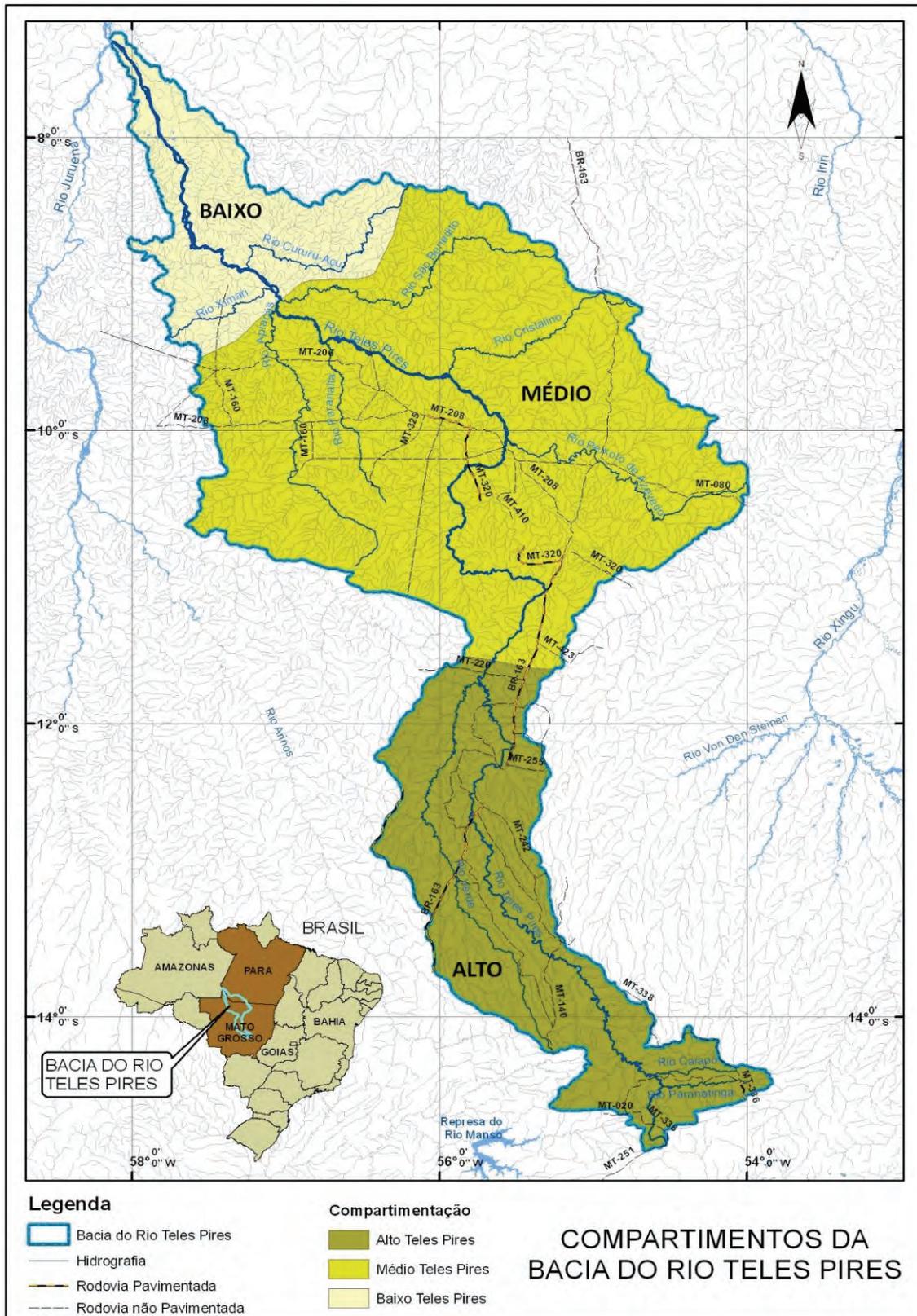
Os rios Teles Pires e Juruena são os grandes formadores do rio Tapajós, afluente da margem direita do rio Amazonas.

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires está localizada entre os paralelos com latitude 7° 00' e 15° 00' S e entre os meridianos com longitude 54° 00' e 58° 00' W, abrangendo uma área total de 142.660 km<sup>2</sup>.

O rio Teles Pires apresenta uma extensão de 1.431 km e tem suas nascentes nas serras Azul e do Finca Faca, a uma altitude de média de 800 m, desenvolvendo-se no sentido SE-NW até a confluência com o rio Tapajós, a uma altitude aproximada de 95 m.

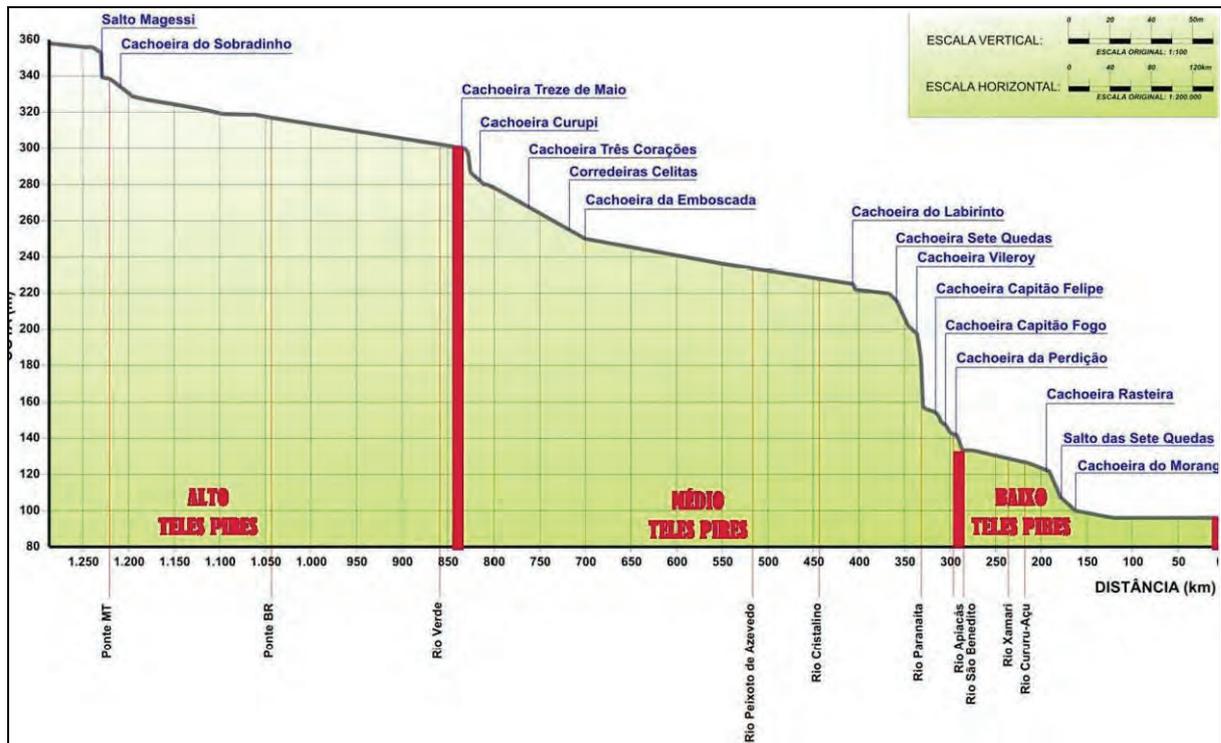
Os principais afluentes pela sua margem esquerda, todos com as bacias de drenagem localizadas no Estado do Mato Grosso, são os rios Verde, Paranaíta, Apiacás e Ximari. Pela margem direita, os rios Paranatinga, Caiapó, Peixoto Azevedo são os principais afluentes com bacias de drenagem no Estado do Mato Grosso, sendo que o rio Cristalino possui parte da sua bacia no Estado do Pará e parte no Estado do Mato Grosso, e os rios São Benedito e Cururu-Açu têm a totalidade das suas bacias inseridas no Estado do Pará.

Para a melhor compreensão das características físicas da bacia do rio Teles Pires, ela foi subdividida nos Estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia em três sub-bacias, denominadas Baixo, Médio e Alto Teles Pires. A **Figura 2.3-1** apresenta essa divisão em planta, de acordo com a caracterização efetuada nos Estudos de Inventário, destacando-se os principais afluentes. A **Figura 2.3.2** apresenta o perfil longitudinal do rio Teles Pires, cujas bases foram obtidas nos Estudos de Inventário.



Fonte: Mapa Base e Divisão da Bacia definida dos Estudos de Inventário/2005

**Figura 2.3-1 - Bacia do Teles Pires – Divisão da Bacia em Alto, Médio e Baixo Teles Pires**



Fonte: Perfil e Divisão da Bacia definida nos Estudos de Inventário/2005

**Figura 2.3-2 - Perfil Longitudinal do Rio Teles Pires**

### Baixo Teles Pires

Este trecho corresponde ao baixo curso do rio Teles Pires e se estende desde a confluência com o rio Juruena, em Barra de São Manuel, km 0, até a confluência com o rio São Benedito, km 285. Possui sub-bacia com área de drenagem de 22.916 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.053 km, comprimento axial de 285 km e diferenças entre cotas de 40 m.

Entre a foz e o km 162, onde se situa a cachoeira Morengo, o vale do rio Teles Pires se caracteriza por uma extensa faixa de planície e terraços fluviais que acompanha quase todo o segmento, com declividade média da ordem de 0,024 m/km.

No trecho entre o km 162 ao km 190, o rio assume um gradiente mais elevado, cerca de 0,731 m/km, passando por uma região de corredeiras, para depois voltar a apresentar as planícies e terraços fluviais com declividade média de 0,136 m/km.

Pela margem direita desta sub-bacia, encontra-se o limite sudoeste da terra indígena Munduruku, que se estende para norte das vizinhanças da cachoeira Morengo, ao longo do rio Tapajós até a foz do rio das Tropas. A essa área, segue outra área indígena, Kayabi, cujas aldeias localizam-se na margem direita do rio Teles Pires, estendendo-se desde a cachoeira Morengo até a foz do rio São Benedito, o que torna o trecho sujeito a legislação especial.

## Médio Teles Pires

O segundo segmento, que corresponde ao médio curso, estende-se da foz do rio São Benedito, km 285, ao km 850, aproximadamente, local a jusante da foz com o rio Verde e próximo à Cachoeira Treze de Maio. A área de drenagem da sub-bacia é de 82.300 km<sup>2</sup> e seu perímetro é de 1.257 km. O comprimento axial é de 565 km e as diferenças entre cotas é da ordem de 165 m.

Neste trecho, onde o rio Teles Pires rompe a serra dos Apiacás, encontra-se um tramo de queda concentrada que se inicia logo após a foz do rio São Benedito até cerca do km 360, onde a declividade média é de 1,106 m/km.

A seguir, a declividade do rio Teles Pires volta a reduzir, passando para 0,099 m/km, sendo seu curso marcado pela presença de ilhas fluviais, por um vale largo e plano e pela foz dos rios Cristalino e Peixoto Azevedo, afluentes do Teles Pires pela margem direita.

Entre os km 680 e 850, a declividade volta a acentuar para a ordem de 0,313 m/km, apresentando corredeiras e pequenos travessões. O vale se estreita em alguns locais, sendo marcado por platôs areníticos em ambas as margens.

## Alto Teles Pires

O alto curso do rio Teles Pires se estende desde a foz do rio Verde até suas nascentes, correndo sobre a Chapada dos Parecís.

Possui área de drenagem de 37.444 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.334 km, comprimento axial de 631 km, diferenças entre cotas de aproximadamente 500 m, resultando em uma declividade média de 0,792 m/km.

O primeiro tramo compreende da foz do rio Verde até o único acidente relevante, denominado Salto Magessi, localizado no km 1.230, onde a declividade média é de 0,105 m/km. Próximo às cabeceiras localiza-se a terra indígena Baikiri.

## Características Físicas das Sub-bacias do Rio Teles Pires

No **Quadro 2.3-1** é apresentado o resumo das principais características das sub-bacias definidas nos Estudos de Inventário, e da bacia total do rio Teles Pires, onde o perímetro, área, comprimento axial e diferença entre cotas foram obtidos em escala original de 1:250.000, e demais índices de acordo com a metodologia que se segue.

### *Forma da Bacia (kf)*

A forma da bacia é um parâmetro indicador da gênese de enchentes, onde a forma alongada ou retangular conduz à redução da potencialidade de ocorrência de grandes enchentes, e inversamente, a forma quadrada, indica grande possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, simultaneamente, toda a extensão da mesma e, conseqüentemente, ocasionando picos elevados de enchentes.

A avaliação da forma da bacia pode ser realizada pelo fator de forma (kf) proposto por Horton (1932) resultante da relação entre a área da bacia e o quadrado de seu comprimento axial (comprimento total do principal curso d'água), ou seja:

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

onde: A - Área de drenagem da bacia, em Km<sup>2</sup>; L - Comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em Km.

#### Compacidade (kc)

O fator de forma pode ser ratificado pelo cálculo do coeficiente de compacidade (kc), relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo com área igual à da bacia. Quanto mais próximo de 1 (um) o coeficiente de compacidade, mais a forma da bacia se aproxima de um círculo, sendo maior a potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes.

$$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

onde: P - Perímetro da Bacia em Km; A - Área da drenagem da bacia, em Km<sup>2</sup>.

#### Tempo de Concentração (tc)

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido pelo tempo de percurso em que a cheia em um curso d'água leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga, sendo ainda definido com o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para a vazão do exutório. Dentre as diversas fórmulas existentes para o seu cálculo, a do Soil Conservation Service - EUA foi utilizada, recomendada pelo Manual de Inventário da Eletrobrás.

$$t_c = 0,95 \cdot \frac{L^{0,385}}{H}$$

onde:  $t_c$  - Tempo de concentração, em horas; L - Comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em Km; H - Diferença entre cotas do ponto mais afastado e o considerado, em m.

### Quadro 2.3-1 - Bacia do Rio Teles Pires - Características e Índices das Sub-Bacias

Características e Índices	Baixo Teles Pires	Médio Teles Pires	Alto Teles Pires	Bacia Total
P - Perímetro (km)	1.053	1.257	1.334	3.052
A - Área (km <sup>2</sup> )	22.916	82.300	37.444	142.660
L - Comprimento axial (km)	285	565	631	1.481
H - Diferença entre cotas (m)	40	165	500	705
I = Declividade média (m/km)	0,14	0,29	0,79	0,48
kc = coeficiente de compacidade	1,96	1,23	1,93	2,26
kf = Fator de Forma	0,28	0,26	0,09	0,07
Tc = Tempo de Concentração	157,14	200,73	148,82	349,27

**Fonte:** Valores estimados pelo Consórcio Leme/Concremat, com base nas sub-bacias definidas nos Estudos de Inventário, 2005

Numa bacia estreita e longa, como a bacia do rio Teles Pires, a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo toda sua extensão, ao mesmo tempo, é menor que em bacias largas e curtas. Desta forma, analisando os 3 compartimentos da bacia do rio Teles Pires, observa-se que os trechos baixo e médio são mais largos do que o Alto Teles Pires, que possui uma bacia bem mais estreita e menos sujeita à enchentes do que a parte baixa e média.

O tempo de concentração em cada compartimento da bacia é semelhante, ficando entre 150 e 200 dias, o que pode ser considerado um tempo de concentração alto, típico de bacias com baixas taxas de impermeabilização.

As características físicas das bacias hidrográficas dos principais afluentes do rio Teles Pires, obtidas no Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Teles Pires (Eletronorte/Furnas/Eletronorte, 2005), são apresentadas no **Quadro 2.3-2**.

**Quadro 2.3-2 - Bacia do Rio Teles Pires - Características e Índices das Bacias Hidrográficas dos Principais Afluentes**

Características e índices	Afluentes pela margem direita						Afluentes pela margem esquerda			
	Rio Paranatinga	Rio Caiapó	Rio Peixoto de Azevedo	Rio Cristalino	Rio São Benedito	Rio Cururu-Açu	Rio Verde	Rio Paranaíta	Rio Apiacás	Rio Ximari
P – Perímetro (km)	207	197	754	430	632	452	819	364	726	288
A – Área (km <sup>2</sup> )	1.605	1.281	19.608	3.340	13.682	6.718	13.454	3.751	16.115	2.083
L - Comprimento axial (km)	139	85	330	255	365	273	469	196	353	132
Declividade média do rio (cm/km)	47	135	66	151	133	181	64	78	44	224
$kc = 0,282 P/A^{0,5}$	1,46	1,55	1,52	2,10	1,52	1,55	1,99	1,67	1,61	1,78
$kf = A/L^2$	0,08	0,18	0,18	0,05	0,10	0,09	0,06	0,10	0,13	0,12

Fonte: Estudos de Inventário, 2005, exceto (\*) a declividade média dos rios, que foi estimada a partir dos dados de comprimento axial e o desnível do rio. Para a estimativa do desnível foi obtida a altitude do curso d'água próximo à nascente e na foz com dados numéricos de terreno disponibilizados pela Embrapa na internet.

## 2.4 CLIMA

### 2.4.1 Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta

#### 2.4.1.1 Gênese e Circulação Atmosférica

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires localizada na região Centro-Oeste do Brasil, apresenta diversificação térmica, em função de seu relevo, que, basicamente, é composto por vastas superfícies baixas (inferiores a 200 m), extensas chapadas sedimentares (entre 700 e 900 m) e elevadas superfícies cristalinas (situadas entre 900 m e 1200 m de altitude), somadas a uma grande extensão latitudinal (7° e 15° de latitude sul).

Portanto, os fatores geográficos da topografia e altitude levam à diversificação térmica, os mecanismos atmosféricos atuam no sentido de criar uma uniformidade regional, determinando a distribuição das chuvas, com máximas no verão e mínimas no inverno.

No setor oriental da região durante todo o ano sopram ventos com direção preferencial de NE a E, do anticiclone subtropical semi-fixo do Atlântico Sul, determinando tempo estável em virtude de sua subsidência superior e conseqüente inversão de temperatura, que são constantes no inverno. No verão sopram ventos variáveis, também estáveis, das pequenas dorsais ou altas móveis, do anticiclone subtropical.

Mudanças repentinas nessa situação de tempo ensolarado são causadas por diferentes sistemas de circulação, dentre os quais se destacam as três seguintes:

- Sistema de correntes perturbadas de oeste, de linhas de instabilidade tropicais (IT), decorrente da entrada de ventos de W a NW trazidos por linhas de instabilidade, com o ar em convergência, formando chuvas e trovoadas. Esse fenômeno é comum no interior do Brasil, especialmente no verão. A origem parece ser resultado do movimento ondulatório que se verifica na Frente Polar Atlântica (FPA), quando em contato com o ar quente da zona tropical. A frequência desse sistema de circulação perturbada de oeste, caracteriza os tempos instáveis do verão na Região Centro - Oeste.
- Sistema de correntes perturbadas de norte da convergência intertropical (CIT), que gera chuvas de verão, precipitações no inverno e outono, especialmente nessa última estação, quando a CIT atinge sua penetração máxima no Hemisfério Sul. Na primavera, a influência da CIT é praticamente nula sobre a formação das chuvas na região, uma vez que ela se encontra bem ao norte do Equador. O extremo norte da bacia sofre muita influência dos movimentos dos sistemas convectivos da Amazônia centro meridional para o Brasil Central. As áreas convectivas, acompanham o movimento sazonal da zona de convergência intertropical (CIT) assim como o deslocamento e as trajetórias dos sistemas extratropicais, principalmente a propagação das frentes polares no continente sul americano.
- Sistema de correntes perturbadas de Sul, do anticiclone polar e frente polar (FP): esse sistema tem comportamento bem distinto no verão e no inverno; no verão, o aprofundamento e expansão do centro de baixa pressão do interior do continente impõe uma barreira à FP, fazendo com que ela se dissipe ou recue; só raramente ela consegue vencê-la. Devido a esse fenômeno, as chuvas frontais ficam praticamente ausentes da porção centro-norte da Região. No inverno, com o deslocamento do centro de baixa pressão (Baixa do Chaco) para norte, a FP atinge Mato Grosso com orientação NW – SE, caminhando no sentido NE ou E. Ela

provocam sua passagem, chuvas frontais e pré - frontais em toda região, com duração de 1 a 3 dias. Após a passagem da FP, a Região fica sob a ação do anticiclone polar, com céu limpo, pouca umidade específica e forte declínio de temperatura com a radiação noturna por cerca de 2 dias, após os quais retornam à região os ventos estáveis e relativamente quentes do anticiclone subtropical.

Apesar da parte norte da Região Centro-Oeste ser atingida no verão, outono e inverno pelas chuvas acarretadas pela CIT, estas chuvas são pouco frequentes e não chegam a influenciar o regime térmico. Os sistemas de circulação que determinam as condições de tempo e de clima na Região são os sistemas de correntes perturbadas de W a NW das ITs e de S a SW da FPA, geralmente sucedidas pelo anticiclone polar, com tempo bom, seco e temperaturas amenas a frias.

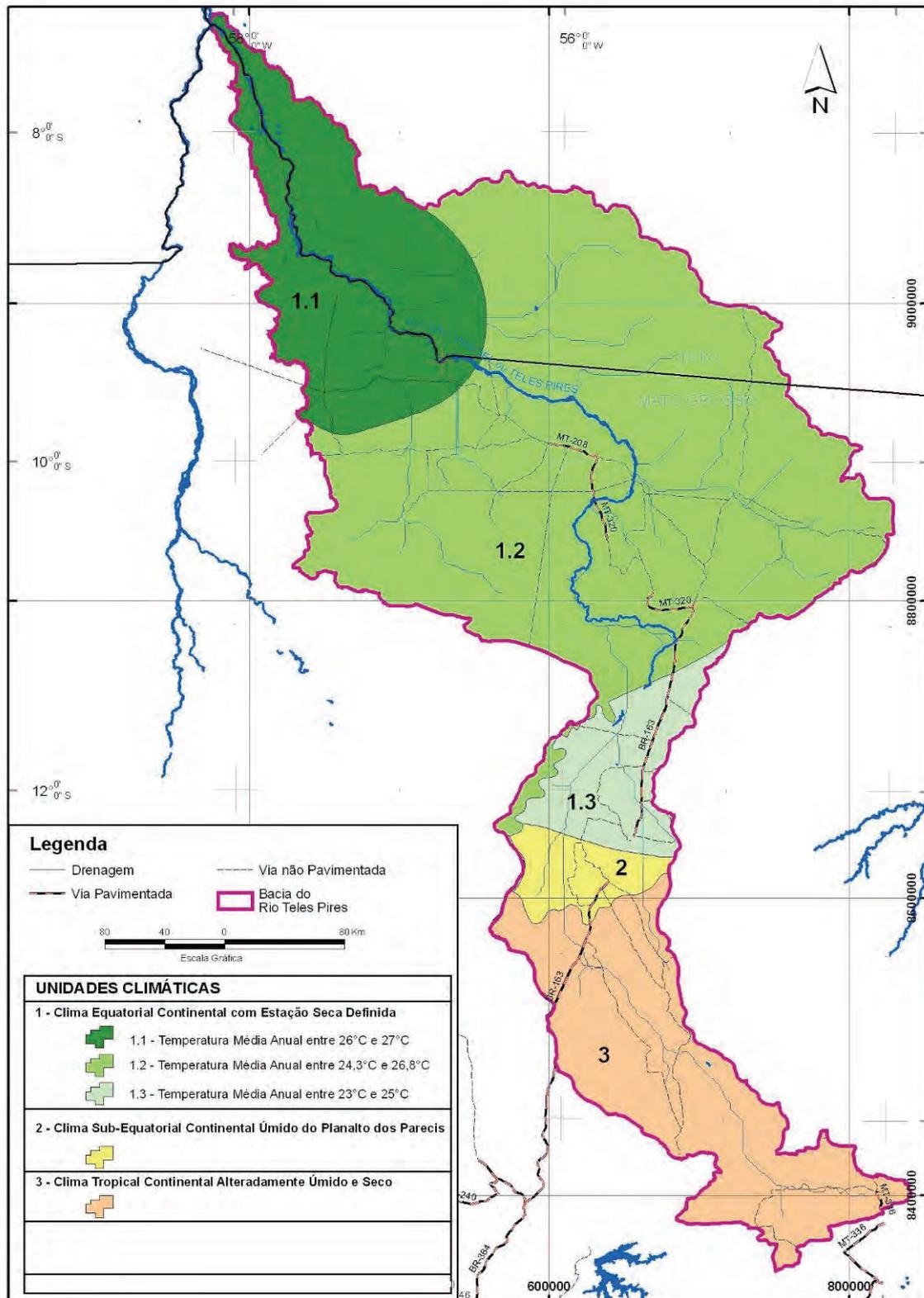
A classificação de Köppen, classifica o clima da região como do tipo Aw, ou seja, clima tropical chuvoso de savana, com um trimestre mais seco entre junho e agosto. A temperatura média anual varia em torno de 25 °C, sendo a média do mês mais frio inferior a 16 °C e a do mês mais quente superior a 34 °C, com inverno seco.

#### 2.4.1.2 Unidades Climáticas

Em relação às unidades climáticas a bacia do rio Teles Pires foi dividida em três unidades climáticas, conforme estudo de Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do estado do Mato Grosso (SEPLAN em 2001), sendo elas: (i) Clima Equatorial Continental com Estação Seca Definida; (ii) Clima Sub-Equatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis; e (iii) Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco. Para a cobertura da área de Jacareacanga, município do estado do Pará, inserida na bacia, foi utilizado o “Mapa de Classificação Climática do Estado do Pará” apresentado em GUIMARÃES *et al* ( 2001)<sup>1</sup>, correlacionando as unidades climáticas com as das áreas circunvizinhas, inseridas no estado do Mato Grosso.

As unidades climáticas são apresentadas na **Figura 2.4-1**, e descritas a seguir.

<sup>1</sup> GUIMARÃES,P.L., FONTINHAS,R.L.,OLIVEIRA,L.L., BARRETO,N.J.C.. III Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 03 a 05/09/2001, Maringá-PR, Núcleo de Meteorologia – SECTAM-PA.



Fonte: Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do estado do Mato Grosso (SEPLAN em 2001); GUIMARÃES, et al. (2001).

**Figura 2.4-1 – Unidades Climáticas da Bacia do rio Teles Pires**

## Clima Equatorial Continental com Estação Seca Definida

A área ocupada por esta Unidade Climática (1) abrange a faixa de latitude entre 7°30' S a 12°30' S e a longitude entre 54° a 58°15' WGr. O relevo se caracteriza pela predominância de terras baixas (altitudes variando de 100 a 400 m), entrecortadas longitudinalmente por planaltos e chapadas (400 a 600 m).

Uma das principais características desta unidade é que apesar de ser classificada como de clima Equatorial Continental, portanto, quente e úmido durante todo o ano, o período da estação seca é bem marcado. É uma “seca moderada” (deficiência de água), existente em quase toda essa região. A segunda característica é a existência de um elevado excedente hídrico (superior a 1.000mm). Constatase também uma faixa relativamente extensa de unidade climática de transição para os climas tropicais continentais alternadamente úmido e seco. Na realidade a transição desta região para o trecho do médio Xingu (Planalto dos Parecis) é marcada ou por aumento na intensidade da seca (de 200 a 300 para 250 a 350mm/ano) ou diminuição do excedente hídrico, ficando este entre 800 a 1.000mm.

Neste conjunto de terras baixas, onde predominam altitudes entre 200 a 300 metros se destacam na paisagem serras e maciços residuais, onde o fator altitude atenua localmente o aquecimento. Nestas áreas de clima local ocorre uma diminuição da evapotranspiração potencial e conseqüentemente uma diminuição da deficiência hídrica.

Essa unidade climática encontra-se dividida em 3 subunidades, descritas a seguir.

A sub-unidade 1.1, que ocorre na região do baixo curso do rio Xingu abrange trechos dos vales (altitudes entre 90 a 200 m) dos rios Roosevelt (no Extremo noroeste do Estado), e Juruena - Teles Pires.

A baixa latitude (8 a 9° LS) com altitudes entre 100 a 300 metros proporciona à esta região condição megatérmica, onde as temperaturas médias anuais oscilam entre 25,7 a 24,7°C, e as máximas entre 32,0 a 33,0°C e mínimas entre 19,5 a 21,0°C. As maiores amplitudes térmicas estão relacionadas ao ciclo dia e noite e não ao ciclo estacional; a amplitude térmica diária desta unidade varia entre 10° a 12°, enquanto que a amplitude anual fica entre 1° a 2°C.

O total pluviométrico médio varia entre 2.000 a 2.500mm. A estação seca abrange o período de junho a setembro, com 200 a 250mm de deficiência hídrica. O excedente hídrico é elevado, chegando a 1.200mm, tendo uma duração de 8 meses (outubro a abril). A Serra dos Apiacás, devido a sua altitude, apresenta uma pequena atenuação térmica, suficiente para reduzir um pouco os déficits na estação seca e aumentar os excessos na estação chuvosa.

A Segunda Sub-Unidade (1.2), corresponde às faixas de altitude entre 200 e 400 m e corresponde à região do baixo/médio Teles Pires, incluindo a Bacia do Peixoto de Azevedo. Em relação ao relevo corresponde aos vales, depressões e colinas baixas da Depressão Sul Amazônica e aos maciços e chapadas residuais do Norte de Mato Grosso. O balanço hídrico apresenta um elevado volume de excedente hídrico, com um total anual de 1198mm. A distribuição mensal deste excedente é máxima durante os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. No entanto, em novembro e abril o excedente é ainda considerável, 129 e 90mm respectivamente. A deficiência hídrica anual é de 244mm, iniciando em maio e se prolongando até setembro.

As propriedades deste sistema climático são semelhantes às da unidade 1.1, no entanto, o aquecimento do ar é atenuado pela altitude. As temperaturas médias anuais variam entre 24,3° e 26,8°C e os totais pluviométricos médios oscilam entre 1.800 e 2.200 mm. A estação mais chuvosa se concentra nos meses de janeiro-fevereiro e março.

A subunidade 1.3 (Equatorial Continental de Altitude) corresponde às superfícies mais elevadas do Planalto dos Parecis (altitudes entre 400 a 600 m). Essa altitude, somada à disposição do relevo em relação ao escoamento troposférico (úmido e instável) de norte e noroeste, proporcionam áreas climáticas mais amenas e mais úmidas. A pluviosidade média anual varia entre 2.200 e 2.600 mm, enquanto as temperaturas médias anuais situam-se entre 23° e 25°C.

A principal característica desta subunidade 1.3 é o aumento da deficiência hídrica para valores entre 300 a 350mm, enquanto o excedente hídrico se mantém elevado, entre 1.000 e 1.200mm. O balanço hídrico médio mensal de Vera indica armazenamento máximo de água no solo de novembro a abril, com um excedente total de 1.033mm. A estação seca tem início em maio e se prolonga até setembro, com uma deficiência moderada de 269mm.

### **Clima Sub-Equatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis**

O incremento da seca estacional (déficit hídrico entre 300 e 350mm), aliado aos excedentes hídricos, que variam de 800 a 1.000mm, caracteriza uma faixa de transição climática dentro do Planalto dos Parecis que, dentro do território da bacia do rio Teles Pires, corresponde a uma estreita faixa, conforme apresentada na **Figura 2.4-1**. Nesta faixa predomina o clima Sub-Equatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis (unidade 2). No entanto, os totais anuais médios ficam entre 1.600 a 2.000mm. Por outro lado, o aumento da altitude média (300 a 400 metros) e da latitude diminui o aquecimento, reduzindo a variação das temperaturas médias anuais que, nesse trecho, situam-se entre 25° e 24°C.

O período chuvoso se estende de outubro a março, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são aqueles de maior concentração das chuvas e o período seco, em geral, vai de abril a setembro.

As condições climáticas associadas à mudança na instabilidade atmosférica provocadas pelos anticiclones tropicais continentais (alta subtropical), cuja trajetória é do ESE para WNW, cria neste trecho da bacia condições climáticas um pouco mais secas, e provavelmente com um ritmo mais irregular do que a jusante. A intensidade da falta de água no período de maio a setembro sobe para 300 a 350mm (considerada como de moderada a severa). No entanto, os totais anuais de excedente hídrico ainda se mantêm na faixa de 800 a 1000mm. A duração deste período com excesso vai de novembro a abril.

### **Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco**

O território ocupado por esta Unidade Climática (3) apresenta como característica principal a continentalidade (distante mais de 1.500 km do Oceano Atlântico Sul), fato esse que torna muito importante o controle climático exercido pelas formas do relevo, bem como pela orientação desse relevo, responsável por uma participação maior dos sistemas Extratropicais (Frente e Anticiclone Polar) em relação ao Clima Equatorial Continental (unidade 1).

Outra característica do clima tropical alternadamente úmido e seco é a sua regularidade. A repetição e a alternância quase cíclica do movimento estacional quente e úmido conferem a esta realidade climática um grande espectro de uso e exploração dos recursos climáticos. Apesar de algumas diferenças e mudanças de ritmo, as alterações têm intervalos temporais de médios a longos ciclos, ou seja, apenas quando ocorrem mudanças nos padrões de circulação atmosférica de larga escala é que são produzidas mudanças quantitativas consideráveis. Assim, os ciclos estacionais são quase regulares, com 6 a 7 meses de predomínio da estação chuvosa (de outubro-novembro a março-abril) e 4 a 5 meses com estação seca definida (de maio a setembro), permite um planejamento confiável no

desenvolvimento e desempenho da atividade agropecuária. O período seco (abril a setembro) acusa valores de deficiência hídrica entre 250 e 300 mm/ano.

O segundo aspecto em termos de importância é a existência de um conjunto substancial de terras altas (chapadas e planaltos com altitudes entre 400 a 800 metros) o que provoca alterações térmicas, possibilitando identificar conjuntos climáticos distintos. A atenuação térmica conduz implicitamente a um aumento da disponibilidade hídrica, diminuindo o rigor das altas perdas de água superficial. Além deste aspecto, a orientação, a forma do relevo e a altitude agem dinamicamente nos fluxos de vento, aumentando os valores da precipitação pluviométrica.

Nas áreas com altitudes de 400 e 600 m os valores médios de pluviosidade anual oscilam entre 1.800 e 2.100 mm e as temperaturas médias anuais entre 23°C e 24°C.

### 2.4.1.3 Principais Parâmetros Meteorológicos

A bacia do rio Teles Pires dispõe de uma rede de estações climatológicas reduzida e espacialmente mal distribuída, o que dificulta a caracterização das condições climáticas dessa bacia.

Dentre os pontos de monitoramento climatológico existentes, pode-se citar a rede de estações operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para as quais se dispõe de dados da publicação *Normais Climatológicas 1960-1990*.

Estas variáveis são disponibilizadas por meio dos valores médios mensais e anuais dos parâmetros meteorológicos listados a seguir: pressão atmosférica, temperatura média do ar, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, precipitação total, precipitação máxima em 24 horas, evaporação total, umidade relativa do ar, insolação total e nebulosidade.

As Normais Climatológicas são obtidas através do cálculo dos valores médios observados e obedecem aos critérios e normas recomendados pela Organização Meteorológica Mundial – OMM, a última publicação apresenta dados dos anos de 1961 a 1990.

Os dados utilizados para a caracterização climatológica da bacia do rio Teles Pires foram obtidos das *Normais Climatológicas (1961-1990)*, publicadas em 1992 pelo INMET, depois de realizada uma comparação com os dados medidos nas estações, isto devido a pouca representatividade dos dados históricos das estações. Uma única exceção é apontada quanto aos dados de precipitação, que serão abordados mais adiante. As estações estudadas são apresentadas no **Quadro 2.4-1** e a localização em planta, é mostrada na **Figura 2.4-2**. A Ficha descritiva da estação climatológica implantada na Fazenda Fortuna é apresentada no **Anexo 2.4-1**.

A rede climatológica na região da bacia do rio Teles Pires possui atualmente 5 estações climatológicas em funcionamento, sendo que duas estações de Alta Floresta, a estação de Cidade Vera (ou Gleba Celeste), a estação implantada no âmbito destes estudos localizadas no interior dos limites da bacia; e a estação de Diamantino, nas cercanias da mesma. Dessas estações, Cidade Vera e Diamantino pertencem ao INMET; uma das estações de Alta Floresta pertence ao CPTEC-INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –, cujos dados são disponibilizados na internet pela Agência Nacional de Águas – ANA. Existe uma segunda estação climatológica em Alta Floresta, operada pela Aeronáutica no aeroporto da cidade. A estação implantada na Fazenda Fortuna vinha sendo operada pelo Consórcio e deve ser entregue em funcionamento junto com o projeto de viabilidade das UHEs de São Manoel e Teles Pires. Existe uma

outra estação climatológica do INMET nas cercanias da bacia hidrográfica, a de Alto Tapajós, mas para a qual só foram obtidos dados de precipitação.

**Quadro 2.4-1 - Estações Climatológicas Estudadas**

Código	Estação	Responsável	Período dados	Coordenadas	Altitude (m)
83309	Diamantino	INMET	1962 a 1990	14°24' S, 56°27' W	286
83264	Cidade Vera (ou Gleba Celeste)	INMET	1973 a 1990	12°17' S, 55°17' W	416
82741	Alto Tapajós*	INMET	1961 a 1976	07°21' S, 57°31' W	-
00956003	Fazenda Fortuna	Leme/Concremat	2008 e 2009	09°10' S, 56°54' W	-
00956000	Alta Floresta	CPTEC-INPE	1978 a 2007	09°45' S, 56°15' W	272
-	Alta Floresta	Aeronáutica	1988 a 2007	09°52' S, 56°06' W	272

Existem outras duas estações da rede de superfície convencional do INMET na região da bacia hidrográfica do rio Teles Pires, em Matupá-MT e São José do Rio Claro-MT; no entanto, os dados destas duas estações não constam na publicação Normais Climatológicas 1961-1990 e não foi possível a obtenção dos mesmos junto ao INMET.

As estações climatológicas localizadas nas áreas delimitadas da AID e ADA são as estações de Alta Floresta e a estação climatológica implantada por este Consórcio na Fazenda Fortuna, próximo ao local da UHE São Manoel.

Quanto à estação climatológica implantada, ainda não é possível comparar os dados coletados com as informações existentes de outras estações ou da publicação normais climatológicas, pois os períodos de dados são diferentes. Os dados coletados na estação implantada, bem como sua ficha descritiva, são apresentados no **Anexo 2.4-1**.

A estação climatológica da Aeronáutica em Alta Floresta possui histórico de dados fornecidos pelo Instituto de Controle do Espaço Aéreo - ICEA no período de maio/1988 a setembro/2007, constando dados mensais de:

- Precipitação
- Temperatura do ar: média, mínima e máxima
- Umidade relativa do ar: média, mínima e máxima
- Velocidade dos ventos: média e máxima
- Direção de ventos: 1ª direção predominante e 2ª direção predominante

A estação climatológica do CPTEC-INPE em Alta Floresta possui dados de julho/1978 a outubro/2007, com falha de cerca de 10 anos na década de 1980. O histórico possui dados de:

- Precipitação;
- Temperatura do ar: mínima e máxima;
- Temperatura da água: máxima e mínima;
- Velocidade do vento (anemômetro do tanque);
- Tanque evaporimétrico;
- Evaporímetro de Piche;
- Psicrômetro, com leituras dos bulbos seco e úmido.

Os dados de precipitação foram comparados com dados de estações de precipitação próximas, considerando os períodos comuns.

Os valores médios de umidade relativa, temperatura e velocidade dos ventos foram comparados com valores apresentados na publicação Normais Climatológicas (1961-1990), do INMET, apesar de os períodos de dados não serem comuns. Este tipo de comparação foi realizado apenas para verificar se a ordem de grandeza dos dados é semelhante, não podendo ser utilizado para aferição da precisão dos dados.

As estações com dados disponíveis, utilizados nos estudos deste item, foram as seguintes:

- Estação climatológica da Aeronáutica em Alta Floresta;
- Estação climatológica do CPTEC-INPE em Alta Floresta;
- Estações pluviométricas da ANA em Alta Floresta (00956000) e Jusante Foz Peixoto de Azevedo (00956001);
- Estações climatológicas de Diamantino (83309) e Cidade Vera (83264), dados médios da publicação Normais Climatológicas (1961-1990), do INMET.

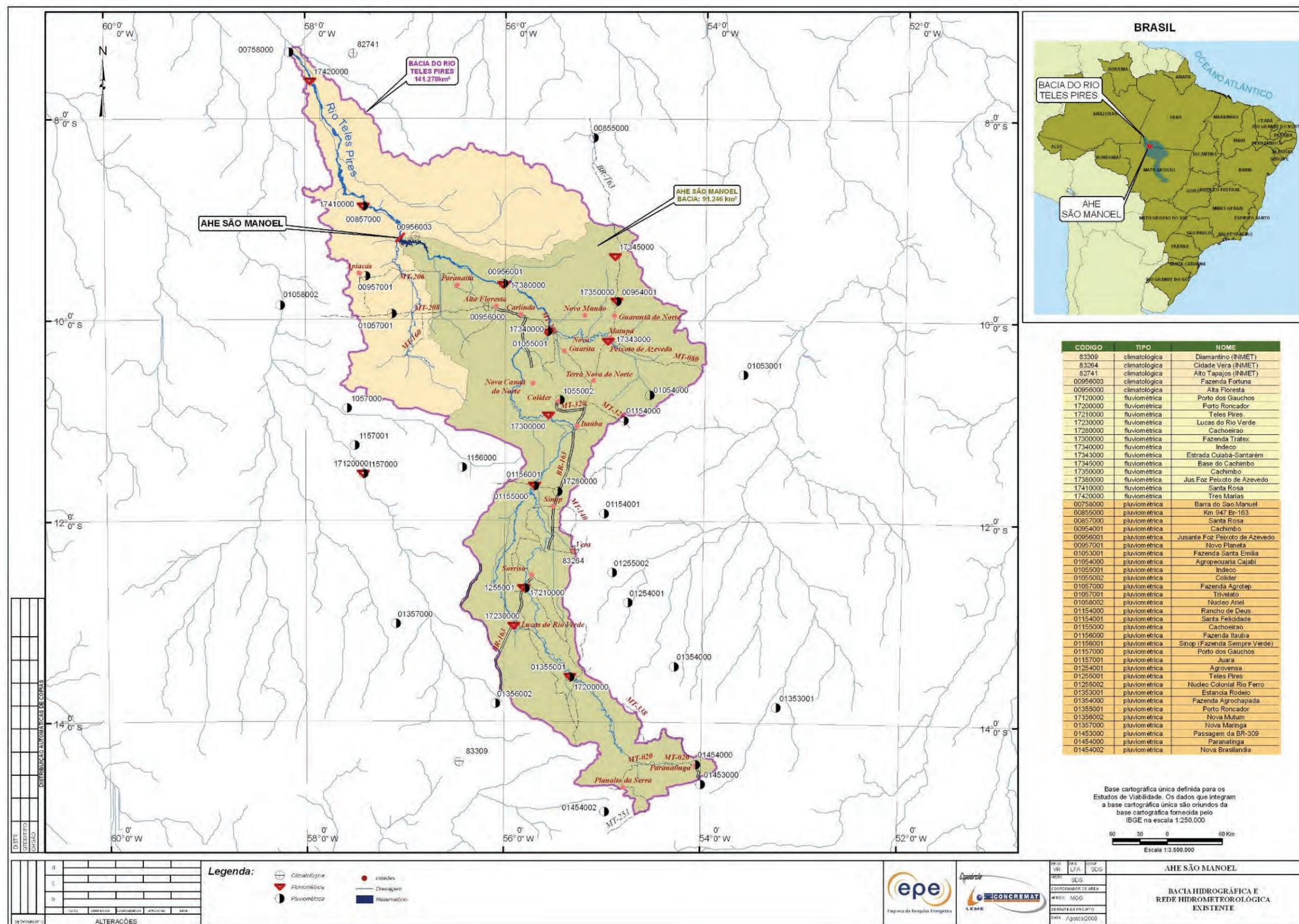


Figura 2.4-2 – Bacia Hidrográfica e Rede Hidrometeorológica Existente

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

## Temperatura

Foi realizada, inicialmente, uma comparação entre os dados médios de temperatura da estação da Aeronáutica com os valores médios das estações de Cidade Vera e Diamantino, do INMET, constantes na publicação Normais Climatológicas (1961-1990). As estações distam, em linha reta, cerca de 260 km e 500 km, respectivamente, de Alta Floresta.

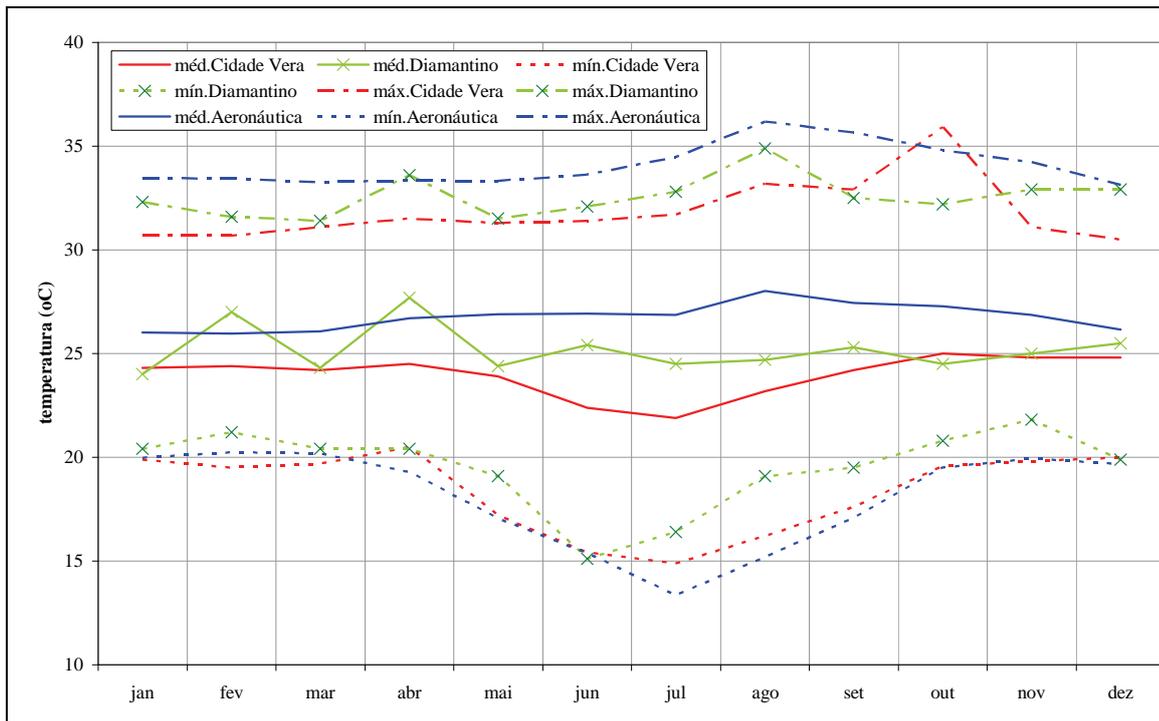
Os dados de temperaturas médias, mínimas e máximas mensais nas estações da Aeronáutica, em Alta Floresta, e do INMET, em Cidade Vera e Diamantino, são apresentados no **Quadro 2.4-2** e na **Figura 2.4-3**.

De forma geral, as temperaturas monitoradas pela estação da Aeronáutica em Alta Floresta são pouco superiores àquelas observadas nas estações do INMET, em Cidade Vera e Diamantino.

Alguns valores de temperatura máxima e média nas estações do INMET apresentam descontinuidades em relação aos valores dos meses anterior e seguinte, o que não é usual em termos de temperaturas médias, sugerindo a ocorrência de possíveis erros de digitação. Para utilização dos dados de temperatura, esse estudo desconsiderou os valores marcados como inconsistentes e utilizou a média dos valores dos meses anterior e posterior.

**Quadro 2.4-2 – Temperaturas médias (oC), mínimas e máximas mensais nas estações de Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

Mês	Temperatura média			Temperatura mínima			Temperatura máxima		
	Aeron.	Cid.Vera	Diaman.	Aeron.	Cid.Vera	Diaman.	Aeron.	Cid.Vera	Diaman.
jan	26,0	24,3	24,0	20,0	19,9	20,4	33,5	30,7	32,3
fev	26,0	24,4	27,0	20,2	19,5	21,2	33,4	30,7	31,6
mar	26,1	24,2	24,3	20,2	19,7	20,4	33,3	31,1	31,4
abr	26,7	24,5	27,7	19,3	20,5	20,4	33,4	31,5	33,6
mai	26,9	23,9	24,4	17,1	17,2	19,1	33,3	31,3	31,5
jun	26,9	22,4	25,4	15,4	15,4	15,1	33,6	31,4	32,1
jul	26,9	21,9	24,5	13,4	14,9	16,4	34,5	31,7	32,8
ago	28,0	23,2	24,7	15,2	16,2	19,1	36,2	33,2	34,9
set	27,4	24,2	25,3	17,1	17,6	19,5	35,7	32,9	32,5
out	27,3	25,0	24,5	19,5	19,6	20,8	34,8	35,9	32,2
nov	26,9	24,8	25,0	19,9	19,8	21,8	34,2	31,1	32,9
dez	26,2	24,8	25,5	19,7	20,0	19,9	33,1	30,5	32,9
ano	26,8	24,0	25,2	18,1	18,4	19,5	34,1	31,8	32,6



**Figura 2.4-3 – Temperaturas (°C) Médias, Mínimas e Máximas Mensais na Estação da Aeronáutica em Alta Floresta (1988-2007) e em Estações do INMET (Normais Climatológicas (1961-1990))**

Nesses dados, pode-se observar que na região da bacia do rio Teles Pires as temperaturas são caracterizadas por um trimestre mais frio entre junho e agosto. O período mais quente é pouco definido, visto que as máximas não estão concentradas em um único período do ano, podendo ocorrer durante o trimestre setembro - novembro.

A temperatura média anual na região é estimada em cerca de 25°C, com médias extremas variando entre 32°C e 19°C, aproximadamente. No Posto Cidade Vera foi registrada a temperatura máxima absoluta de 38,5 °C, ocorrida em agosto de 1988, e mínima absoluta de 4,0 °C em maio de 1977. Para o Posto Diamantino a temperatura máxima absoluta registrada foi de 41,0 °C, ocorrida em agosto de 1962, e mínima absoluta de 1,2 °C em agosto de 1970.

O Posto da Aeronáutica, apesar de apresentar histórico de dados mais recentes, 1988-2007, cobrindo período não abrangido na publicação Normais Climatológicas 1961-1990, apresenta valores médios semelhantes, para temperaturas médias, mínimas e máximas.

### Umidade Relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar foram comparados apenas os valores médios. Embora o histórico de dados da Aeronáutica possua valores de umidade relativa mínima e máxima para cada mês, a publicação do INMET não possui este tipo de dado para comparação.

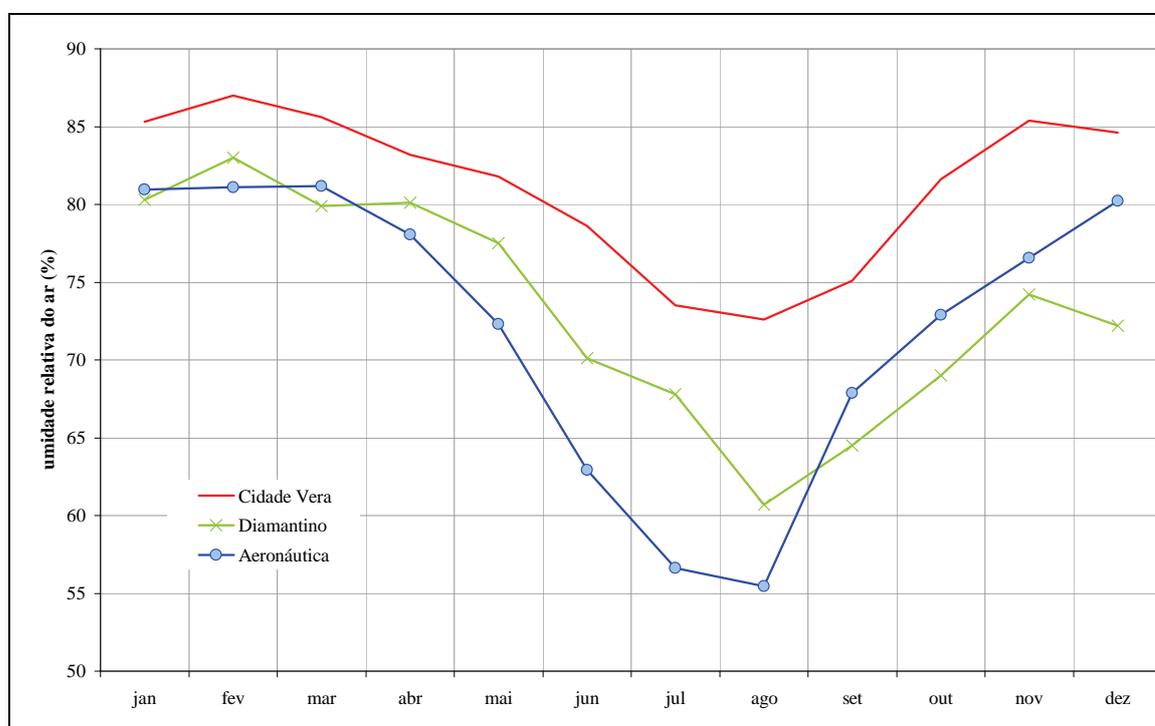
Os valores médios mensais de umidade relativa do ar nas estações da Aeronáutica, em Alta Floresta, e do INMET, em Cidade Vera e Diamantino, estão apresentados no **Quadro 2.4-3** e na **Figura 2.4-4**. De forma geral, nas estações da Aeronáutica e em Diamantino os dados apresentam ordem de

grandeza semelhante e o mesmo comportamento anual, com período de menor umidade relativa do ar ocorrendo entre junho e setembro. Na estação de Cidade Vera a umidade relativa do ar apresenta-se um pouco mais alta que nas outras duas estações.

De forma geral, a umidade relativa na região apresenta valores com média anual superior a 70%, com índices mais elevados no período de janeiro a março.

**Quadro 2.4-3 – Umidade Relativa do Ar nas Estações Climatológicas de Diamantino, Cidade Vera e Aeronáutica - Normais Climatológicas 1961-1990**

Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Diamantino	80,3	83,0	79,9	80,1	77,5	70,1	67,8	60,7	64,5	69,0	74,2	72,2	73,3
Cidade Vera	85,3	87,0	85,6	83,2	81,8	78,6	73,5	72,6	75,1	81,6	85,4	84,6	81,2
Aeronáutica	80,9	81,1	81,2	78,1	72,3	62,9	56,6	55,4	67,9	72,9	76,6	80,2	72,2



**Figura 2.4-4 – Umidade Relativa do Ar nas Estações Climatológicas de Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

## Evaporação

Dados de evaporação foram obtidos da estação climatológica do CPTEC-INPE em Alta Floresta e da publicação Normais Climatológicas 1961-1990, em Diamantino e Cidade Vera.

Os dados disponíveis para a estação do CPTEC-INPE, tanto do tanque evaporimétrico quanto do evaporímetro de Piche, referem-se às leituras dos instrumentos. A obtenção dos valores de evaporação do tanque é feita a partir das leituras de nível do tanque, antes e após o complemento do volume do tanque, e de precipitação. Ao se analisar os dados em conjunto, foram observadas algumas inconsistências, casos em que o dado foi descartado e considerado como falha na observação.

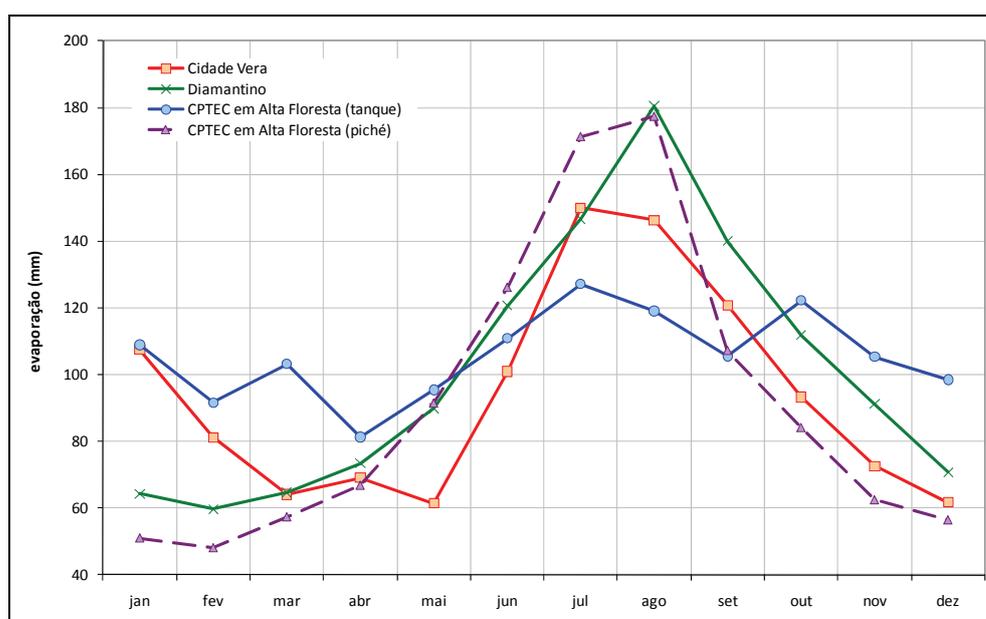
Os dados do evaporímetro de Piché são analisados de forma similar, exceto pela consideração da precipitação. Muitas vezes, as leituras diárias após o complemento do volume do evaporímetro se confundiam com leituras que não apresentavam o complemento (valor zero na leitura e no complemento). Nestes casos, foram consistidos diversos dados diários, de modo a evitar a obtenção de valores negativos de evaporação.

Os valores de evaporação do tanque evaporimétrico do CPTEC-INPE foram multiplicados pelo fator 0,7 para obtenção dos valores de evaporação comparáveis com os valores das normais climatológicas.

Foi realizada uma análise preliminar com os dados médios, sabendo-se que existem algumas falhas e que o período de dados da estação do CPTEC-INPE não é comum com o período das Normais Climatológicas. Os dados podem ser observados no **Quadro 2.4-4** e na **Figura 2.4-5**.

**Quadro 2.4-4 – Evaporação média mensal (mm) em Alta Floresta (CPTEC), Cidade Vera e Diamantino (Normais Climatológicas 1961-1990)**

Mês	CPTEC (tanque)	CPTEC (piché)	Cidade Vera	Diamantino
Jan	108,9	51,0	107,5	64,3
Fev	91,7	48,1	81,2	59,7
Mar	103,2	57,4	64,1	64,7
Abr	81,3	66,8	69,1	73,4
Mai	95,4	91,4	61,4	89,9
Jun	110,9	126,1	101,0	120,7
Jul	127,1	171,3	150,0	146,7
Ago	119,0	177,3	146,3	180,5
Set	105,5	107,2	120,8	140,1
Out	122,3	84,1	93,3	111,8
Nov	105,3	62,5	72,6	91,2
Dez	98,5	56,4	61,8	70,8
Ano	1.269,2	1.099,6	1.229,1	1.213,8



**Figura 2.4-5 – Evaporação média mensal em Alta Floresta (CPTEC), Cidade Vera e Diamantino (Normais Climatológicas 1961-1990)**

Em termos gerais, os valores médios mensais apresentam sensível variação, mas são da mesma ordem quanto ao total anual de evaporação. Os valores médios obtidos a partir do evaporímetro de Piché para Alta Floresta apresentam variação semelhante às normais de Diamantino, com cerca de 10% de diferença na evaporação total anual.

A estação de Cidade Vera apresentava, na fonte, valor atípico de evaporação no mês de maio (161,4mm), o que pode ser devido a possível erro de digitação. O valor foi alterado para 61,4mm, de forma a manter o valor da evaporação total anual observado na fonte original.

Com base nos valores de evaporação total nas estações Cidade Vera e Diamantino, a evaporação anual média para a região em estudo pode ser estimada em 1.170 mm. O período que apresenta evaporação mais intensa é compreendido entre os meses de maio e outubro, enquanto os de menores valores acontecem entre novembro e abril.

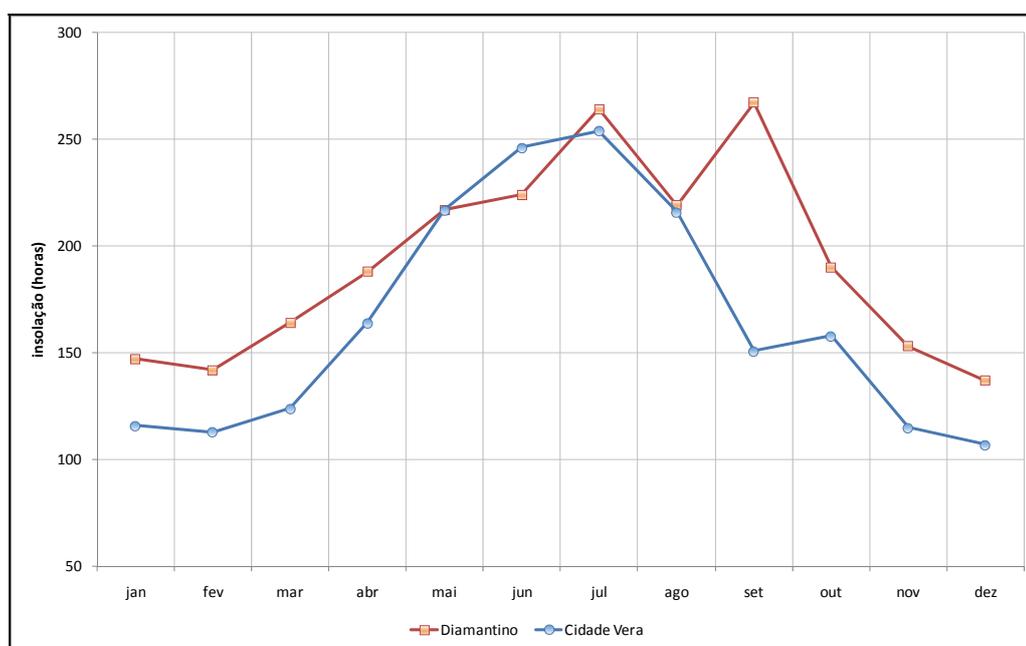
### Insolação e Nebulosidade

A insolação total na região, representada pelas estações climatológicas de Cidade Vera e Diamantino, é apresentada no **Quadro 2.4-5** e na **Figura 2.4-6**.

O período de maio a setembro apresenta os índices mais elevados do ano, coincidindo com o período mais seco. Inversamente, o período de outubro a abril os menores índices de insolação, coincidindo com a época das chuvas.

**Quadro 2.4-5 – Insolação Total (h) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Cidade Vera	116	113	124	164	217	246	254	216	151	158	115	107	1981
Diamantino	147	142	164	188	217	224	264	219	267	190	153	137	2311



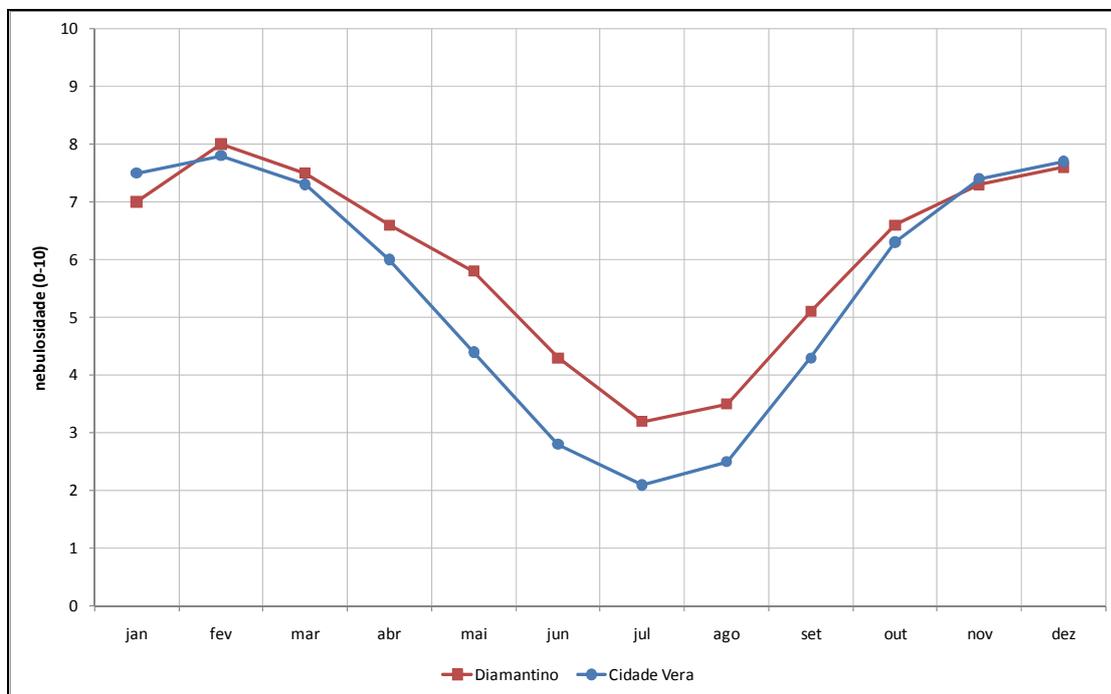
**Figura 2.4-6 – Insolação Total (h) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

A nebulosidade média na região, representada pelas estações climatológicas de Diamantino e Cidade Vera, é apresentada no **Quadro 2.4-6** e na **Figura 2.4-7**.

O período de outubro a abril apresenta os índices mais elevados de nebulosidade do ano, coincidindo com o período chuvoso.

**Quadro 2.4-6 - Nebulosidade (0-10) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Diamantino	7,0	8,0	7,5	6,6	5,8	4,3	3,2	3,5	5,1	6,6	7,3	7,6	6,0
Cidade Vera	7,5	7,8	7,3	6,0	4,4	2,8	2,1	2,5	4,3	6,3	7,4	7,7	5,5



**Figura 2.4-7 - Nebulosidade (0-10) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

### Velocidade e Direção dos Ventos

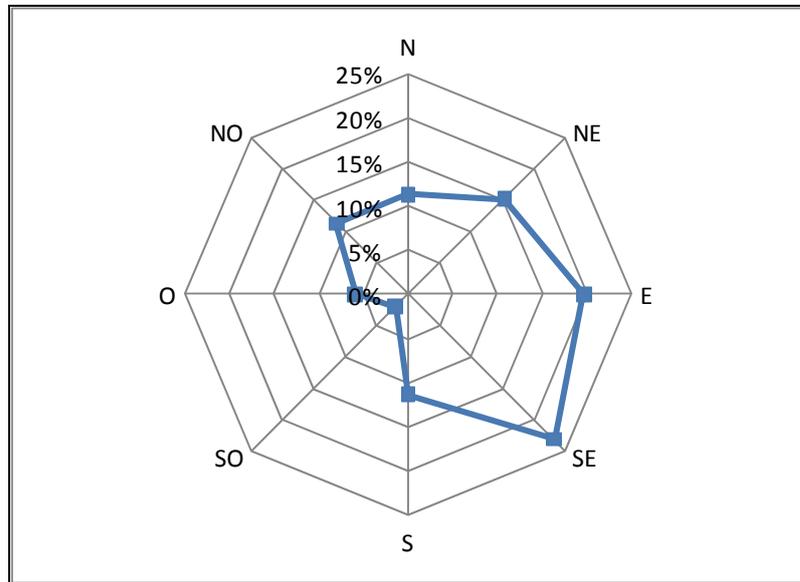
Quanto à velocidade e direção dos ventos, só existe histórico de dados na estação climatológica da Aeronáutica. A velocidade média dos dados apresentados, para aquela estação, é de 3,1 km/h, e a velocidade máxima medida é de 42,0 km/h.

Os dados obtidos da estação climatológica do CPTEC-INPE não representam uma amostra significativa para realizar análises. Os dados de velocidade média do vento dessa estação, medidos em anemômetro elevado, em apenas 7 dias não são representativos.

Para determinar a direção dos ventos, foram obtidos dados da estação climatológica de Alta Floresta, da Aeronáutica. Foi obtida a série de dados mensais, do período de 1988 a 2007. Excluindo-se as

falhas e os dias de calmaria (sem ventos), foram tratados 203 dados mensais e montado o gráfico da frequência de ocorrência de ventos em determinada direção, conforme mostrado na **Figura 2.4-8**.

No local do monitoramento, existe uma grande predominância de ventos de sudeste (SE) e de leste (E), e uma quase ausência de ventos de sudoeste (SO) e oeste (O).



**Figura 2.4-8 - Frequência de Ocorrência do Vento em Uma Determinada Direção em Alta Floresta, Estação Climatológica da Aeronáutica**

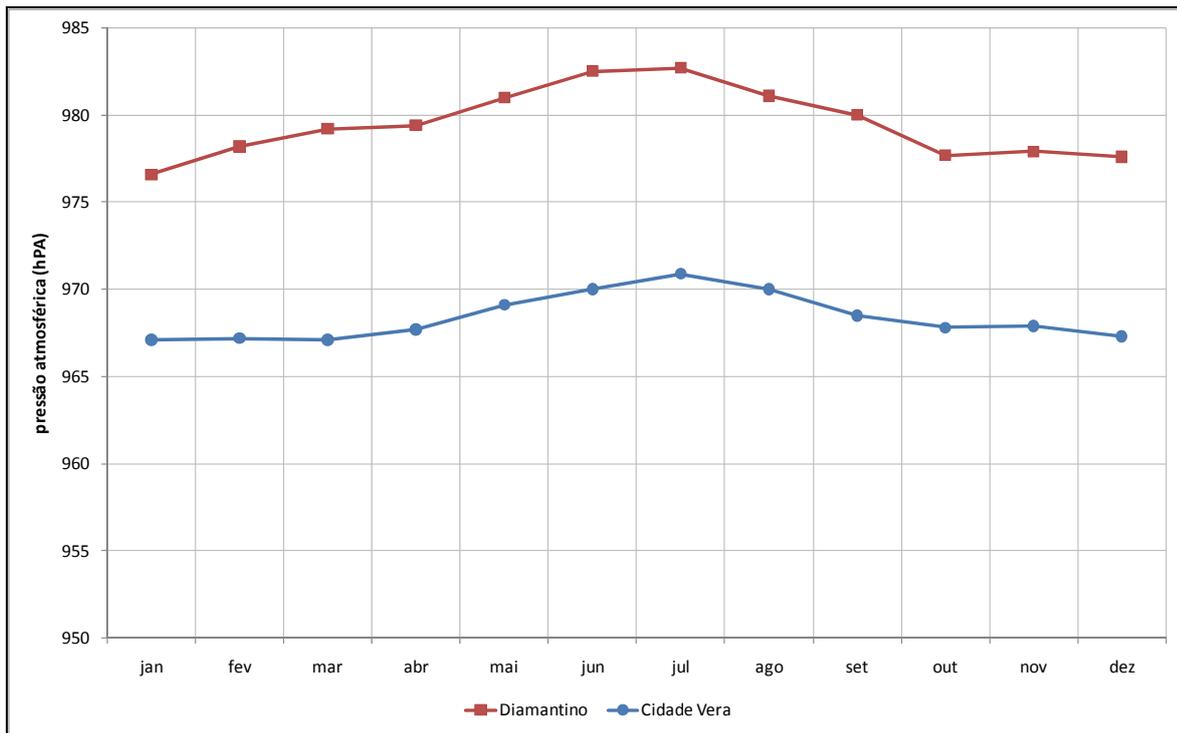
### Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica média na região, representada pelas estações climatológicas de Diamantino e Cidade Vera, é apresentada no **Quadro 2.4-7** e na **Figura 2.4-9**.

O período mais seco, abril a setembro, apresenta pressão atmosférica mais alta, o que causa estabilidade climática e dificulta a precipitação. Interessante observar que a pressão atmosférica é sempre maior na estação de Diamantino, que está mais ao sul da bacia, onde o índice pluviométrico é menor.

**Quadro 2.4-7 - Pressão Atmosférica (hPa) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

Estação	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Diamantino	976,6	978,2	979,2	979,4	981,0	982,5	982,7	981,1	980,0	977,7	977,9	977,6	979,5
Cidade Vera	967,1	967,2	967,1	967,7	969,1	970,0	970,9	970,0	968,5	967,8	967,9	967,3	968,4



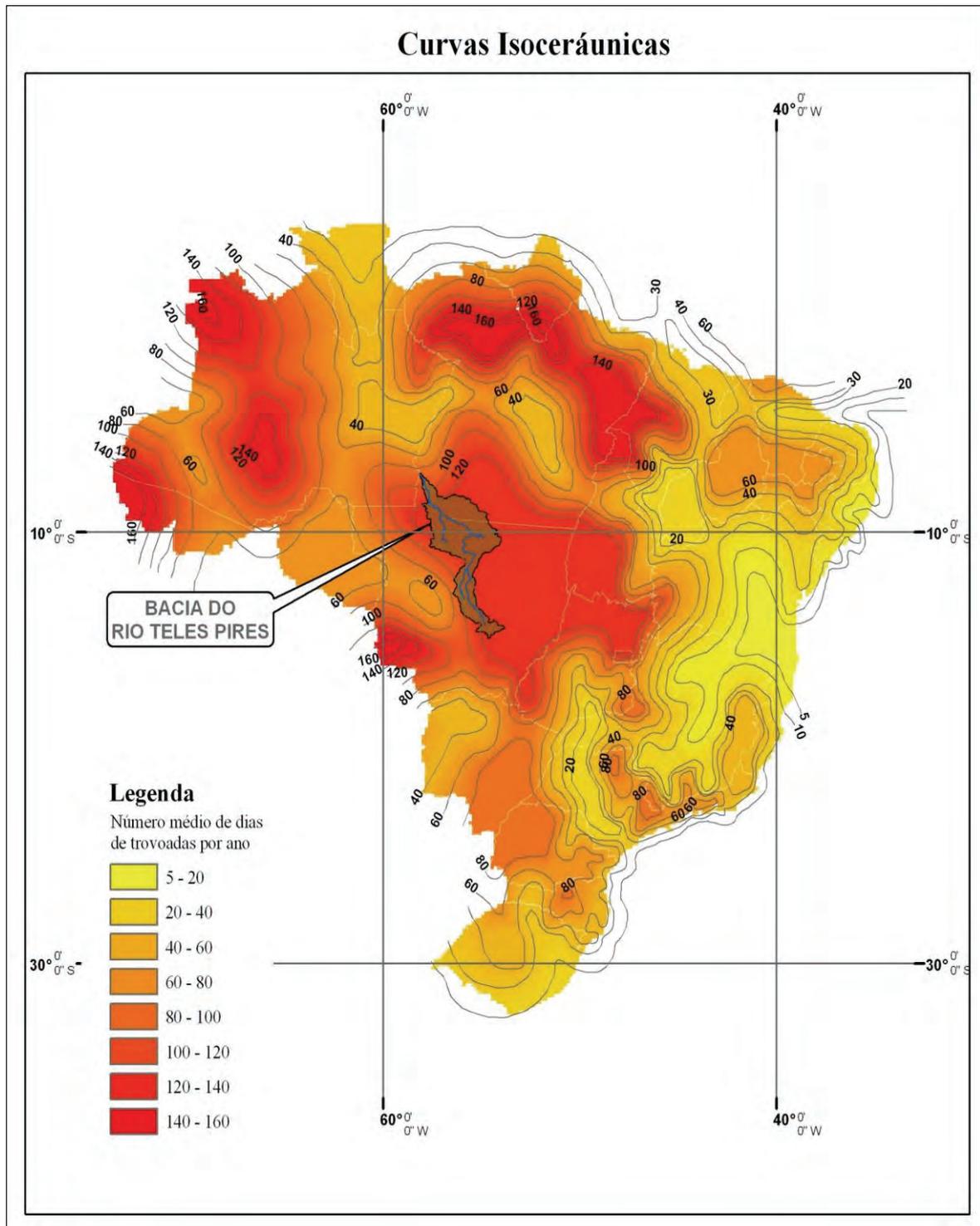
**Figura 2.4-9 - Pressão Atmosférica (hPa) em Diamantino e Cidade Vera, Normais Climatológicas 1961-1990**

#### 2.4.1.4 Nível Ceráunico

A bacia do rio Teles Pires, pelas suas próprias dimensões e por estar localizada em região com ocupação humana pouco adensada ao centro e norte da bacia, não apresenta monitoramento dos níveis de raios ou trovões ao longo de toda a bacia. A bacia hidrográfica não está localizada na região com cobertura completa monitorada pelo ELAT – Grupo de Eletricidade Atmosférica, do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Com base no mapa de curvas isoceráunicas, apresentado na **Figura 2.4-10**, obtido do INPE, pode-se constatar que na região da AII, a ocorrência deste fenômeno varia de 100 a 120 dias de trovoadas por ano, valores altos considerando a média observada no território brasileiro.

Nos valores indicados no mapa, deve-se considerar a falta de dados monitorados efetivamente na bacia, em locais de interesse, já que as isolinhas definidas pelo INPE referem-se a estações situadas ao longo de todo o território nacional, com maior concentração nas regiões sudeste e sul do Brasil. Esta é a informação que se dispõe para a região.



**Figura 2.4-10 - Mapa Isoceráunico do Brasil**

### 2.4.1.5 Balanço Hídrico Climático

O balanço hídrico climático é uma metodologia usada para avaliar o armazenamento de água no solo e quantificar déficits e excedentes hídricos. A metodologia funciona como um sistema contábil da quantidade de água armazenada no solo. A variação do armazenamento representa o balanço entre as entradas e saídas de água do volume de controle, em um dado intervalo de tempo.

Uma importante variável climatológica, que se presta à caracterização climatológica de uma região é a evapotranspiração. A evapotranspiração é a quantidade de água exigida pelas culturas para levá-las à maturidade. Esta quantidade de água é armazenada nos tecidos das plantas ou é convertida em vapor de água, retornando à atmosfera.

Para efeito de estudos pode-se calcular a evapotranspiração potencial baseando-se em variáveis climatológicas da região. Neste estudo a evapotranspiração potencial foi calculada pelo método de Thornthwaite e Mather, de 1955.

O método de Thornthwaite (Chow, 1988) calcula a evapotranspiração potencial como função da temperatura média e do número de horas do brilho solar, em cada latitude da superfície terrestre e para cada mês do ano. É um método expedito, mas que não considera alguns fatores climáticos relevantes na estimativa da evapotranspiração potencial, tal como a velocidade do vento e outras.

$$ETP_k = 16 \cdot \left( \frac{10 \cdot T_k}{I} \right)^a \cdot H_n$$

$$I = \sum_{k=1}^{12} \left( \frac{T_k}{5} \right)^{1,514}$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239$$

$$H_n = \frac{24}{\pi} \cdot \arccos(-\text{tg}(\varphi - \alpha_n))$$

$$\alpha_n = \tan \left( 0,4093 \cdot \text{sen} \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot J}{365} - 1,405 \right) \right)$$

onde:  $ETP_k$  é a evapotranspiração potencial média mensal para o k-ésimo mês, em mm;

$T_k$  é a temperatura média do k-ésimo mês, em °C;

I é o índice térmico anual;

a é um expoente empírico;

$H_n$  é o número de horas de brilho solar;

$\varphi$  é a latitude do ponto de referência, em radianos;

$\alpha_n$  é a declinação solar no dia mediano do k-ésimo período;

J é a diferença de dias de 1 de janeiro até o dia mediano do k-ésimo período.

Para aplicação da metodologia são necessários dados de temperatura média e precipitação, dados médios históricos e a localização da área em estudo. Na região do projeto, foram utilizadas as estações com dados disponíveis na publicação Normais Climatológicas (1961-1990), sendo: Diamantino e Cidade Vera.

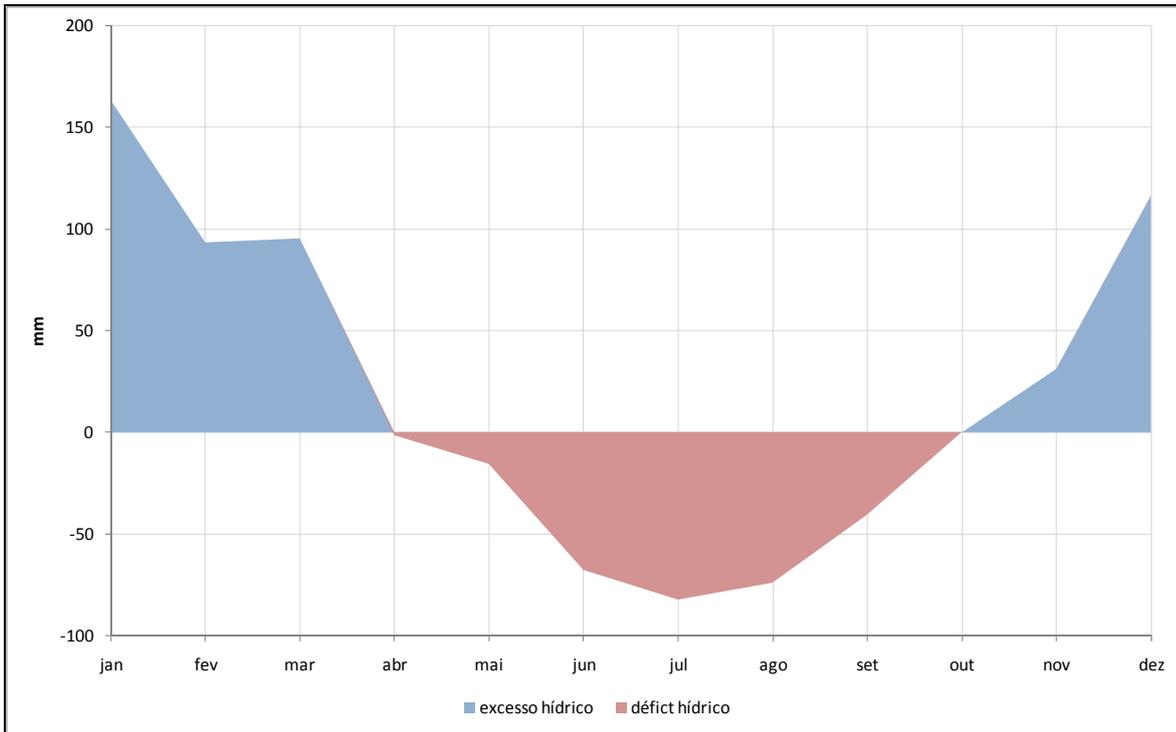
A partir da estimativa da evapotranspiração potencial, é realizado o balanço hídrico climático para o local das estações climatológicas em estudo. Foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD), levando em consideração o plantio de culturas perenes na região. No **Quadro 2.4-8** e no **Quadro 2.4-9** são apresentados o balanço hídrico climático para as estações de Diamantino e Cidade Vera, respectivamente. Na **Figura 2.4-11** pode ser visualizado o excesso e déficit hídrico, e na **Figura 2.4-13** o balanço hídrico climático para a estação de Diamantino. Na **Figura 2.4-13** e **Figura 2.4-14**, podem ser visualizados os resultados para a estação de Cidade Vera.

De um modo geral, a estação de Diamantino apresenta forte déficit hídrico durante os meses de maio a setembro e excesso hídrico de novembro a março, apresentando excesso hídrico no total anual. A estação de Cidade Vera apresenta fortíssimo excesso hídrico anual, segundo os dados trabalhados da publicação Normais Climatológicas 1961-1990, sendo que ocorre ligeiro déficit hídrico nos meses de maio a agosto. No período de dezembro a março, em acordo com os dados da estação de Cidade Vera, há uma concentração das precipitações.

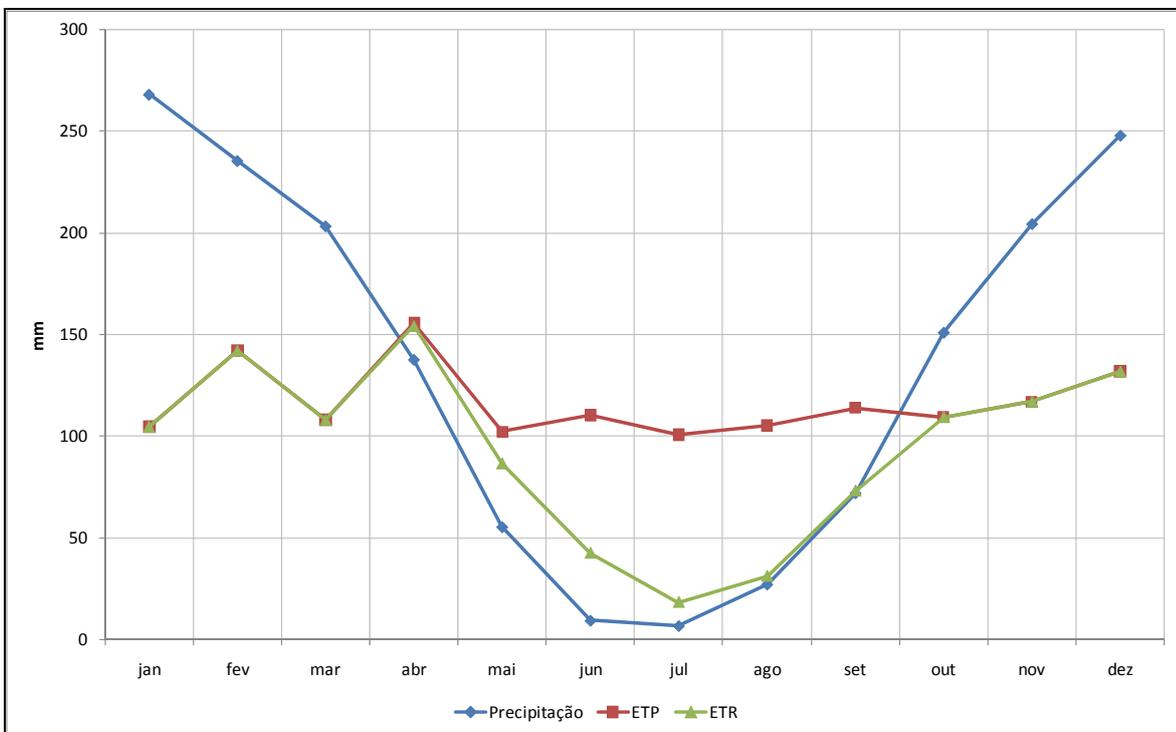
**Quadro 2.4-8 - Balanço Hídrico Climático em Diamantino, metodologia e Thornthwaite e Mather (valores em mm)**

Mês	P	ETP	P - ETP	Neg Acum	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
jan	268	105	163	0	100	0	105	0	163
fev	236	142	93	0	100	0	142	0	93
mar	203	108	95	0	100	0	108	0	95
abr	138	156	-18	-18	83	-17	154	2	0
mai	56	102	-47	-65	52	-31	87	16	0
jun	10	110	-101	-166	19	-33	43	68	0
jul	7	101	-94	-260	7	-12	18	82	0
ago	27	105	-78	-338	3	-4	31	74	0
set	72	114	-42	-380	2	-1	73	41	0
out	151	110	42	-83	44	42	110	0	0
nov	205	117	87	0	100	56	117	0	31
dez	248	132	116	0	100	0	132	0	116
ano	1620	1403	217				1121	282	499

P = precipitação; ETP = evapotranspiração potencial; Neg.Acum. = negativo acumulado, da metodologia de Thornthwaite e Mather; ARM = água retida no solo; ALT = alteração na água retida em relação ao mês anterior; ETR = evapotranspiração real; DEF = déficit hídrico; EXC = excesso hídrico.



**Figura 2.4-11- Déficit e Excesso Hídrico Climático Mensal em Diamantino**

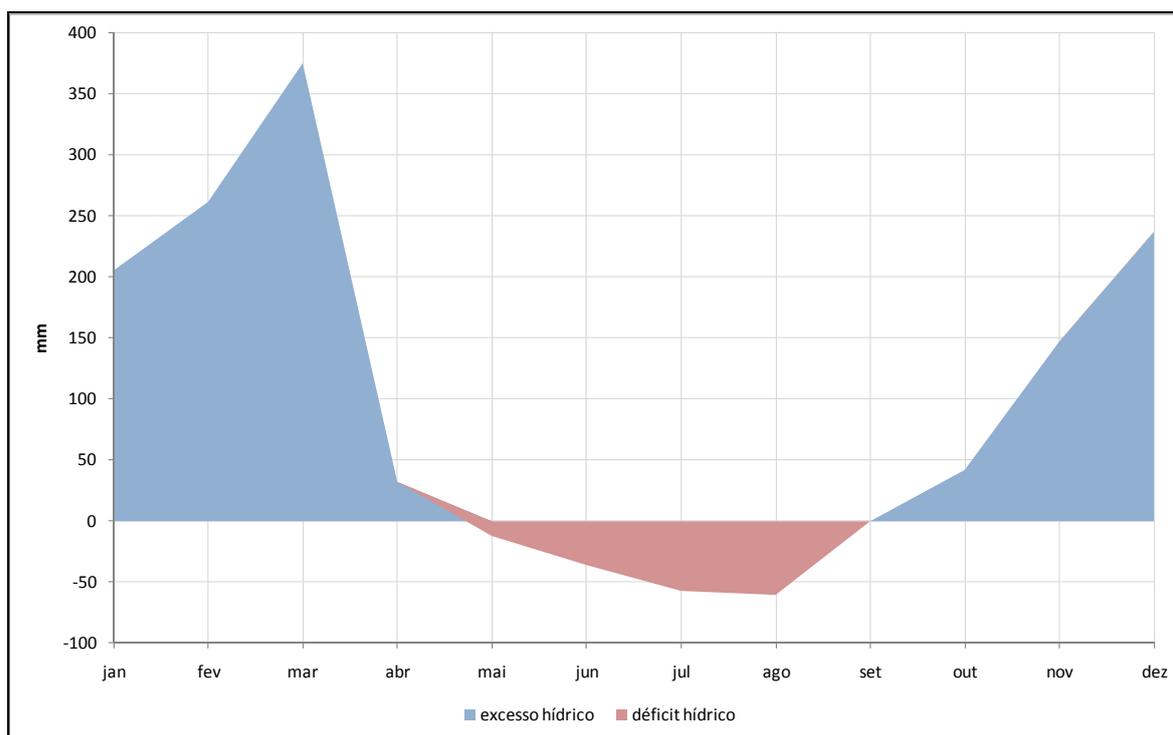


**Figura 2.4-12 – Balanço Hídrico Climático Mensal em Diamantino**

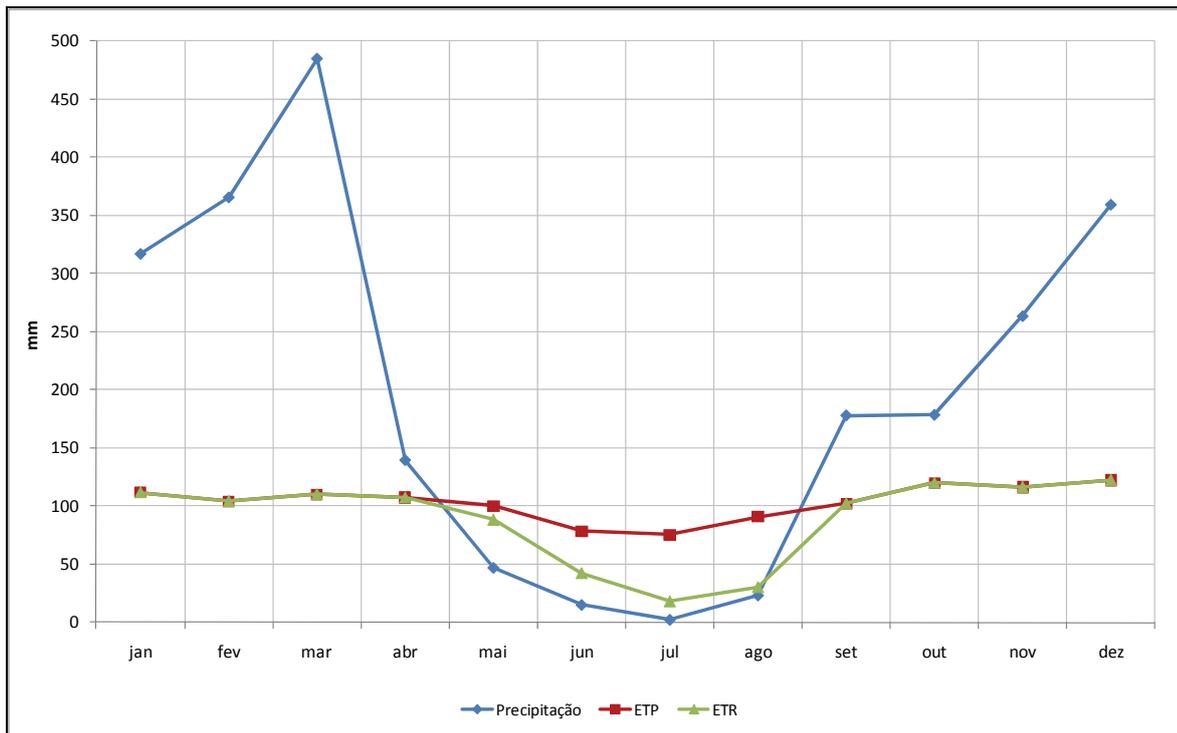
**Quadro 2.4-9 - Balanço Hídrico Climático em Cidade Vera, metodologia e Tornthwaite e Mather (valores em mm)**

Mês	P	ETP	P - ETP	Neg Acum	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
jan	317	112	205	0	100	0	112	0	205
fev	366	104	261	0	100	0	104	0	261
mar	485	110	375	0	100	0	110	0	375
abr	140	107	32	0	100	0	107	0	32
mai	47	100	-53	-53	59	-41	88	12	0
jun	15	78	-63	-117	31	-28	43	36	0
jul	2	75	-73	-190	15	-16	18	57	0
ago	23	91	-68	-257	8	-7	31	60	0
set	178	102	76	-18	83	76	102	0	0
out	179	120	59	0	100	17	120	0	42
nov	263	116	147	0	100	0	116	0	147
dez	359	122	237	0	100	0	122	0	237
ano	2374	1239	1135				1074	165	1300

P = precipitação; ETP = evapotranspiração potencial; Neg.Acum. = negativo acumulado, da metodologia de Tornthwaite e Mather; ARM = água retida no solo; ALT = alteração na água retida em relação ao mês anterior; ETR = evapotranspiração real; DEF = déficit hídrico; EXC = excesso hídrico.



**Figura 2.4-13 - Déficit e Excesso Hídrico Climático Mensal em Cidade Vera**



**Figura 2.4-14 - Balanço Hídrico Climático Mensal em Cidade Vera**

## 2.4.1.6 Precipitação

### 2.4.1.6.1 Área de Abrangência Regional

Durante os estudos de viabilidade foi realizada análise da precipitação média sobre a bacia hidrográfica do rio Teles Pires, utilizando-se dados históricos da ANA para a geração da precipitação média em toda a extensão da bacia hidrográfica. O mapa de isoietas médias anuais é mostrado na **Figura 2.4-15**.

Observando-se o mapa, é possível notar que a bacia hidrográfica do rio Teles Pires apresenta a característica de aumento da precipitação do sul para o norte da bacia, e o curso do rio Teles Pires também se desenvolve do sul para o norte, o que ocasiona uma característica bem peculiar quanto às vazões específicas médias observadas no rio: a vazão específica aumenta de montante para jusante no trecho médio do rio.

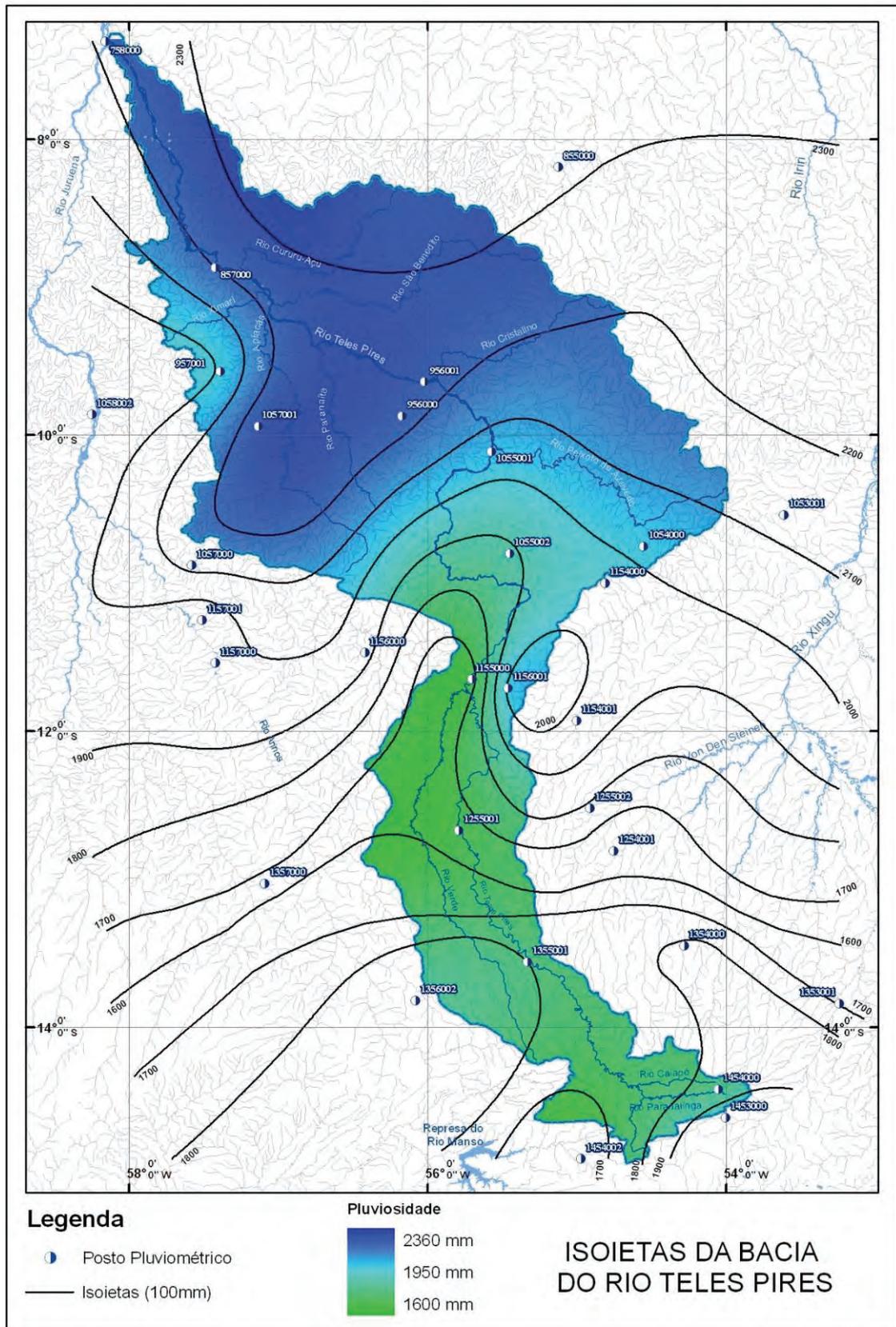


Figura 2.4-15 - Mapa de Isoietas da Bacia do Rio Teles Pires

#### 2.4.1.6.2 Área de Influência Indireta

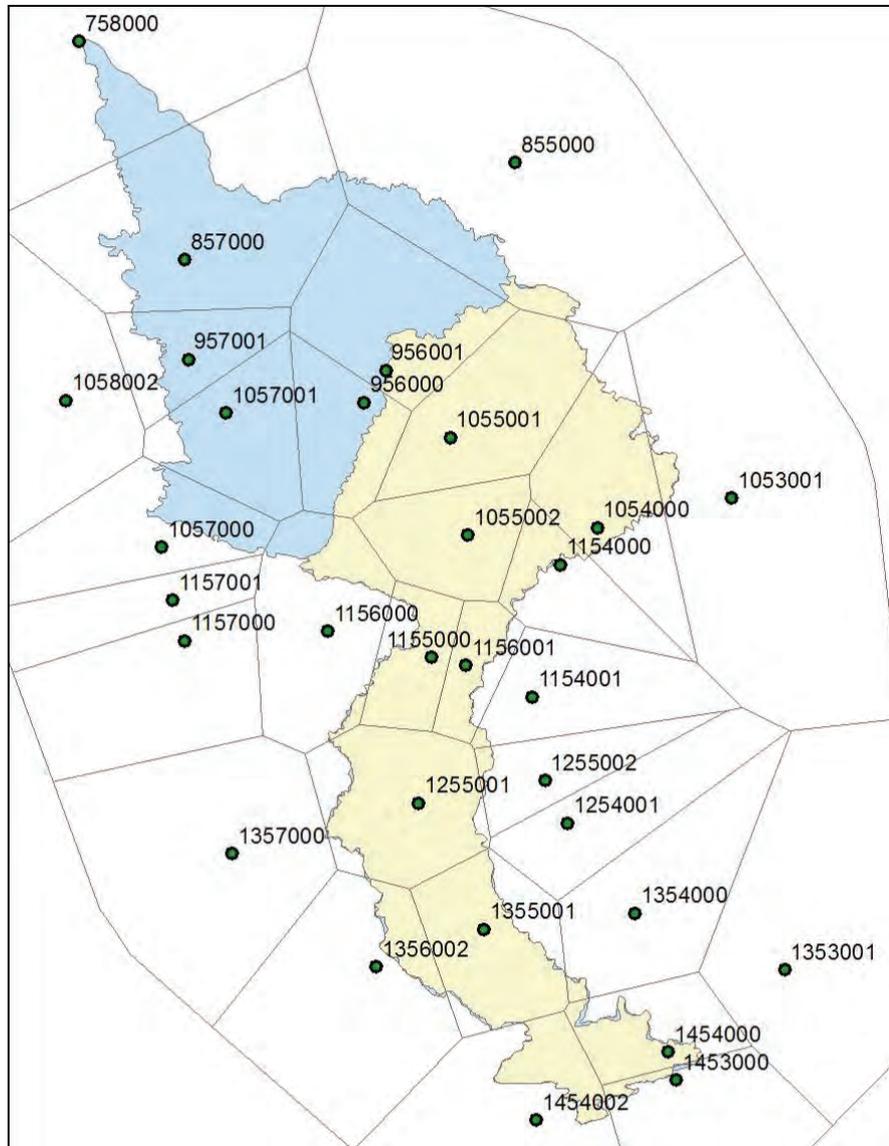
O estudo de dados pluviométricos, realizados no âmbito da AII, teve como objetivo principal a geração de uma série de precipitações acumuladas mensais média sobre a bacia de drenagem do rio Teles Pires até Jusante Foz Peixoto de Azevedo. A seqüência dos estudos realizados com os dados pluviométricos é listada a seguir:

- Seleção das estações pluviométricas com dados disponíveis na bacia do rio Teles Pires e seu entorno;
- Montagem do histograma de disponibilidade de dados e seleção das estações a serem utilizadas;
- Geração de polígonos de Thiessen para determinar a área de influência das estações selecionadas a terem dados preenchidos para compor a série de precipitações mensais sobre a bacia;
- Correlação entre os dados de precipitação média mensal das estações selecionadas, para buscar as estações com melhores correlações para serem utilizadas nos preenchimentos;
- Preenchimento das séries de dados das estações que possuem área de influência determinada pelos polígonos de Thiessen sobre a bacia de drenagem estudada, utilizando a metodologia da ponderação regional;
- Correlação dos dados de precipitação das estações climatológicas de Diamantino e Alto Tapajós com os dados das estações pluviométricas da ANA, antes de preenchimentos, na tentativa de estender as séries de precipitação até o ano de 1931.
- Correlação dos dados de precipitação das estações climatológicas de Diamantino e Alto Tapajós, ambas do INMET, e de uma série de precipitações composta de dados de ambas as estações, com precipitações mensais médias sobre a bacia estudada, na tentativa de estender a série de precipitações sobre a bacia.

Para a verificação da disponibilidade de dados pluviométricos foi realizada pesquisa no banco de dados da ANA, no sítio de internet do *Hidroweb*. Inicialmente, foram selecionadas todas as estações localizadas entre os paralelos 7° e 16° sul, e entre os meridianos 53° e 58° oeste. Este retângulo engloba a bacia de drenagem do rio Teles Pires e seu entorno, e possuía 202 estações pluviométricas listadas. Destas, foram eliminadas as estações que não possuíam dados disponibilizados e aquelas cujo histórico era inferior a 15 anos de dados. Restaram 83 estações para as quais foi montado o histograma de dados brutos, conforme apresentado no **Quadro 2.4-10**. Além das estações da ANA, foram obtidos dados históricos de precipitação de duas estações do INMET: Diamantino e Alto Tapajós, com períodos de dados mensais de 1931 a 2006, e 1930 a 2005, respectivamente. A localização das estações estudadas está apresentada na **Figura 2.4-2**.



Após o traçado dos polígonos, apenas 21 estações apresentaram área de influência sobre a bacia de drenagem do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, conforme apresentado na **Figura 2.4-16**



**Figura 2.4-16 - Polígonos de Thiessen sobre a Área de Drenagem do Rio Teles Pires, com Destaque para a Bacia até Jusante Foz de Peixoto de Azevedo**

Para o preenchimento de falhas das séries de precipitação foram testadas correlações lineares e dos logaritmos naturais dos dados de todas as estações disponíveis, possibilitando a utilização de dados das estações adjacentes às selecionadas pela metodologia de Thiessen, de acordo com os melhores coeficientes de determinação e com a proximidade entre as estações preenchedoras e a estação preenchida.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos não foram muito satisfatórios, variando entre 0,79 e 0,50, considerando-se apenas as estações vizinhas. Considerando-se que foram selecionadas as estações com maior histórico de dados, o fato das correlações serem fracas tem sua influência diminuída na geração do valor da precipitação média sobre a bacia, pois foram utilizados preenchimentos de parte pequena do histórico de dados de precipitação.

As falhas nas séries de precipitação foram preenchidas com a utilização da metodologia da ponderação regional, que pode ser descrita pela equação a seguir:

$$Y = \frac{1}{3} \left( \frac{X_1}{X_{1\text{médio}}} + \frac{X_2}{X_{2\text{médio}}} + \frac{X_3}{X_{3\text{médio}}} \right) \cdot Y_{\text{médio}}$$

onde:

Y = precipitação no posto a ser preenchido;

$X_1, X_2, X_3$  = precipitações correspondentes ao mês que se deseja preencher, nas 3 estações vizinhas à estação preenchedora;

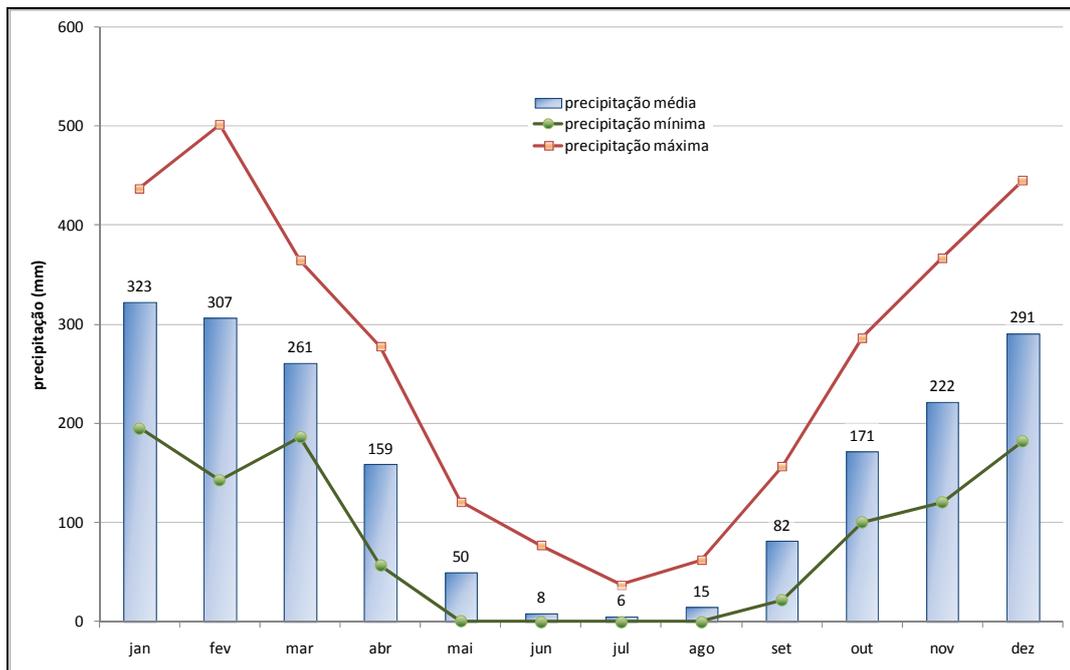
$X_{1\text{médio}}, X_{2\text{médio}}, X_{3\text{médio}}$  = precipitações médias do histórico de dados das estações vizinhas;

$Y_{\text{médio}}$  = precipitação média do histórico de dados da estação a ser preenchida.

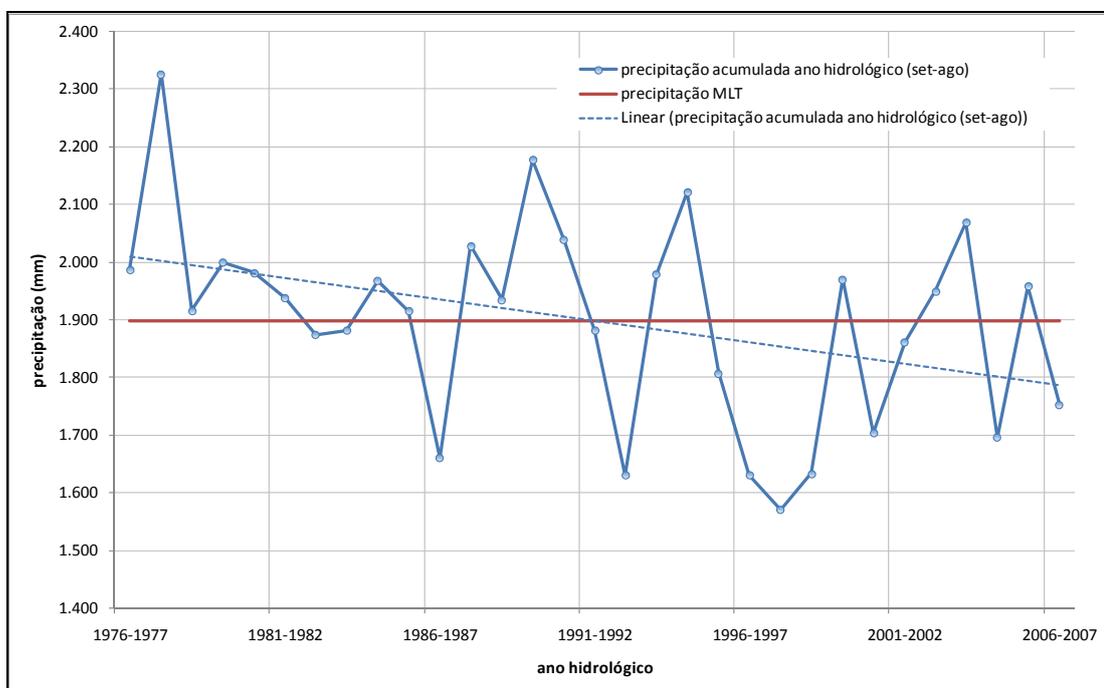
Após as análises realizadas, chegou-se à precipitação média anual sobre a bacia de 1.898 mm, para o período de nov/1975 a dez/2007. A série de precipitações mensais média sobre a bacia do rio Teles Pires até a estação de Jusante Foz Peixoto de Azevedo é apresentada no Quadro 2.4-11. Na **Figura 2.4-17** são apresentados os valores de precipitação média mensal, na **Figura 2.4-18** e **Figura 2.4.1-19** são apresentados os valores de precipitação acumulada no ano hidrológico, que para precipitações pode ser adotado entre os meses de setembro de um ano até o mês de agosto do ano seguinte. Janela de tempo diferenciada desta, para o ano hidrológico, será apresentada no estudo de vazões.

**Quadro 2.4-11 - Série de Precipitações Mensais (mm) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires até a Estação Fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	P total no ano hidrológico	
1975											213	228		
1976	267	405	259	212	34	0	0	6	85	287	238	182	1976-1977	1988
1977	371	232	224	185	93	77	1	12	118	281	237	321	1977-1978	2327
1978	332	433	313	193	76	8	14	0	71	161	165	322	1978-1979	1916
1979	299	448	205	123	65	0	6	49	110	121	212	215	1979-1980	2000
1980	437	502	203	135	32	12	0	21	83	119	316	401	1980-1981	1982
1981	312	227	337	159	23	4	1	1	44	191	367	242	1981-1982	1938
1982	365	237	230	177	31	16	1	37	157	169	201	281	1982-1983	1874
1983	327	288	294	99	34	13	11	1	77	258	178	271	1983-1984	1882
1984	231	259	260	206	90	5	3	45	107	178	198	232	1984-1985	1968
1985	418	255	257	277	39	0	3	3	88	193	211	249	1985-1986	1916
1986	390	304	208	130	66	1	12	62	69	217	188	262	1986-1987	1660
1987	217	255	270	119	48	7	1	9	60	123	283	349	1987-1988	2029
1988	269	416	330	167	22	9	0	0	30	179	244	289	1988-1989	1935
1989	339	262	273	168	59	30	26	36	83	187	171	445	1989-1990	2177
1990	316	423	227	172	91	0	37	24	144	180	193	229	1990-1991	2039
1991	363	288	361	189	85	2	1	3	65	155	215	284	1991-1992	1882
1992	346	290	282	189	26	2	1	26	136	142	189	277	1992-1993	1631
1993	195	309	191	102	36	7	8	38	73	175	192	358	1993-1994	1979
1994	339	252	290	189	71	34	5	2	53	162	233	377	1994-1995	2121
1995	332	373	196	273	121	0	0	0	62	116	231	240	1995-1996	1808
1996	309	253	267	250	59	0	0	21	56	146	236	222	1996-1997	1630
1997	304	143	302	154	40	26	0	2	104	128	176	226	1997-1998	1570
1998	285	302	218	92	28	0	0	12	46	146	288	265	1998-1999	1633
1999	271	264	220	100	31	2	1	0	91	101	260	360	1999-2000	1970
2000	427	302	280	138	1	0	0	11	86	121	232	323	2000-2001	1703
2001	302	172	247	130	67	4	2	17	85	157	284	357	2001-2002	1861
2002	318	311	250	57	25	1	10	6	90	171	197	265	2002-2003	1950
2003	427	235	347	118	89	4	0	7	64	237	217	265	2003-2004	2069
2004	393	406	234	182	41	0	17	13	62	181	203	251	2004-2005	1696
2005	248	257	365	101	22	3	0	5	75	165	215	437	2005-2006	1959
2006	256	334	240	211	23	0	0	2	110	209	121	315	2006-2007	1753
2007	322	375	186	76	21	1	16	1	22	131	217	267		
<b>média</b>	323	307	261	159	50	8	6	15	82	171	222	291	<b>média</b>	1898
<b>mín.</b>	195	143	186	57	1	0	0	0	22	101	121	182	<b>mín.</b>	1570
<b>máx.</b>	437	502	365	277	121	77	37	62	157	287	367	445	<b>máx.</b>	2327



**Figura 2.4-17 - Precipitações Acumuladas Mensais Médias sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo**



**Figura 2.4-18 - Precipitações Acumuladas no Ano Hidrológico de Precipitações (Setembro a Agosto) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo**

Pode-se observar uma tendência decrescente das precipitações anuais ao longo do histórico estudado, mas isto não significa necessariamente uma mudança climática na bacia, uma vez que o histórico de dados é muito curto; significa apenas que a última década foi um pouco menos chuvosa que as anteriores.

Para o caso da AAR, o tema das mudanças climáticas foi abordado sob o ponto de vista das séries de precipitação e mais adiante neste texto, será analisado nas séries de vazões. De todo modo, não se constatou um efeito de mudança climática que se possa identificar e mensurar a partir destas séries. As séries de dados destes dois parâmetros apresentam oscilações normais. Quanto a outros parâmetros climáticos, não foram obtidos dados históricos posteriores à publicação “Normais Climatológicas 1961-1990”, no intuito de se realizar algum tipo de análise de mudança nestes fatores.

#### 2.4.1.7 Fenômenos Climáticos El Niño e La Niña

Os efeitos climáticos dos eventos El Niño e La Niña são regionais, e só fazem sentido quando avaliados no âmbito da AAR.

O El Niño e La Niña são fenômenos climáticos cujo mecanismo só foi bem descrito no final da década de 1960, embora seus efeitos já venham sendo observados na América do Sul desde a colonização espanhola no Peru, no século XVI.

O evento El Niño é um fenômeno caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais das águas do Oceano Pacífico Equatorial, o que pode afetar o clima da América do Sul, mudando os padrões de vento e de precipitação em regiões tropicais do continente.

O evento La Niña é um fenômeno climático que apresenta características opostas ao El Niño, ou seja, há um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Os impactos do fenômeno La Niña tendem a ser o oposto do que ocorre quando há o fenômeno El Niño, porém, nem sempre as regiões que apresentam perturbações climáticas durante o El Niño vão apresentar perturbações climáticas quando da ocorrência do La Niña.

De forma geral, para a Região Norte do país, o El Niño tem o efeito de diminuição das precipitações e ocorrência de secas mais pronunciadas, com o aumento do risco de incêndios florestais. A ocorrência do fenômeno La Niña, está associada ao aumento das precipitações e vazões de rios.

Para a Região Centro-Oeste do país, não há evidências de efeitos pronunciados sobre as precipitações quando da ocorrência do evento El Niño. Quanto ao evento La Niña, a região apresenta baixa previsibilidade, também não há evidências de interferências nas precipitações.

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires encontra-se exatamente na transição climática da região Centro-Oeste brasileira para o clima amazônico. A porção sul da bacia apresenta clima de cerrado, enquanto que a porção norte apresenta clima amazônico. Para observação do impacto dos eventos El Niño e La Niña nas vazões registradas no local da UHE São Manoel foi obtido o histórico de ocorrências dos dois tipos de eventos, no sítio de internet do INPE, e apresentados no **Quadro 2.4-12** e no **Quadro 2.4-13**. Posteriormente foram plotadas as datas dos eventos junto com gráficos de precipitação e vazão na bacia de drenagem do rio Teles Pires.

**Quadro 2.4-12 - Registro de Ocorrências de El Niño e Intensidade dos Eventos nos Anos Hidrológicos**

<b>Ocorrência de El Niño</b>	
1877 - 1878	1888 - 1889
1896 - 1897	1899
1902 - 1903	1905 - 1906
1911 - 1912	1913 - 1914
1918 - 1919	1923
1925 - 1926	1932
1939 - 1941	1946 - 1947
1951	1953
1957 - 1959	1963
1965 - 1966	1968 - 1970
1972 - 1973	1976 - 1977
1977 - 1978	1979 - 1980
1982 - 1983	1986 - 1988
1990 - 1993	1994 - 1995
1997 - 1998	2002 - 2003
2004 - 2005	2006 - 2007
Legenda:	Forte Moderada Fraco
<b>Fontes de Informações</b>	
Rasmusson e Carpenter 1983, Monthly Weather Review, Ropelewski e Halpert 1987, Monthly Weather Review. Cold episode sources Ropelewski e Halpert 1989, Journal of Climate. Climate Diagnostics Bulletin. A intensidade dos ventos é baseada no padrão e magnitude das anomalias da TSM do Pacífico Tropical.	

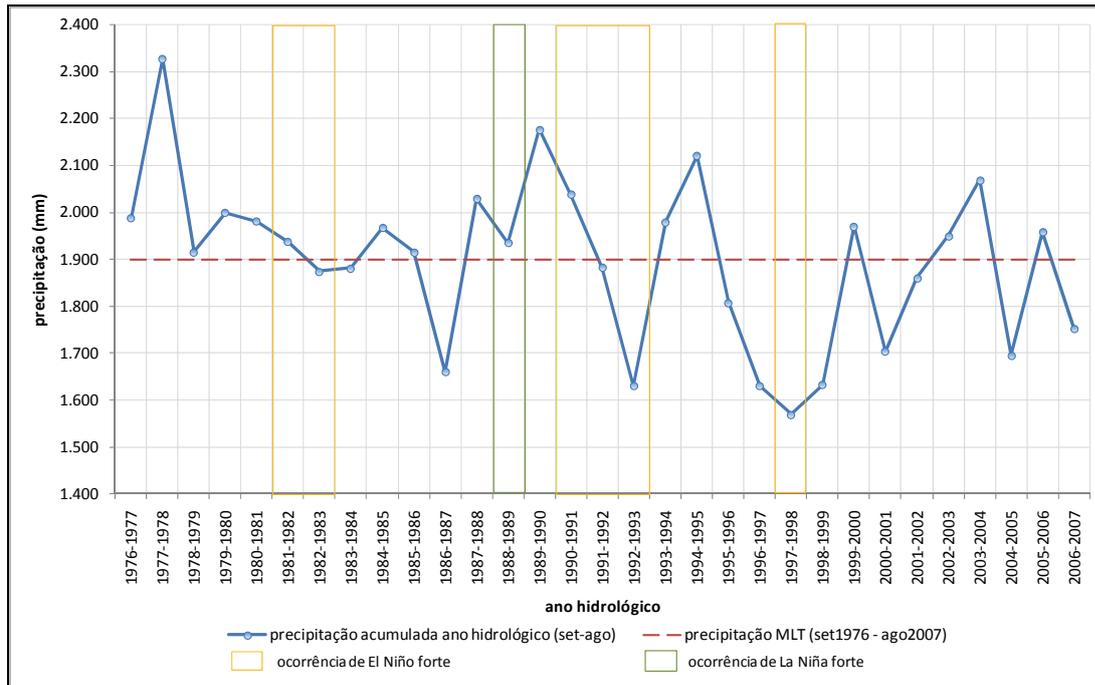
fonte: CPTEC-INPE (<http://enos.cptec.inpe.br/>, acesso: 04/set/09)

**Quadro 2.4-13 - Registro de Ocorrências de La Niña e Intensidade dos Eventos nos Anos Hidrológicos**

<b>Ocorrência do La Niña</b>	
1886	1903 - 1904
1906 - 1908	1909 - 1910
1916 - 1918	1924 - 1925
1928 - 1929	1938 - 1939
1949 - 1951	1954 - 1956
1964 - 1965	1970 - 1971
1973 - 1976	1983 - 1984
1984 - 1985	1988 - 1989
1995 - 1996	1998 - 2001
Legenda:	Forte Moderada Fraco
<b>Fontes de Informações</b>	
Rasmusson e Carpenter 1983, Monthly Weather Review, Ropelewski e Halpert 1987, Monthly Weather Review. Cold episode sources Ropelewski e Halpert 1989, Journal of Climate. Climate Diagnostics Bulletin. A intensidade dos ventos é baseada no padrão e magnitude das anomalias da TSM do Pacífico Tropical.	

fonte: CPTEC-INPE (<http://enos.cptec.inpe.br/>, acesso: 04/set/09)

Na **Figura 2.4-19** foram plotadas as precipitações acumuladas no ano hidrológico (setembro a agosto) sobre a bacia de drenagem do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, e os eventos fortes de El Niño e La Niña. Durante a ocorrência de 1982-83 houve precipitações próximas da média, na ocorrência de El Niño de 1990-1993, houve ocorrência de precipitações acima da média, na média, e abaixo da média; no ano hidrológico 1997-98 houve precipitação abaixo da média; no período de 1981-1983, houve precipitações próximas da média. Não há uma relação entre as precipitações e a ocorrência de El Niño forte. Como só ocorreu um evento de La Niña durante o histórico disponível, não há como realizar uma análise do evento.



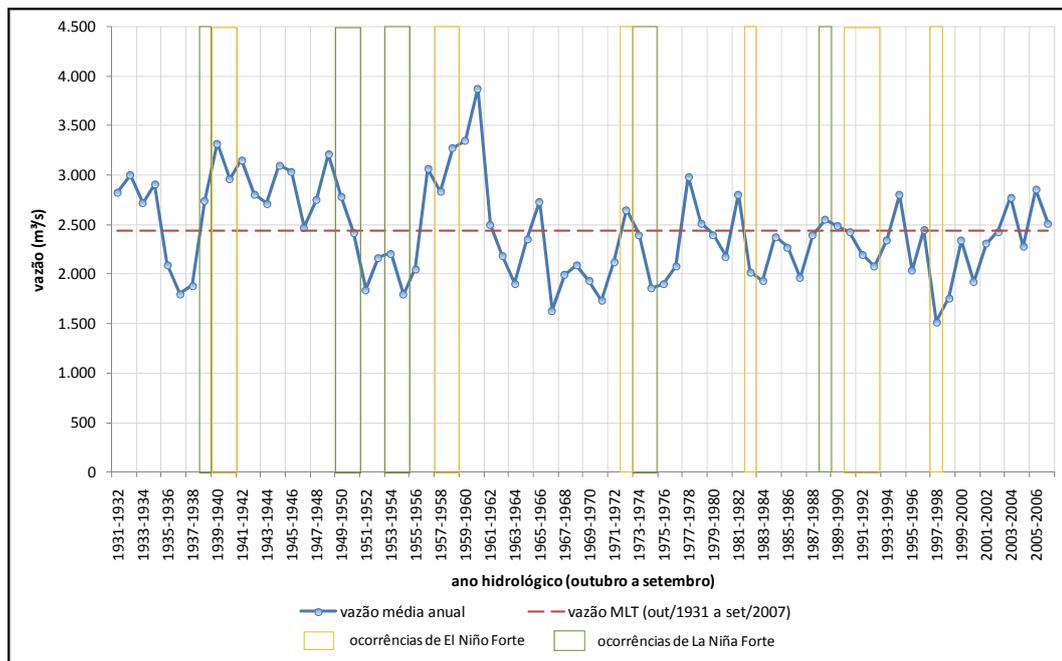
**Figura 2.4-19 – Precipitações Acumuladas no Ano Hidrológico (Setembro a Agosto) sobre a Bacia de Drenagem do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, e Ocorrências de Eventos Fortes de El Niño e La Niña**

A mesma análise foi realizada com os dados de vazão, uma vez que o histórico de vazões é bem maior. Na **Figura 2.4-20** foram plotados os dados de vazão média do ano hidrológico (outubro a anual e de ocorrências de El Niño e La Niña fortes. O gráfico de vazões permite uma análise em prazo maior que o do histórico de chuvas, pois possui dados da série reconstituída, no período de 1931 a 2007.

A análise do gráfico não permite associar grandes cheias do histórico, nem grandes estiagens a nenhum dos dois eventos climáticos, tal como ocorreu nas análises com os dados de precipitação. Isto indica que a bacia de drenagem da UHE São Manoel apresenta-se mais com comportamento esperado para a região Centro-Oeste do país, com clima de cerrado. Não há uma correlação direta entre os dois eventos e a precipitação ou vazão do rio Teles Pires no local do empreendimento. Desta forma, não é possível obter uma previsão da interferência de nenhum dos dois fenômenos sobre as vazões afluentes ao reservatório da UHE São Manoel, tais vazões e regime de precipitações estão, provavelmente, associados a outros fenômenos climáticos.

Portanto, não são esperadas interferências desses dois fenômenos sobre os habitats naturais e sobre as atividades agrícolas da região.

O estudo da ocorrência de eventos fortes dos fenômenos El Niño e La Niña não explicam as vazões observadas no local da UHE São Manoel e, também não servem para fazer inferências futuras sobre modificações na geração energética.



**Figura 2.4-20 – Vazões Médias do Ano Hidrológico (Outubro a Setembro) do Rio Teles Pires em UHE São Manoel, e Ocorrências de Eventos Fortes de El Niño e La Niña**

## 2.5 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

### 2.5.1 Introdução

A seguir são abordados os aspectos referentes à compartimentação geológica das áreas de influência da UHE São Manoel, contemplando suas estruturas e os recursos minerais associados, assim como a situação legal da atividade minerária. Também são discutidas as possibilidades de ocorrências de cavidades naturais e de outros sítios geológicos e paleobiológicos. Enfoca-se, ainda, a ocorrência regional de sismos naturais.

Inicialmente, é apresentada a abordagem metodológica para se atingir os objetivos desta caracterização. Em seguida, parte-se da descrição dos aspectos geológicos regionais, caracterizando a AAR, para uma contextualização das unidades litoestratigráficas e do arcabouço geotectônico da AII, para então apresentar, em escala de maior detalhe, as informações referentes à AID e ADA, as quais serão tratadas conjuntamente.

### 2.5.2 Procedimentos Metodológicos

Para a identificação e representação cartográfica das unidades litoestratigráficas ocorrentes na AAR, considerada neste estudo como sendo toda a bacia do rio Teles Pires, foram analisados os principais

mapeamentos e estudos geológicos realizados na região, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Os principais levantamentos de abrangência regional avaliados foram:

- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folhas SB. 21 Tapajós, SC. 21 Juruena, SD. 21 Cuiabá, escala 1:1.000.000, CPRM (2004);
- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PROMIN / Projeto Província Mineral de Alta Floresta, Folhas SC. 21-X-C Alta Floresta, SC. 21-V-D Rio São João da Barra, SC. 21-Z-B Vila Guarita, SC. 21-Z-A Ilha 24 de Maio, escala 1:250.000, CPRM (2005);
- Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Mato Grosso, escala 1:250.000, SEPLAN-MT (2002).
- Projeto Radambrasil, escala 1:1.000.000, folhas SD.21 Cuiabá, SC.21 Juruena, SB.21 Tapajós e SD.22 Goiás (DNPM, 1975, 1980, 1981 e 1982).

Na caracterização da bacia do rio Teles Pires foram priorizados os dados do levantamento geológico na escala 1:250.000, que abrangem áreas no norte do Estado de Mato Grosso e sul do Estado do Pará, e para o restante da bacia as informações foram extraídas dos projetos de menor escala (1:1.000.000), promovendo uma compatibilização das informações constantes dos projetos retromencionados. Esses levantamentos também forneceram informações sobre os recursos minerais associados às unidades litoestratigráficas ocorrentes na região. Informações complementares sobre as unidades litoestratigráficas, seus aspectos estruturais e os recursos minerais associados foram obtidas a partir de estudos realizados por pesquisadores da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT e da Universidade de Brasília – UNB.

Na caracterização geológico-estrutural da AII, AID e ADA da UHE São Manoel foram seguidas as concepções estabelecidas pelo Serviço Geológico do Brasil no âmbito do retromencionado Projeto PROMIN – Alta Floresta, tendo em vista a excelente qualidade e confiabilidade dos seus dados.

Levantamentos de campo realizados nos decorrer dos meses de outubro e novembro/2007 propiciaram a identificação das características litológicas da região, seus principais aspectos estruturais e os recursos minerais associados, além de uma avaliação criteriosa sobre a qualidade das informações cartográficas existentes. Para a melhor compreensão e caracterização dos aspectos geológico-estruturais da região os trabalhos de campo, além de abrangerem a ADA e AID, também se estenderam pelos terrenos da AII. A logística para execução dos serviços de campo incluiu a utilização de veículos utilitários e barcos motorizados, permitindo, dessa forma, o acesso às áreas mais remotas. A realização de um sobrevôo no mês de outubro/2007 também contribuiu para a percepção dos aspectos morfológicos regionais e da espacialização dos garimpos de ouro ativos e paralisados.

A conjugação das informações constantes dos levantamentos geológicos existentes com aquelas levantadas em campo e a análise de fotos aéreas e imagens de satélite permitiram a geração dos mapas geológicos e de recursos minerais nas escalas 1:50.000 (AID e ADA) e 1:100.000 (AII).

Ressalta-se, ainda, o fato dos trabalhos de campo terem sido realizados conjuntamente pelas equipes de geologia e recursos minerais, hidrogeologia, geomorfologia e pedologia, propiciando uma integração dessas áreas do conhecimento e o melhor entendimento dos processos geodinâmicos ocorrentes na região.

O levantamento dos processos minerários que abrangem a AII, AID e ADA da UHE São Manoel foi realizado a partir da consulta ao banco de dados SIGMINE, do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, realizada em 31/08/2009. As informações sobre os processos foram organizadas em tabelas e as suas áreas plotadas no Mapa de Títulos Minerários da AII, AID e ADA (escala 1:100.000). O levantamento dos sítios geológicos e paleobiológicos existentes na área de estudo foi realizado a partir de consultas no banco de dados da SIGEP – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, e na Base de Dados Paleontológicos - BASE PALEO, mantida pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Também foram pesquisados os relatórios de levantamentos geológicos básicos que englobam a área, com a análise das ocorrências de sítios paleontológicos.

A avaliação sobre a ocorrência de cavernas na área em estudo foi norteadada por uma análise da possibilidade de ocorrência de ambientes geológicos favoráveis à ocorrência de cavidades naturais. Complementarmente, em 07/02/2008, foi realizada uma pesquisa, na “Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas”, do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas do ICMBio (CECAV/ICMBio), disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/>>. Nessa base de dados as cavidades são geoespacializadas a partir da integração das informações oriundas das seguintes fontes: levantamentos de campo realizados pela equipe técnica do CECAV; estudos e pesquisas submetidos ao IBAMA; bibliografia especializada; CNC – Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil, mantido pela Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE; e CODEX – Cadastro Nacional de Cavernas da REDESPELEO BRASIL.

A análise da magnitude e distribuição dos sismos na bacia do rio Teles Pires foi embasada por dados do Cadastro de Sismos do Observatório Sismológico, da Universidade de Brasília – SIS-UnB, e por diversos estudos específicos desenvolvidos, principalmente, por técnicos dessa instituição de pesquisa.

### 2.5.3 Caracterização Geológica

A caracterização geológica apresentada a seguir abordará, em nível crescente de detalhe, as unidades litoestratigráficas e os aspectos tectono-estruturais das Áreas de Abrangência Regional, de Influência Indireta, de Influência Direta e Diretamente Afetada.

#### 2.5.3.1 Caracterização Geológica da Área de Abrangência Regional

A bacia do rio Teles Pires abrange três grandes domínios tectonoestruturais: Cráton Amazônico, com faixas móveis paleo a neo-proterozóicas e coberturas proterozóicas; Província Tocantins, representada pela Faixa Paraguai; coberturas fanerozóicas relacionadas às bacias do Alto Tapajós, do Parecis e do Paraná, além de sedimentos cenozóicos (Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AAR, constante do **DESENHO 2.5-1**).

A porção centro-norte da bacia é representativa de um ambiente geotectônico do Arco Magmático Juruena (SOUZA et al., 2005), cuja evolução envolve processos de subducção e consumo de placa oceânica, colisão de blocos continentais e geração de crosta. As rochas mais antigas da área foram reunidas no Complexo Bacaeri-Mogno (rochas supracrustais caracterizadas como gnaisses sílico-aluminosos, *cherts*, anfíbolitos e metagabróides), Complexo Cuiú-Cuiú (ortognaisses), Suíte Intrusiva Matupá (granitóides) e Suíte Intrusiva Flor da Serra (rochas básicas). Essas unidades serviram de encaixantes às rochas do Arco Magmático Juruena, as quais são agrupadas em dois segmentos crustais: Terrenos Plutovulcânicos e Terrenos Acrescionários de Médio a Alto Grau Metamórfico. Os Terrenos Plutovulcânicos são compostos por um conjunto de rochas epizonais deformadas em regime rúptil a rúptil-dúctil de metamorfismo incipiente, constituindo uma série magmática representada pelas Suítes Intrusivas Juruena e Paranaíta (granitos e monzogranitos), relacionadas temporal e espacialmente às Intrusivas Básicas Guadalupe (gabros e dioritos), e por vulcânicas/subvulcânicas ácidas a intermediárias da Suíte Colíder (riodacitos, dacitos, andesitos, microgranitos, sedimentos

epiclásticos e material piroclástico). Junto a este conjunto ocorrem ao final do estágio pós-colisional granitos cálcio-alcalinos, como o Granito Nhandu. Os Terrenos Acrescionários de Médio a Alto Grau Metamórfico são compostos por granitóides cálcio-alcalinos, meta a peraluminosos, deformados em regime dúctil, distribuídos ao longo de megazonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais de direção WNW-ESE. Estão representados pelo Complexo Nova Monte Verde, Suíte Vitória, Granito São Pedro, Granito São Romão e Granito Apiacás.

As bacias sedimentares proterozóicas estão representadas pelos Grupos Beneficente e Caiabis, com idades máximas para o início da sedimentação, respectivamente, de 1,7 e 1,3 Ga. O Grupo Beneficente se estende por terrenos da porção centro-norte da bacia do rio Teles Pires e o Grupo Caiabis abrange a sua porção central. Essas unidades são preponderantemente constituídas por arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados.

No extremo sul da bacia do rio Teles Pires, os sedimentos proterozóicos são representados pelas rochas dos Grupos Paraguai e Cuiabá (Faixa Paraguai da Província Tocantins). O Grupo Cuiabá está representado por sua subunidade de topo, constituída por metaconglomerados com raras intercalações de filito. O Grupo Alto Paraguai é composto pelas Formações Araras (dolomitos rosa, arenitos, siltitos e argilitos), Raizama (arenitos com cimento calcífero, siltitos, argilitos e arcóseos com níveis conglomeráticos) e Diamantino (folhelhos com intercalações de siltitos e arcóseos).

As coberturas fanerozóicas ocorrem em grande parte da bacia do rio Teles Pires, sendo representadas pelas unidades pertencentes à Bacia Sedimentar do Alto Tapajós, na porção norte-noroeste, e Bacias do Parecis e do Paraná, na porção sul. A Bacia do Alto Tapajós é constituída pelas Formações Capoeiras (quartzo-arenito fino), Igarapé Ipixuna (quartzo-arenito fino a médio bem selecionado), São Manoel (arenito silto-argiloso, quartzo arenito fino e brecha sedimentar), Navalha (arenito com cimento calcítico, silito calcífero e calcário) e pelas Unidades I e J (arcóseos, conglomerados, grauvas e siltitos). O Grupo Parecis ocorre na porção centro-sul, sendo representado pelas Formações Salto das Nuvens (conglomerados e arenitos) e Utiariti (arenitos quartzosos). No extremo sul da bacia do rio Teles Pires tem-se o Grupo Bauru, representado por uma seqüência sedimentar constituída de arenitos, com intercalações de silito, argilito, arenito conglomerático e conglomerados.

As coberturas cenozóicas representam os últimos registros litoestratigráficos na bacia do rio Teles Pires. Os sedimentos terciários da Formação Ronuro ocupam uma vasta superfície de aplainamento que ocorre continuamente na porção leste da Bacia do Parecis. As Coberturas Detrito-Lateríticas, comumente constituídas por lateritas com concreções ferruginosas, de idade terciária-quadernária, são observadas por toda a bacia, apresentando maior expressão areal na região centro-sul. Os depósitos aluviais se distribuem ao longo das calhas e planícies de inundação do rio Teles Pires e seus principais afluentes, sendo caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, com níveis de material silto-argiloso e cascalhos. Associados a esses depósitos têm-se os sedimentos coluviais e eluviais depositados em terraços.

Quanto às principais feições estruturais, os domínios do Arco Magmático Juruena, na porção norte da bacia do rio Teles Pires, são caracterizados por megacisalhamentos transcorrentes dúcteis NW-SE, rúpteis-dúcteis e rúpteis sinistrais e cisalhamentos transcorrentes destrais. As bacias proterozóicas representadas pelos Grupos Beneficente e Caiabis foram desenvolvidas por meio de reativação tectônica de feições estruturais antigas, geradas em domínios de rúptil-dúctil a rúptil, com direção E-W e NNW-ESE. Essas descontinuidades são marcadas por um sistema de falhas transcorrentes com movimento preferencial sinistral. A Faixa Paraguai, representada na área em estudo pelos Grupos Cuiabá e Alto Paraguai, é uma bacia do tipo Ante-País, ocorrendo na forma de um arco com a concavidade voltada para SE e direção NE-SW no seu ramo norte e N-S no seu ramo sul. A idade mesozóica na bacia do rio Teles Pires é marcada pela reativação de estruturas antigas e geração de novas estruturas, distribuídas na forma de fraturas e/ou falhas com direção predominante NW-SE e NNE-SSW. Estas descontinuidades são geralmente preenchidas por diques de diabásio de idade jurássica.

### 2.5.3.2 Caracterização Geológica da Área de Influência Indireta

#### a) Aspectos geotectônicos da AII

No contexto geotectônico, a AII da UHE São Manoel acha-se inserida na porção centro-sul do domínio do Craton Amazônico, em terrenos proterozóicos. O conhecimento geológico atual da área adota o modelo de evolução para o Cráton Amazônico baseado em duas hipóteses: retrabalhamento de uma crosta antiga e eventos de acreção crustal.

Conforme GIBBS & BARRON (1983), HASUI *et al.* (1984) e AMARAL (1974 e 1984), a hipótese do retrabalhamento crustal considera o Cráton Amazônico como um conjunto de massas continentais que se juntaram no Arqueano ou Paleoproterozóico. Posteriormente, este protocontinente passou por um processo de retrabalhamento e rejuvenescimento isotópico. Esse segmento crustal, oriundo de processos colisionais, seria compartimentado em blocos crustais limitados por megacinturões de cisalhamento transcorrentes ou contracionais, demarcados por anomalias magnéticas e gravimétricas e pelas ocorrências de rochas granulíticas e gnáissicas de médio a alto grau, além de granitóides e supracrustais (HASUI *et al.*, 1984; e COSTA & HASUI, 1997). Nesta concepção, a região em estudo estaria contida no Bloco Juruena, limitando a nordeste com o Bloco Araguacema.

A segunda hipótese propõe uma evolução do Cráton Amazônico a partir de acreção juvenil e aglutinação de fragmentos crustais antigos (terrenos granito-greenstone) em torno dos quais se desenvolveram cinturões proterozóicos, formados sobre uma crosta preexistente ou envolvendo geração de crosta em arcos magmáticos (CORDANI & BRITO NEVES, 1982).

Seguindo esse modelo, TASSINARI (1996), TASSINARI *et al.* (1996) e SATO & TASSINARI (1997) propõem a subdivisão do Cráton Amazônico em domínios geocronológico-tectônicos. Tais domínios representariam fragmentos crustais, cinturões móveis e arcos magmáticos cuja interação e aglutinação teriam gerado uma grande massa cratônica no final do Mesoproterozóico. Em consonância com esta modelagem geológica a região em foco estaria no domínio Rio Negro-Juruena (1,80 – 1,55Ga).

SANTOS *et al.* (2000) redefiniram a compartimentação do Cráton Amazônico, subdividindo-o nos seguintes províncias geotectônicas: Carajás-Imataca (3,10-2,53Ga), Transamazônica (Guianas) (2,15-2,00Ga); Tapajós-Parima (2,10-1,87Ga); Amazônia Central (1,88-1,70Ga); Rio Negro (1,86-1,52Ga); Juruena (1,85-1,75Ga); Rondônia (1,76-1,47Ga) e Sunsas (1,33-0,99Ga). Nesta proposta, a área de estudo estaria localizada na porção sul da Província Juruena.

Recentemente, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) e SOUZA *et al.* (2005) incorporaram a proposta de SANTOS *et al.* (2000) para a evolução do Cráton Amazônico e individualizam três ambientes geotectônicos na área de abrangência do Projeto PROMIN – Alta Floresta: Arco Tapajós (1,96Ga); Arco Juruena (1,85-1,75Ga); terrenos de retroarco da região de Cabeças (1,74Ga).

Consoante com a busca de uma identificação das unidades litoestratigráficas e dos aspectos estruturais ocorrentes na região, com foco no comportamento do meio físico regional frente à implantação da UHE São Manoel, adota-se neste estudo o modelo geotectônico estabelecido para a região pela equipe do Serviço Geológico do Brasil, ou seja, os trabalhos de OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) e SOUZA *et al.* (2005).

Assim, a Área de Influência Indireta da UHE São Manoel está inserida nos domínios do Arco Magma Juruena, do Paleoproterozóico, cuja evolução envolve processos de subducção e consumo de placa oceânica, colisão de blocos continentais e geração de crosta. O modelo geológico

estabelecido admite dois estágios geotectônicos: um orogênico e outro pós-orogênico. O estágio orogênico acha-se representado pelas associações pré-colisional, colisional e pós-colisional transcorrente, conforme modelo proposto por LIÉGEOIS (1998).

O pre-colisional acha-se representado pelo Complexo Bacaeri-Mogno e pelos ortognaisses graníticos e monzoníticos do Complexo Cuiú-Cuiú. A fase colisional associa-se a ocorrências restritas de leucogranitos peraluminosos. O período pós colisional, onde foi desenvolvido o Arco Magmático Juruena, que embasa a área de interesse, apresenta uma estruturação NW-SE, compreendendo dois segmentos crustais:

- Granito-vulcânico;
- Terreno acrescionário de médio a alto grau metamórfico.

A ADA, AID e AII da UHE São Manoel, objetos deste trabalho, estão integralmente contidas no segmento granito-vulcânico. Este segmento constitui um cinturão de rochas plutono-vulcânicas afetadas por deformação rúptil a rúptil-dúctil, metamorfismo incipiente, formadas por um magmatismo calcioalcalino alto potássio da série monzonítica/monzonítica-granítica, representadas regionalmente pelas Suítes Intrusivas Juruena ( $1.848 \pm 17\text{Ma}$  a  $1.817 \pm 57\text{Ma}$ ) e Paranaíta ( $1.803 \pm 16\text{Ma}$  a  $1.793 \pm 6\text{Ma}$ ), que mantém uma associação temporal e espacial com as Intrusivas Básicas Guadalupe e com as vulcânicas ácidas e intermediárias da Suíte Colíder ( $1.801 \pm 11\text{Ma}$  a  $1.786 \pm 17\text{Ma}$ ), onde predominam microgranitos, micromonzonitos, riolitos, riodacitos e andesitos. Junto a esse conjunto ocorrem, ao final do estágio pós-colisional, granitos cálcio-alcalinos, como o Granito Nhandu. Dentre as unidades mencionadas, apenas a Suíte Intrusiva Juruena e a Suíte Colíder ocorrem na área em pauta.

Os terrenos acrescionários de médio a alto grau metamórfico encontram-se em posição frontal aos terrenos granito-vulcânicos e são compostos por granitóides cálcio-alcalinos, meta a peraluminosos, deformados em regime dúctil e distribuídos ao longo de megazonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais, de direção WNW-ESSE, sendo representados na região pelo Granito São Pedro.

Em espaço temporal tardio a este terreno acrescionário pós-colisional, e num estágio pós-orogênico, ocorrem os alcaligranitos Teles Pires (idade U/Pb de 1,75Ga), que estão presentes na área de estudo intrudidos em rochas da Suíte Colíder.

Marcando a estabilização desse fragmento crustal, na porção norte da Área de Influência Indireta da UHE São Manoel ocorrem as coberturas sedimentares proterozóicas constituintes do Grupo Beneficente, idade Pb/Pb de 1,7Ga (SAES & LEITE, 2002), caracterizado por seqüências siliciclásticas e clasto-químicas.

As coberturas cenozóicas representam os últimos registros litoestratigráficos na região, sendo caracterizadas como depósitos detrito-lateríticos, de idades terciária-quadernária, e depósitos aluvionares quadernários, recobrando as unidades mais antigas.

Quanto às principais feições estruturais das unidades proterozóicas, SOUZA *et al.* (2005) as subdividem nos domínios tectonoestruturais dúctil e rúptil-dúctil a rúptil, desenvolvidos, essencialmente, num regime compressional atuante em duas fases. Uma primeira fase, de natureza compressiva e predominantemente dúctil, gerou estruturas de direção NE-SW, em regime de encurtamento crustal, cuja direção do esforço está posicionado na direção  $N65^{\circ}W$ . Esta fase deformou as unidades litoestratigráficas dos Complexos Bacaeri-Mogno e Cuiú-Cuiú, que estão marcadas pelas estruturas do bandamento gnáissico e foliação nas rochas supracrustais.

A segunda fase, também compressiva e subsequente ao fechamento da bacia Bacaeri-Mogno, caracteriza-se pela natureza não-coaxial e cujo vetor de compressão máxima tem direção N55°E, que gerou a estrutura final dessa área. Esta fase é representada por megacisalhamentos transcorrentes dúcteis NW-SE, rúpteis-dúcteis e rúpteis sinistrais e cisalhamentos transcorrentes destrais. Esta fase corresponde ao ajustamento de blocos crustais, guiados por escape lateral e formando ambientes distensionais e contracionais localizados, gerados em função da ação conjugada das transcórrencias.

A bacia proterozóica representada pelo Grupo Beneficente foi desenvolvida por meio de reativação tectônica de feições estruturais antigas, geradas em domínios de rúptil-dúctil a rúptil, com direção E-W e NNW-ESE. Essas descontinuidades são marcadas por um sistema de falhas transcorrentes com movimento preferencial sinistral, que atuaram de modo sincronizado e conjugado, gerando áreas transtracionais tipo *pull-apart* ou *strike-slip basin*, que evoluíram, progressivamente, para bacias tipo romboédricas (SOUZA *et al.*, 2005).

## b) Unidades litoestratigráficas da AII e aspectos estruturais associados

Apresenta-se a seguir a descrição das unidades litoestratigráficas ocorrentes na Área de Influência Indireta da UHE São Manoel de acordo com a cronoestratigrafia. A representação cartográfica dessas unidades é apresentada no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AII da UHE São Manoel, escala 1:100.000, constante do **DESENHO 2.5-2**.

### • Suíte Intrusiva Juruena

A denominação Granito Juruena foi proposta por SILVA *et al.* (1974) para designar corpos graníticos remobilizados do Complexo Xingu, compreendendo granitóides porfirídeos biotíticos e muscovíticos, freqüentemente gnaissificados. Esses autores sugeriram uma origem sinorogênica para esses corpos graníticos, correlacionando-os ao Ciclo Transamazônico (2.600-1.800Ma). Posteriormente, SILVA NETO *et al.* (1980) relacionaram ao Granito Juruena uma série de corpos graníticos, granodioríticos e trondhjemitos, ovalados, semicirculares, de contornos irregulares, estrutura isótropa, não deformados, pós-cinemáticos, distribuídos a sul e sudeste de Paranaíta.

OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) ratificaram a designação de Juruena para “*representar uma suíte de rochas graníticas calcioalcalinas de médio a alto potássio, formadas essencialmente de biotita granitos e monzogranitos, porfiríticos a equigranulares, isotrópicos, cinza-claros a cinza-rosados, pouco magnéticos, baixos valores radiométricos, geralmente desprovidos de enclaves máficos*”.

A Suíte Intrusiva Juruena ocorre na porção sul da AII da UHE São Manoel, na forma de batólitos graníticos aglutinados e amalgamados, dispostos na direção NW-SE e sotopostos aos litotipos da Suíte Colíder. Conforme mapeamento apresentado por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), a abrangência da Suíte Intrusiva Juruena na AII estaria restrita às cabeceiras do córrego Vileroy, no entanto, com o desenvolvimento dos trabalhos de campo no âmbito desta caracterização, foi observada uma maior abrangência dessa unidade litoestratigráfica conforme apresentado no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AII da UHE São Manoel (**DESENHO 2.5-2**).

Os granitos são homogêneos (**Foto 2.5-1**), exibem, geralmente, textura porfirítica a equigranular, estrutura isótropa, interrompida apenas por uma deformação confinada, rúptil a rúptil-dúctil, caracterizada por zonas de cisalhamento, transcorrentes com larguras centimétricas a métricas, onde ocorrem filonitos. Os estudos petrográficos mostram uma composição mineralógica à base de feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita, geralmente acompanhados de epidoto, sericita,

clorita, muscovita, carbonato e argilominerais, como produtos de alteração hidrotermal, e de titanita, allanita, apatita, opacos e zircão como minerais acessórios.

As composições modais de amostras representativas desta unidade, lançadas no diagrama QAP de STRECKEISEN (1976) por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), indicaram a dominância dos campos graníticos a monzograníticos. Os valores geoquímicos para os elementos maiores, apresentados pela OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) foram: SiO<sub>2</sub> - 58% a 71%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 11% a 16%; CaO - 0,78% a 5%. Também foram observadas altas razões MgO/TiO<sub>2</sub> (1,60) e K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O (>1). Na avaliação do ambiente geotectônico, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) consideram a Suíte Intrusiva Juruena como “*constituída por rochas da série calcioalcalina alto potássio, metaluminosa a peraluminosa, com quimismo e características mineralógicas compatíveis com granitos de arcos vulcânicos similares às intrusões encontradas em margens continentais ativas*”.

Datações pelo método U/Pb efetuadas pela Metal Mining Agency of Japan e Japan International Cooperation Agency (MMAJ/JICA, 2000) em biotita monzogranito, coletado da região de Matupá-MT, forneceram idades de 1.817+57Ma, 1.823+35Ma e 1.848+17Ma, posicionando os litotipos da Suíte Intrusiva Juruena como os primeiros granitóides do Arco Magmático Juruena.

Quanto a compartimentação tectono-estrutural regional, a Suíte Intrusiva Juruena está inserida em um domínio rúptil a rúptil-dúctil, representativo da segunda fase compressiva, apresentando deformações descontínuas, não penetrativas, sendo observadas zonas confinadas de cisalhamento, com largura centimétrica a métrica, formada pela nucleação de fraturas e/ou falhas preexistentes.

Os afloramentos de granito da Suíte Intrusiva Juruena constituem, comumente, grandes blocos e matacões ovalados, conforme pode ser observado na estrada que liga a Pousada Mantega à rodovia MT-206 (**Foto 2.5-2**).



**Foto 2.5-1 – Detalhe do granito da Suíte Intrusiva Juruena.**



**Foto 2.5-2 – Blocos ovalados dos granitos da Suíte Intrusiva Juruena na estrada de acesso à Pousada Mantega**

- **Suíte Colíder**

Constitui uma extensa faixa de rochas vulcânicas ácidas ocorrente na porção centro-norte do Estado de Mato Grosso e extremo sul do Estado do Pará. Anteriormente essas rochas receberam a denominação de Grupo Iriri (FORMAN *et al.*,1972), o qual fora subdividido nas Formações Iriri (seqüência vulcanoclástica) e Salustiano (derrames ácidos) por ANDRADE *et al.*(1978). SILVA *et al.*(1980) reúne no Grupo Uatumã o conjunto vulcânico ácido intermediário, rochas sedimentares e o Granito Teles Pires que ocorrem na região abrangida pela folha de Juruena (Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo). Este conjunto de rochas vulcânicas félsicas levou alguns geólogos a propor um modelo de derrame fissural. Entretanto, com a evolução do conhecimento geológico, mostrou-se que os derrames associados aos Grupos Uatumã e Iriri possuem idade, estruturas e metalogêneses distintas.

Neste contexto, as rochas subvulcânicas de composição ácido-intermediária que ocorrem na borda sul da serra do Cachimbo foram relacionadas por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) e SOUZA *et al* (2005) ao Arco Magmático Juruena (idade de 1,85 a 1,75Ga) sob a designação de Suíte Colíder, apresentando idade isocrônica U/Pb variando de 1,80 a 1,77Ga.

Conforme o Projeto PROMIN – Alta Floresta, a Suíte Colíder é caracterizada regionalmente por “derrames de lavas ácidas riolíticas vitrofíricas e microporfíricas, riodacitos e dacitos, e lavas intermediárias andesíticas, porfíricas, com freqüentes intercalações de depósitos piroclásticos e epiclásticos, tendo como seção tipo, a estrada para a Pedra Formosa, localizada a sul da cidade de Colíder. Ocorre também, intimamente associado a esses derrames, uma fácies transicional, representada por intrusões muito rasas, epizonais, formadas de microgranitos, microquartzozomonzonitos, micromonzonitos, porfíricos, encimados às vezes por granófiros e riolitos, riodacitos e

*dacitos, pórfiros, situados em zonas apicais, destituídos de textura de fluxo e sem evidências de derrames, formando extensos pacotes homogêneos” (OLIVEIRA & ALBUQUERQUE, 2005).*

A Suíte Colíder é a unidade litoestratigráfica com maior expressão areal na AII da UHE São Manoel. As rochas vulcânicas ácidas da Suíte Colíder estão estratigraficamente sotopostas às rochas sedimentares do Grupo Beneficente, ocorrentes no extremo norte da área, e estão sobrepostas às rochas graníticas da Suíte Intrusiva Juruena, ocorrentes ao sul, sendo intrudidas pelo Granito Teles Pires nas porções leste e oeste da AII.

Nessa região predominam as rochas subvulcânicas representadas por riolitos (**Foto 2.5-3**), riodacitos, dacitos e andesitos, porfiríticos, desprovidos de textura de fluxo, dissociados de derrames, dispostos em pacotes homogêneos, geralmente posicionados acima de zonas apicais, ligadas a intrusões rasas, epizonais, formadas por microgranitos, microquartzo monzonitos e micromonzonitos.



**Foto 2.5-3 – Ocorrência de riolito da Suíte Colíder junto ao córrego Capitão Felipe**

Os litótipos supramencionados, quando lançados no diagrama de “Classificação de Rochas Ígneas Vulcânicas” de STRECKEISEN (1976), recaíram predominantemente no campo riodacítico com variações para riolito e traquiandesito. Esta classificação se deu nas amostras analisadas no âmbito do Projeto PROMIN – Alta Floresta.

Os microgranitos, microquartzo-monzonitos e micromonzonitos que constituem, junto com os riodacitos pórfiros, os termos predominantes entre as subvulcânicas, são realçados por uma morfologia em pequenos morros dispersos ou alinhados, emergindo de uma topografia subaplanada característica das unidades geomorfológicas Planalto Dissecado do Sul da Amazônia e Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.

Em termos tectono-estruturais, a Suíte Colíder está inserida em um domínio rúptil a rúptil-dúctil, caracterizado, segundo OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), “*por zonas de cisalhamento confinadas, com largura centimétrica a métrica, na maioria das vezes descontínuas, formadas a partir de nucleação de fraturas e/ou falhas preexistentes, com direções predominantes NW-SE e EW, de cinemática sinistral e NS (dextral), num regime compressivo com vetor máximo (F1) com direção N50E. Essas zonas de cisalhamento acham-se representadas por rochas filoníticas (quartzo + clorita + sericita ± epidoto), resultantes da interação da rocha granítica e fluidos hidrotermais, confinadas e encaixadas abruptamente em granitos não deformados. Essas discontinuidades alojam as principais mineralizações auríferas da área*”.

- **Granito Teles Pires**

SILVA *et al.* (1974) designaram de Granito Teles Pires um conjunto de corpos graníticos com estrutura anelar, anorogênicos, condicionados ao ambiente de formação das lavas ácidas encontradas, inicialmente, na região do rio Iriri. Em seguida, ISLER *et al.* (1977) relacionaram esses alcaligranitos ao vulcanismo subsequente ao Evento Transamazônico. Enquanto que TASSINARI (1981) atribuiu a estes granitos a idade de 1.600Ma, relacionando-os a um magmatismo subvulcânico pós-tectônico restrito à Província Rio Negro-Juruena.

OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) ratificaram a designação de Granito Teles Pires “*para representar um conjunto de corpos graníticos intrusivos, pós-orogênicos, calcioalcalinos de alto potássio, formados predominantemente por granito porfirítico, vermelho-tijolo, localmente com textura rapakivi, reunido a granitos finos e alcaligranito, equigranulares a porfiríticos, isotrópicos, não deformados, dispostos na forma de stocks e batólitos subcirculares a elipsoidais, geralmente intrusivos nas rochas vulcânicas da Suíte Colíder*”.

Dois corpos graníticos na forma de batólitos abrangem parcialmente a AII da UHE São Manoel. Esses batólitos apresentam em superfície uma configuração oval, com eixo maior alongado na direção EW, e afloramentos na forma de lajedos ou em grandes blocos (**Foto 2.5-4**). A partir da realização dos trabalhos de campo no âmbito desta caracterização geológica, as áreas de abrangência desses batólitos graníticos na AII foram reduzidas em relação à proposição de OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005).



**Foto 2.5-4 – Blocos do Granito Teles Pires nas proximidades da cachoeira Sete Quedas**

Os tipos litológicos encontrados são biotita granito, leucogranito, alcaligranito, com estruturas maciças, homogêneas, de coloração cinza, cinza-avermelhado a vermelho-tijolo, com a granulação mais comum variando entre média a grossa, podendo ocorrer granulação fina. Os cristais aparecem na forma equigranular a porfirítica em matriz fina. Ocasionalmente apresentam textura rapakivi (megacristais de feldspato potássico apresentando anel externo de plagioclásio). Podem ocorrer associações com rochas subvulcânicas representadas por microgranitos, granitos finos e granófiros, cinza-rosados a avermelhados, apresentando textura fina a microgranular com estrutura maciça e homogênea.

Estudos petrográficos realizados no âmbito do Projeto PROMIN – Alta Floresta mostraram que a composição mineralógica desses litótipos é essencialmente quartzo-feldspática, de natureza granítica, sienogranítica e alcaligranítica.

Os principais constituintes são megacristais de feldspato potássico, quartzo em cristais xenomórficos e plagioclásio em cristais prismáticos em percentual reduzido. Os minerais máficos também ocorrem em proporções mínimas, tornando essas rochas essencialmente hololeucocráticas, com raras lamelas de biotita, freqüentemente alteradas para clorita. Entre os minerais resultantes da alteração hidrotermal, além da clorita, aparecem epidoto, sericita e carbonatos. Os minerais acessórios são representados pela fluorita, zircão, allanita e titanita. Os valores geoquímicos para os elementos maiores, apresentados por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) são:  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} \sim 5\%$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 1$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (12 a 14%).

Com base nos dados de geoquímica, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) classificaram o Granito Teles Pires como metaluminosos, pós-orogênicos e calcioalcalinos de alto potássio, concluindo que as características petrográficas, químicas e relações de campo vinculam sua evolução às séries magmáticas calcioalcalinas de alto potássio do Arco Juruena.

Datações isotópicas efetuadas por SANTOS (2000), em biotita granito na região de Terra Nova do Norte, forneceram idade U/Pb de  $1.757 \pm 16$ Ma e idade-modelo Sm/Nd de 2.100Ma, ratificando um posicionamento pós-orogênico em relação à evolução do Arco Magmático Juruena.

Considerando a compartimentação tectono-estrutural regional, assim como a Suíte Colíder na qual está intrudido, o Granito Teles Pires também está inserido em um domínio rúptil a rúptil-dúctil. Observa-se em campo as respostas diferenciadas dos litotipos dessas duas unidades às solicitações tectônicas. Comumente, o Granito Teles Pires mantém-se pouco fraturado enquanto ocorrências contíguas de riolitos da Suíte Colíder apresentam intenso fraturamento.

- **Grupo Beneficente**

ALMEIDA & NOGUEIRA FILHO (1959) denominaram de Grupo Beneficente uma seqüência sedimentar, ocorrente na região da serra do Cachimbo, composta por duas litofácies: uma inferior, quartzítica, aflorando no povoado de Beneficente e uma superior, pelítica, aparecendo no baixo curso do igarapé das Pedras. Diversos outros autores usaram esta mesma terminologia para caracterizar os sedimentos encontrados na mesma região, dentre eles estão LIBERATORE *et al.* (1973), SILVA *et al.* (1974), ALMEIDA (1974), SANTOS *et al.* (1975), LEAL *et al.* (1978) e SILVA *et al.* (1980).

SANTIAGO *et al.* (1980) propuseram uma estruturação para o Grupo Beneficente denominando de Formação Palmares a unidade proterozóica e subdividindo em diversas formações os sedimentos paleozóicos. BIZINELLA *et al.* (1980) introduziram a denominação Grupo Jatuarana para englobar as formações paleozóicas e, PINHEIRO & FERREIRA (1999) indicaram o nome Formação Buiçu para os sedimentos proterozóicos.

No âmbito do PROMIN – Alta Floresta, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) individualizaram cinco unidades litológicas no Grupo Beneficente, sendo denominadas por Unidades I, II, III, IV e V.

A presença do Grupo Beneficente na AII da UHE São Manoel é representada pelas ocorrências das Unidades I, II, III e IV. Segundo OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), em termos regionais, a espessura da Unidade I é estimada em 150m, predominando arenitos e arenitos líticos brancos a amarelos claro, com grãos finos a médios, subangulosos e bem selecionados, dispostos sob a forma de estratos e camadas com freqüentes estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas e tabulares. Estas estruturas sedimentares sugerem um sistema de deposição fluvial entrelaçado. A parte inferior da Unidade I é formada por camadas métricas de conglomerados polimíticos, clasto suportados, com clastos subarredondados a angulosos, de rochas vulcânicas, arenitos e argilitos, atingindo 20cm de diâmetro, imersos em uma matriz quartzosa.

A Unidade II distribui-se sob a forma de estreita faixa paralela à unidade anterior, à qual recobre de maneira concordante, sendo constituída por um espesso pacote de pelitos avermelhados onde os argilitos laminados representam as rochas predominantes. Arenitos finos e arenitos manganésíferos aparecem como lentes ou finas intercalações. As rochas pelíticas encontram-se comumente alteradas, formando solos argilosos avermelhados, em contraposição aos solos arenosos das unidades envolventes. Também podem ser verificadas ocorrências restritas de calcário margoso cinza-escuro, com textura muito fina e estrutura finamente laminada. As Unidades I e II compõem uma estreita faixa de direção EW ao longo do limite norte da AII. Nas áreas de ocorrência da Unidade I, composta predominantemente por arenitos (**Foto 2.5-5**), as formas de relevo são representadas por morrotes alinhados, enquanto na Unidade II, argilosa (**Foto 2.5-6**), o relevo é mais abaulado, o que permite a individualização morfológica das unidades. Apenas os termos clásticos (arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados) dessas unidades foram identificados na AII, não sendo observada a ocorrência de rochas carbonáticas (termos químicos).



**Foto 2.5-5 – Bloco de arenito da Unidade I do Grupo Beneficente apresentando estratificação plano-paralela**



**Foto 2.5-6 – Argilitos da Unidade II do Grupo Beneficente alterados e fraturados**

A Unidade III compõe uma faixa paralela às unidades anteriores, recobrimdo concordantemente a Unidade II, sendo constituída por camadas de arenitos finos a médios, com estratificações plano-paralelas, cruzadas e localmente apresentando finas intercalações de siltitos e argilitos. Sua espessura é estimada em cerca de 100m. A Unidade IV é representada por uma seqüência de arenitos claros, de granulação fina a média, com intercalações lenticulares de argilitos e siltitos avermelhados, apresentando estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas e tabulares. A espessura da Unidade IV é estimada em pouco mais de 150m.

Conforme VALENTE (1998), os sedimentos do Grupo Beneficente são cortados por diques básicos datados de 1,3Ga, o que indica uma idade proterozóica. A partir de datações em zircões detríticos provenientes de conglomerados da base do Grupo Beneficente, SAES & LEITE (2002) obtiveram uma idade máxima de 1,7Ga para o início de deposição dessa unidade, certificando, portanto, sua idade paleoproterozóica.

Amparado na análise de imagens de satélite e em indícios coligidos no campo, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) indicaram *“uma estreita vinculação da estruturação dos sedimentos do Grupo Beneficente com a reativação de megafeições transcorrentes antigas (paleoproterozóicas), que limita esses sedimentos com os terrenos vulcânicos/subvulcânicos da Suíte Colíder, com direção geral EW a WNW-ESE, desenvolvidas durante e após o período de sedimentação. Essas falhas transcorrentes agiram de modo conjugado, gerando zonas transtensionadas, tipo graben rombóide que evoluiu progressivamente para uma bacia rombóide cujo eixo principal situou na direção WNW-ESSE”*.

- **Cobertura Detrito-Lateríticas**

Depósitos elúvio-coluviais de idade terciário-quadernária, de pequenas dimensões, caracterizados por sedimentos argilo-arenosos, recobrem as rochas graníticas e riolíticas. Comumente, essas ocorrências estão associadas a formas de relevo caracterizadas por superfícies aplainadas e onduladas. Embora esses depósitos sejam de pequenas dimensões, não mapeáveis na escala deste estudo, os mesmos adquirem relevância por serem fontes potenciais de materiais construtivos do barramento.

- **Depósitos Aluvionares Recentes**

Na AII da UHE São Manoel foram identificadas coberturas aluvionares diversas caracterizadas como paleocanais sub-recentes, paleoterraços e aluviões recentes concentradas ao longo das drenagens atuais.

Essas coberturas aluvionares são constituídas por sedimentos arenosos e argilosos, inconsolidados ou parcialmente consolidados, com níveis de cascalhos associados. As principais áreas de concentração são verificadas ao do rio Teles Pires e do seu tributário córrego da Perdição.

Os depósitos aluvionares destacam-se por sua morfologia típica de planícies sedimentares associadas ao sistema fluvial, sendo que as aluviões sub-recentes ocorrem em posições topográficas mais alçadas em relação às aluviões recentes. Os depósitos inconsolidados são comumente constituídos por areia quartzosa fina a média, com níveis de seixos arredondados de quartzo e fragmentos das rochas de ocorrência regional. Localmente, esses depósitos apresentam-se parcialmente consolidados onde os sedimentos argilosos com níveis arenosos e cascalhosos formam pacotes com espessuras variáveis.

### 2.5.3.3 Caracterização Geológica das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada

Embasado nas informações de campo levantadas no âmbito deste EIA, descreve-se a seguir os aspectos geológicos e estruturais das unidades litoestratigráficas ocorrentes na AID e ADA da UHE São Manoel.

Conforme pode ser observado no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AID e ADA, escala 1:50.000, constante do **DESENHO 2.5-3**, na AID e ADA da UHE São Manoel, ocorrem as seguintes unidades litoestratigráficas: Suíte Colíder, Granito Teles Pires, Grupo Beneficente e Depósitos Aluvionares Recentes.

- **Suíte Colíder**

A Suíte Colíder é a unidade litoestratigráfica dominante na AID e ADA da UHE São Manoel. Sobre esta unidade estarão assentados o barramento e as estruturas da casa de força e do vertedouro. Também em terrenos dominados por essa unidade serão instalados o canteiro industrial, o bota-fora e um trecho da linha de transmissão, com extensão aproximada de 21,5 km.

Conforme já amplamente discutido, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) designaram de Suíte Colíder os derrames de lavas ácidas riolíticas vitrofíricas e microporfíricas, riocácitos e dacitos, e lavas intermediárias andesíticas, porfíricas, com freqüentes intercalações de depósitos piroclásticos e epiclásticos, e associações de intrusões muito rasas, epizonais, formadas de microgranitos, microquartzo-monzonitos, micromonzonitos, porfíricos, ocorrentes no Arco Magmático Juruena.

Os litótipos dessa unidade predominantes nas áreas em pauta são os riolitos e microgranitos, comumente de coloração rosada, exibindo notável fraturamento (**Fotos 2.5-7 e 2.5-8**), podendo ser considerados, em diversos sítios descritos, como de alta densidade de fraturas.



**Foto 2.5-7 – Fraturas em riolitos da Suíte Colíder próximo ao eixo da UHE São Manoel**



**Foto 2.5-8 – Riolitos da Suíte Colíder fraturados na margem esquerda do rio Teles Pires**

Comumente, os riolitos e microgranitos apresentam-se pouco alterados, gerando, conseqüentemente, solos residuais de pequena espessura. As formas de relevo observadas na área de ocorrência da Suíte Colíder são colinas e morrotes rochosos, com tops convexos, com baixa a média declividade.

A conjugação do estágio de alteração incipiente com a cobertura de solos pouco espessa e uma morfologia caracterizada por baixas declividades leva a um condicionamento geológico-geotécnico favorável à estabilidade dos maciços rochosos nos domínios da Suíte Colíder, mesmo considerando o freqüente fraturamento.

Conforme pode ser observado na rosácea dos fraturamentos medidos nos trabalhos de campo realizados no âmbito deste EIA (Figura 2.5-1), predominam nos litótipos da Suíte Colíder fraturas EW e NE-SW, representativas da primeira fase de compartimentação geotectônica regional, e NS, representativa da segunda fase. Dentre as fraturas medidas, aquelas com direção NE-SW apresentam-se abertas com maior freqüência. Ressalta-se, ainda, que as direções predominantes observadas na rosácea também condicionam o curso do rio Teles Pires no trecho abrangido pela ADA da UHE São Manoel.

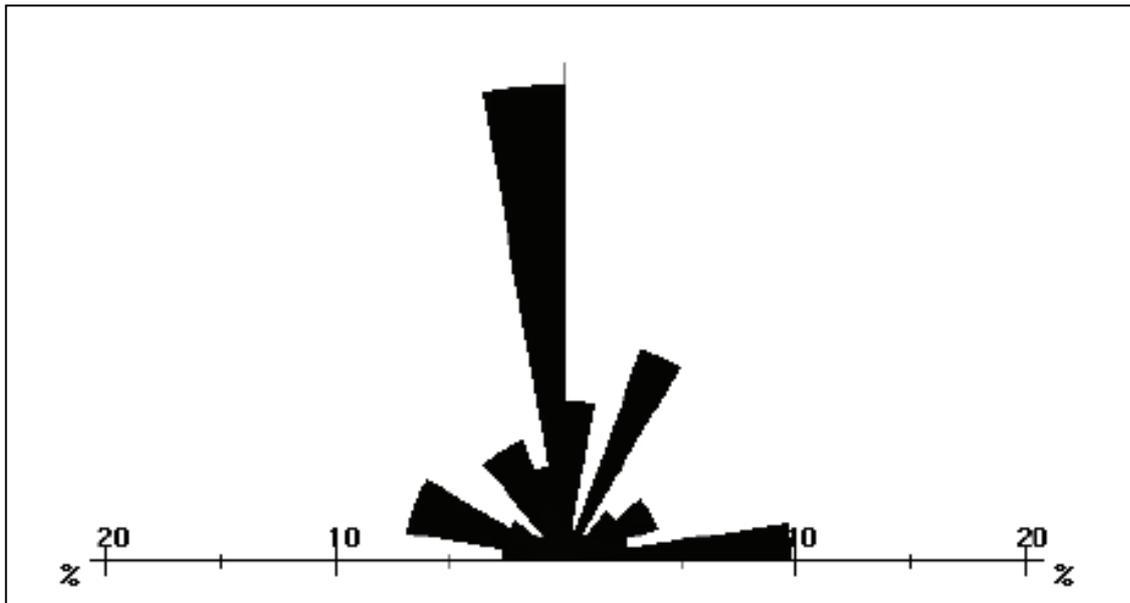


Figura 2.5-1 – Rosácea dos fraturamentos medidos nos litótipos da Suíte Colíder.

- **Granito Teles Pires**

Conforme apresentado anteriormente, a unidade Granito Teles Pires é constituída predominantemente por granitos porfíricos, de cor vermelho-tijolo, localmente com textura rapakivi, não deformados, dispostos na forma de stocks e batólitos subcirculares a elipsoidais, geralmente intrusivos nas rochas vulcânicas da Suíte Colíder (OLIVEIRA & ALBUQUERQUE, 2005).

Na AID e na ADA a ocorrência do Granito Teles Pires está restrita à extremidade do remanso do reservatório. Neste local, o corpo granítico, caracterizado por litótipos de granulação fina, apresenta-se na forma de grandes blocos e lajeados e, em menor escala, como cortes, principalmente junto às margens e no leito do rio Teles Pires (**Foto 2.5-9**).



**Foto 2.5-9 – Afloramento do Granito Teles Pires na área de remanso do reservatório da UHE São Manoel**

Os tipos litológicos comumente observados são biotita granito, leucogranito, alcaligranito, com estruturas maciças, homogêneas, de coloração cinza, cinza-avermelhado a vermelho-tijolo, com a granulação mais comum variando entre média a grossa, podendo ocorrer granulação fina.

Conforme pode ser observado na rosa de fraturas dos fraturamentos medidos nos trabalhos de campo realizados no âmbito deste EIA (**Figura 2.5-2**), predominam nos litótipos do Granito Teles Pires fraturas NE-SW, representativas da primeira fase de compartimentação geotectônica regional, e NS e NW-SE, representativas da segunda fase. Dentre as fraturas medidas, aquelas com direção NE-SW apresentam-se abertas com maior frequência. Essas direções predominantes observadas na rosa de fraturas também condicionam o curso do rio Teles Pires no trecho abrangido pela ADA da UHE São Manoel.

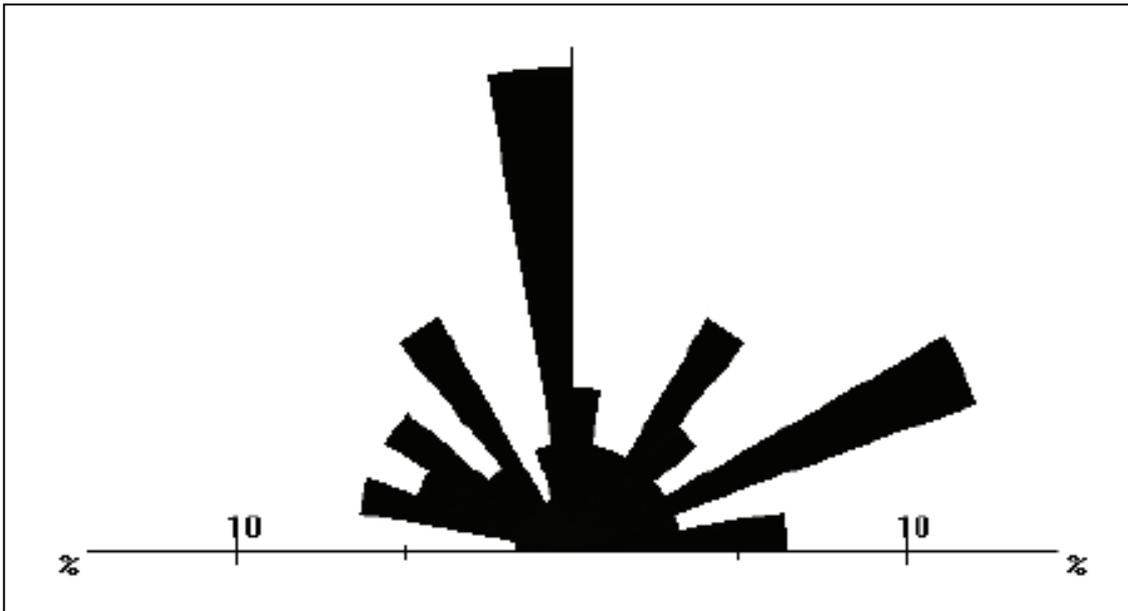


Figura 2.5-2 – Rosácea dos fraturamentos medidos nos litótipos do Granito Teles Pires

- **Grupo Beneficente**

As ocorrências dos litótipos do Grupo Beneficente estão restritas ao noroeste da AID e ADA, ao longo da serra dos Apiacás, divisor de águas entre a bacia do rio Teles Pires e a do rio São Benedito. Nesta área estão localizadas duas áreas de empréstimos de solo para a construção do barramento. Também nesta área está prevista a instalação dos acampamentos e um trecho da linha de transmissão, com extensão de aproximadamente 18,0 km.

Nesse local são observados arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados componentes das Unidades I, II, III e IV do Grupo Beneficente, já caracterizadas no item anterior. Observa-se um predomínio de arenitos finos a médios, bastante silicificados, feldspáticos, de coloração rosa a esbranquiçada, apresentando estratificações planoparalelas e cruzadas de pequeno porte. O acamamento apresenta direções comumente WNW-ESE a EW, com mergulhos para norte. Blocos rolados de conglomerado polimítico (**Foto 2.5-10**) foram observados junto à calha do rio Teles Pires, a jusante do eixo do barramento da UHE São Manoel.



**Foto 2.5-10 – Bloco de conglomerado polimítico do Grupo Beneficente a jusante do eixo do barramento da UHE São Manoel**

- **Depósitos Aluvionares Recentes**

Nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel são observados aluviões recentes ao longo das calhas do rio Teles Pires e de alguns de seus tributários. Essas coberturas aluvionares são constituídas por sedimentos arenosos e argilosos, inconsolidados ou parcialmente consolidados, com níveis de cascalhos associados. Conforme pode ser observado no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AID e ADA (**DESENHO 2.5-3**), as aluviões com maiores extensões são aquelas localizadas na margem esquerda do rio Teles Pires, próximo à confluência do córrego da Perdição, e nas ilhas da Perdição e dos Macacos.

Os depósitos aluvionares apresentam espessuras centimétricas a métricas, sendo caracterizados por um nível basal constituído por cascalhos, sobreposto por intercalações de sedimentos arenosos e argilosos. Na área em pauta, esses depósitos são pouco espessos, predominando areias com granulometria fina a média. Deve ser ressaltado que nas áreas de garimpo esse perfil típico foi descaracterizado tendo em vista o revolvimento do pacote aluvionar nas operações de extração do ouro.

#### **2.5.4 Sítios Geológicos, Paleobiológicos e Espeleológicos**

Na bacia do rio Teles Pires não são verificados sítios relacionados pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP com possibilidade de indicação à UNESCO como Sítio Geológico do Patrimônio Mundial.

A BASE PALEO do Serviço Geológico do Brasil apresenta apenas um registro de ocorrência de material fossilífero na bacia. Trata-se da ocorrência de vestígios orgânicos fossilizados nas margens do

rio Teles Pires, próximo à cidade de Sinop, fora dos limites da AII da UHE São Manoel. Não obstante a constatação de apenas um registro na pesquisa realizada na BASE PALEO, observa-se que o Museu de História Natural de Alta Floresta possui em seu acervo exemplares de fósseis de *Eremotherium* e *Haplomastodon*, cuja procedência é creditada ao leito e terraços do rio Teles Pires, próximo à confluência com o rio São Benedito. Estes fósseis ainda não foram alvos de publicações científicas, motivo que justifica a ausência de seus registros na BASE PALEO.

O predomínio de litótipos ígneos (granitos e riolitos) nas Áreas de Influência Indireta, de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel configura um ambiente geológico que não favorece a ocorrência de cavidades naturais. Apresenta-se a seguir uma discussão sobre a potencialidade espeleológica e paleontológica da AID e ADA da UHE São Manoel.

#### 2.5.4.1 Avaliação da Potencialidade Espeleológica da AID e ADA

A avaliação sobre a potencialidade espeleológica da AID/ADA da UHE São Manoel foi norteadada por uma análise da possibilidade de ocorrência de ambientes geológicos favoráveis ao desenvolvimento de cavidades naturais. Nesta avaliação foram conjugadas atividades de levantamento bibliográfico e trabalhos de campo, conforme apresentado a seguir:

- Levantamentos de campo realizados nos decorrer dos meses de outubro e novembro/2007, com identificação das características litológicas da região e de seus principais aspectos estruturais. No decorrer das atividades de campo buscou-se, ainda, a obtenção de informações juntos aos moradores da região sobre a existência de cavidades naturais. A logística para execução dos serviços de campo incluiu a utilização de veículos utilitários e barcos motorizados, permitindo, dessa forma, o acesso às áreas mais remotas. As rotas de caminhamento são mostradas na **Figura 2.5-3**.
- Pesquisa na “Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas”, do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CECAV/ICMBIO), disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/>>. Nessa base de dados as cavidades são geoespacializadas a partir da integração das informações oriundas das seguintes fontes: levantamentos de campo realizados pela equipe técnica do CECAV; estudos e pesquisas submetidos ao CECAV/ICMBIO; bibliografia especializada; CNC – Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil, mantido pela Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE; e CODEX – Cadastro Nacional de Cavernas da REDESPELEO BRASIL.
- Análise dos principais mapeamentos e estudos geológicos realizados na região, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- Análise do mapa “Possibilidade de Ocorrência de Cavernas Baseada na Litologia – Primeira Aproximação – Estado de Mato Grosso, escala 1:2.400.000 (CECAV, 2008)”. Este mapa, apresentado na **Figura 2.5-4**, foi elaborado pelo Núcleo de Geoprocessamento do CECAV e contempla informações obtidas junto ao IBGE (base cartográfica na escala 1:5.000.000), IBAMA (Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável), FUNAI (Terras Indígenas), CECAV (localização das cavidades naturais) e CPRM (Geologia e Províncias Geológicas na escala 1:2.500.000).

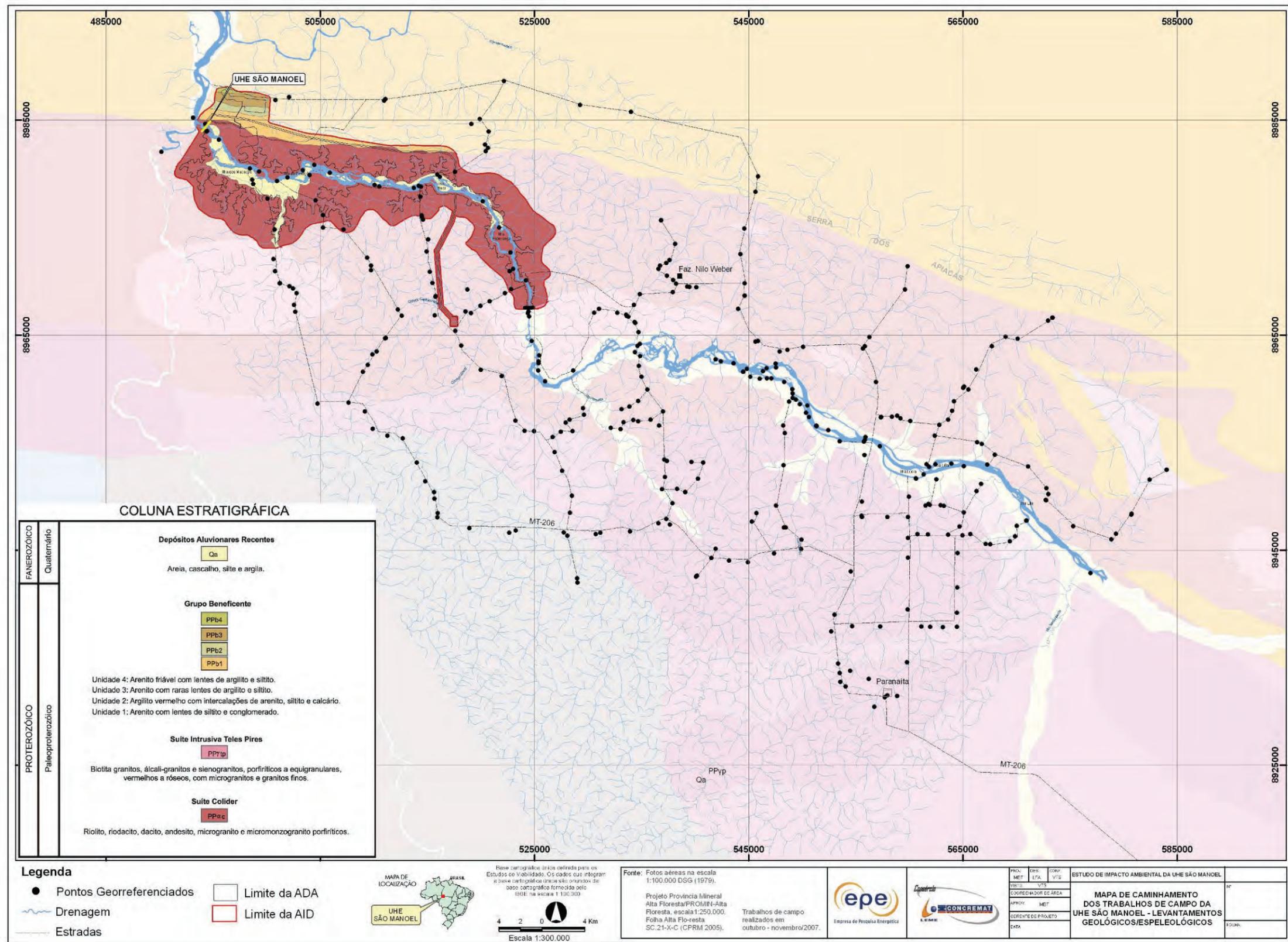


Figura 2.5-3 - Mapa de Caminhamento dos Levantamentos Geológicos/Espeleológicos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

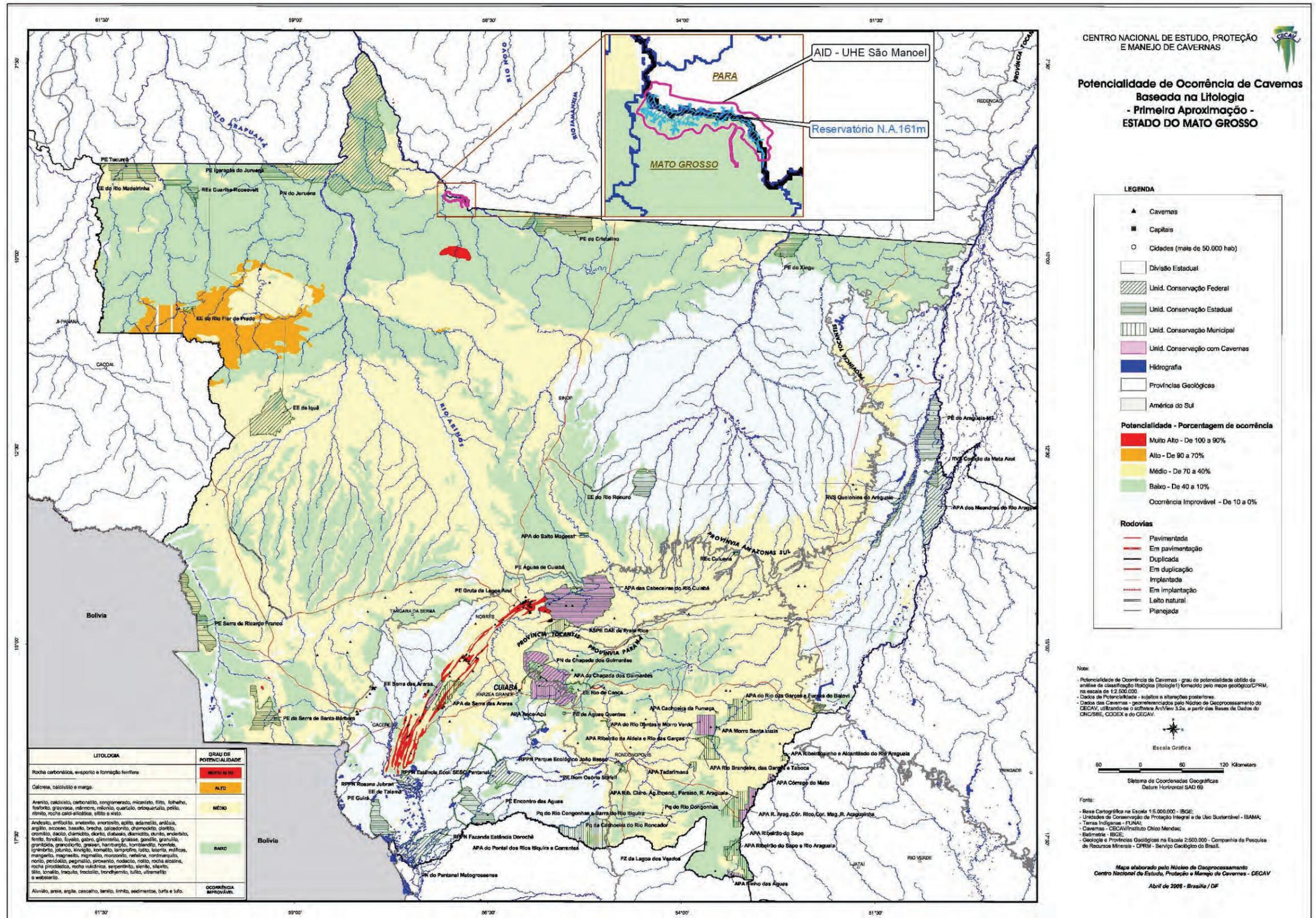


Figura 2.5-4 - Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Estado do Mato Grosso (Adaptado de CECAV, 2008)

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

A conjugação das informações constantes dos levantamentos geológicos existentes com aquelas levantadas em campo e a análise de fotos aéreas e imagens de satélite permitiram a geração do mapa geológico na escala 1:50.000 para a AID e ADA da UHE São Manoel (**DESENHO 2.5-3**), bem como a avaliação sobre a potencialidade espeleológica da região em pauta.

A partir de pesquisa realizada na “Base de Dados Geoespecializados de Cavidades Naturais Subterrâneas” (CECAV/ICMBIO), não foram constatadas ocorrências de cavidades naturais na AID/ADA da UHE São Manoel.

O mapa “Potencialidade de Ocorrência de Cavernas Baseada na Litologia – Primeira Aproximação – Estado de Mato Grosso” (CECAV/ICMBIO, 2008), considera a região abrangida pela AID/ADA da UHE São Manoel como de Baixa Potencialidade para a ocorrência de cavidades naturais, com porcentagem de ocorrência entre 40 e 10% (**Figura 2.5-4**). No entanto, as informações obtidas a partir dos levantamentos no âmbito dos estudos ambientais da UHE São Manoel indicam que a referida região é de Ocorrência Improvável de cavidades naturais.

Conforme observado na caracterização geológica apresentada no item 2.5.3.3, nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel (**DESENHO 2.5-3**) predominam os litótipos ígneos (riolitos e granitos), componentes das unidades geológicas Suíte Colíder e Granito Teles Pires, configurando um ambiente geológico que não favorece a ocorrência de cavidades naturais. Na área de ocorrência das rochas sedimentares do Grupo Beneficente, restrito a uma faixa de direção EW no extremo norte da AID/ADA, ocorrem os litótipos clásticos, caracterizados como arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, nos quais não foram identificadas feições erosivas ou de fraturamento que possam levar ao desenvolvimento de cavernas.

Essas constatações estão amparadas em trabalhos de campo desenvolvidos por meio de caminhamentos ao longo das unidades geológicas ocorrentes na AID/ADA, a partir dos quais não foram identificadas quaisquer formas cársticas ou pseudocársticas que pudessem abrigar cavidades naturais. Contatos mantidos com moradores da região também corroboram para a assertiva de inexistência de cavidades naturais na AID/ADA da UHE São Manoel. Desta forma, não são registradas ocorrências de cavernas e de outros sítios espeleológicos na AID e ADA da UHE São Manoel.

#### **2.5.4.2 Avaliação da Potencialidade Paleontológica da AID e ADA**

O diagnóstico dos aspectos paleontológicos nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel foi elaborado através de estudos “*in situ*”, análise criteriosa do banco de dados da Base Paleo (CPRM/Serviço Geológico do Brasil), mapas geológicos, de recursos minerais e geomorfológicos em escalas diversas, mapas do canal do rio Teles Pires (formas fluviais) na escala de 1:25.000 e em ampla consulta bibliográfica no contexto da região do empreendimento. Ainda contou com entrevistas e informações levantadas junto à população local, notadamente ribeirinha, que forneceu dados imprescindíveis à melhor compreensão da distribuição das ocorrências paleontológicas ao longo das principais drenagens na região de entorno da UHE São Manoel.

Foram inspecionados 34 pontos (**Figura 2.5-5** e **Anexo 2.5-1**), que foram suficientes para a síntese conclusiva do presente diagnóstico. A equipe percorreu 371 km ao longo dos canais fluviais e estradas vicinais em 3 dias de investigação. Todos os pontos vistoriados foram acessados com uso de veículos 4x4 ou barcos motorizados.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

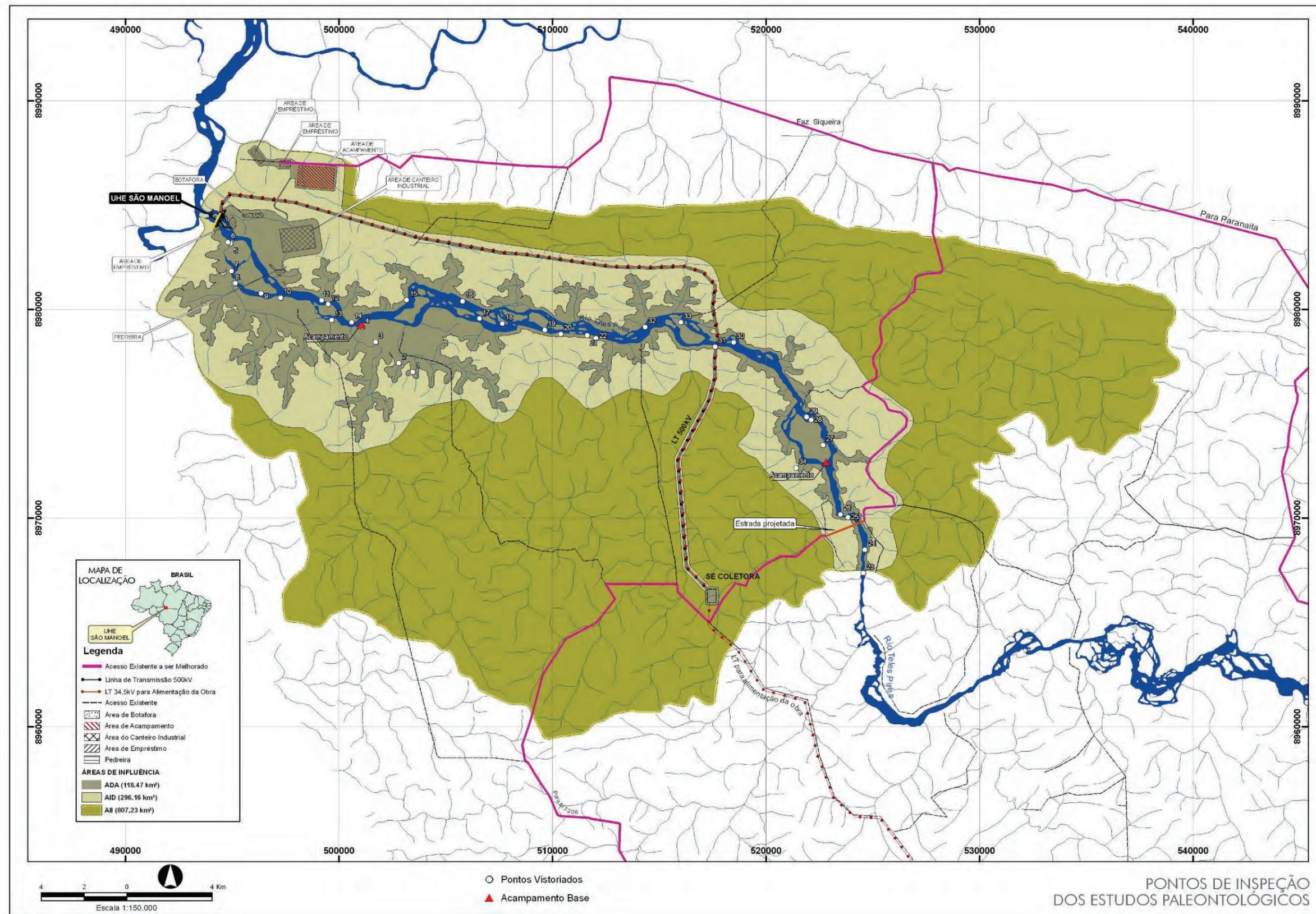


Figura 2.5-5 – Pontos de inspeção dos estudos paleontológicos.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

Conforme já apresentado no item 2.4.3.3, a AID e a ADA da UHE São Manoel são abrangidas por unidades geológicas proterozóicas – Suíte Colíder, Granito Teles Pires e Grupo Beneficente – e por depósitos aluviais quaternários (**DESENHO 2.5-3**).

A Suíte Colíder ocupa quase toda a área do reservatório e grande parte da Área de Influência Direta da UHE São Manuel. Seus litótipos predominantes são os riolitos e microgranitos, comumente de coloração rosada, exibindo notável fraturamento.

Na unidade Granito Teles Pires ocorre de forma restrita na extremidade de montante do reservatório, sendo caracterizada por biotita granito, leucogranito, alcaligranito, com estruturas maciças, homogêneas, de coloração cinza a cinza-avermelhado, com a granulação mais comum variando entre média a grossa.

O Grupo Beneficente ocorre no norte da AID e ADA, ao longo da serra dos Apicás, estando representado por suas Unidades I, II, III e IV (OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), caracterizadas por arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados. Observa-se um predomínio de arenitos finos a médios, bastante silicificados, feldspáticos, de coloração rosa a esbranquiçada, apresentando estratificações planoparalelas e cruzadas de pequeno porte.

Os depósitos aluvionares se distribuem ao longo das calhas e planícies de inundação do rio Teles Pires e seus principais afluentes, sendo caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, com níveis de material silto-argiloso e cascalhos. Associados a esses depósitos podem ocorrer sedimentos coluviais e eluviais depositados em terraços.

O reservatório da UHE São Manoel abrangerá áreas de ocorrências da Suíte Colíder, do Granito Teles Pires e de sedimentos quaternários, não atingindo os domínios dos litótipos do Grupo Beneficente. As unidades Suíte Colíder e Granito Teles Pires, compostas por rochas ígneas, estiveram condicionadas, geneticamente, a altas temperaturas e pressões, ambiente este totalmente adverso e proibitivo à fossilização, o que definitivamente impossibilita a preservação dos registros paleontológicos, tornando-o afossilífero.

Litologias do Grupo Beneficente, mesmo apresentando registros de microfósseis de acordo com a base de dados PALEO, por si só não justificam uma condicionante paleontológica, pois, além de não ocorrer na área de influência direta da UHE Santo Antônio, as ocorrências fósseis, quando presentes, constituem tênues registros, haja vista serem organismos primitivos sem partes duras biomineralizáveis e, por conseguinte, de difícil preservação.

Em relação aos depósitos aluvionares do Quaternário, estão no repositório da coleção do Museu de História Natural de Alta Floresta, descobertas paleontológicas relacionadas a megafauna do Pleistoceno (*Ereomotherium* e *Haplomastodon*), associadas aos canais dos rios Teles Pires e São Benedito e do ribeirão da Rasteira (afluente do rio São Benedito), ainda que de localização imprecisa. Diante do exposto, atenção especial foi dada a estes tipos de depósitos cascalhosos presentes no leito do rio Teles Pires e afluentes, bem como nos seus prováveis terraços e possíveis cacimbas.

A inexistência de informações concretas e mais detalhadas acerca destes registros, bem como a descrição completa dos táxons fósseis, localização precisa das ocorrências, contexto tafonômico e ambientes de fossilização, são consequência da inexistência de trabalhos de cunho paleontológico. Por conseguinte, não há publicações científicas que possam discorrer melhor acerca destas situações. Neste sentido, as informações obtidas das pessoas do local, tais como pescadores, garimpeiros e ribeirinhos, faz das entrevistas fontes únicas de informações para o presente estudo.

Com base justamente nestes relatos, ainda que informais, permite montar um panorama das ocorrências fósseis atribuídas ao leito do rio Teles Pires, possibilitando correlacioná-las aos eventuais terraços e ou cacimbas fossilíferas presentes na bacia do rio São Benedito.

O modelo mais plausível para explicar estas ocorrências paleontológicas estaria na erosão destes terraços/cacimbas, inseridos na bacia hidrográfica do rio São Benedito e ribeirão da Rasteira, sendo o material retrabalhado e carregado para o canal, o qual alimentaria secundariamente a região da sua foz com o rio Teles Pires. A presença de ossos fósseis diversos, incluindo membros locomotores, dentes, predominantemente desarticulados e fragmentados, resultado da alta energia de transporte, associado a presença de limonita ainda incrustada, o que sugere oxidação em situações aéreas-subaéreas, corroboram com o modelo proposto acima, justificando assim os diversos relatos e depoimentos da população local.

Dezenas, talvez centenas de exemplares foram encontradas por garimpeiros que trabalharam nestes rios em meados da década de 90. Muitos dos fósseis se perderam, foram desviados, ou mesmo transferidos para outros locais, até mesmo coleções científicas.

Os exemplares que ainda estão na região podem ser encontrados no Museu de História Natural de Alta Floresta. Uma pequena exposição foi ali montada (**Anexo 2.5-1**), com espécimes descritos preliminarmente como pertencentes à *Eremotherium* e *Haplomastodon*. O Curador da mostra, geólogo Jesus da Silva Paixão, afirmou estar estudando estes exemplares, informando a intenção de incluí-los como materiais de estudo em seu mestrado, ainda que até o momento nada oficialmente tenha sido publicado, o que, conseqüentemente, inexistem para a ciência. O Curador afirmou pouco conhecer a respeito da localização exata destes fósseis, sabendo-se simplesmente que são provenientes dos garimpos da Rasteira e São Benedito, localizado a jusante do eixo da UHE São Manoel, estando assim fora da área de interesse e estudo da UHE São Manoel.

A expectativa da possibilidade de achados relativos à megafauna pleistocênica, associados aos terraços, cacimbas, planícies de inundação ou mesmo margens do rio Teles Pires, bem como de seus tributários, não se confirmou.

As diversas ocorrências narradas em entrevistas pela população local, em especial, pescadores, garimpeiros e ribeirinhos, sobre a presença de fósseis relativos à *Eremotherim* e *Haplomastodon* e outros possíveis táxons não descritos, ficou confinada, ainda que de forma imprecisa, aos depósitos atuais de canal presentes no ribeirão da Rasteira, rio São Benedito e na foz deste com o Teles Pires, todos estes posicionados a jusante do eixo da barragem da UHE São Manoel e, conseqüentemente, fora da área de interferência do empreendimento. Associado a esta série de fatores que em consonância corroboram para a negatização paleontológica deste empreendimento, estão os depoimentos de várias pessoas que trabalharam nos garimpos de ouro naquelas localidades, e que informaram que todas as ocorrências de fósseis de mamíferos da megafauna pleistocênica estão limitadas aos depósitos cascalhosos de fundo de canal, em profundidades que variam de 8 a 15 metros.

Diante do exposto torna-se inócua a implantação de um condicionante paleontológico para o relatório do EIA/RIMA, eliminando assim, definitivamente, a necessidade de um programa de Investigação, Monitoramento e Salvamento dos Registros Fossilíferos para a UHE São Manoel.

### **2.5.5 Recursos Minerais**

Na discussão sobre os recursos minerais parte-se de uma contextualização para toda a bacia do rio Teles Pires (AAR), para, em seguida, relacionar os bens minerais ocorrentes na AII, AID e ADA.

### 2.5.5.1 Recursos Minerais na AAR

A bacia do rio Teles Pires é abrangida por rochas sedimentares (arenitos etc), vulcânicas e plutônicas (granitos, granitóides, riodacitos, entre outras) e metamórficas. Esta expressiva variedade de tipos litológicos condiciona ambientes geológicos distintos propícios a mineralizações diversas. Neste contexto, destacam-se as mineralizações auríferas da Província Mineral de Alta Floresta, situada no centro-norte do Estado do Mato Grosso. No extremo sul da bacia, tem-se o Distrito Diamantífero da Chapada dos Guimarães. A potencialidade mineral da bacia é representada, ainda, por depósitos de minerais e rochas empregados na construção civil, além de ocorrências de manganês, flúor, estanho e alumínio.

O ouro é o principal bem mineral encontrado na bacia do rio Teles Pires. Depósitos auríferos secundários (aluviões e colúvios) e primários, comumente associados a veios de quartzo em zonas de cisalhamento, são encontrados na porção centro-norte da bacia, na região denominada Província Mineral de Alta Floresta. Esses jazimentos auríferos conferem uma potencialidade de desenvolvimento para a região e também traduzem uma fragilidade. A exploração dos jazimentos secundários ocasionou uma grande devastação do leito e margens das drenagens na região, incluindo a contaminação dos sedimentos por mercúrio.

Os demais bens minerais explorados na bacia são aqueles empregados na construção civil (areia, brita, cascalho e argila), os quais ocorrem dispersos por toda a área de estudo. Menciona-se, ainda, a potencialidade da bacia em rochas graníticas com possibilidade de uso como rochas ornamentais.

### 2.5.5.2 Recursos Minerais na AII, AID e ADA

A região da UHE São Manoel está inserida na Província Mineral de Alta Floresta, a qual, como retromencionado, apresenta mineralizações de ouro. Este metal tem sido alvo de trabalhos de garimpagem na AID e ADA. Também são constatadas na região aquelas substâncias minerais com emprego direto na construção civil, representadas pelas areias, argilas e cascalhos. Embora ainda não seja verificada atividade de exploração de rochas ornamentais na região, também será apresentada a seguir uma discussão sobre a potencialidade regional para a produção desses bens minerais.

#### a) Ouro

Segundo DARDENNE & SCHOBENHAUS (2001), a Província Mineral de Alta Floresta, com importantes mineralizações auríferas, abrange a região balizada pela serra do Cachimbo, ao norte, a serra dos Caiabís e a chapada dos Dardanelos ao sul, os municípios de Peixoto de Azevedo e Matupá, ao leste, e o rio Aripuanã, ao oeste.

A atividade garimpeira na região da Província Alta Floresta remonta ao final da década de setenta. Conforme dados do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, até o ano de 2000, foram produzidas 123 toneladas de ouro na referida região. SOUZA *et al.* (2005) mencionam que a maior parte dessa produção foi decorrente da garimpagem manual e da lavra com diferentes níveis de mecanização em aluviões, coluviões e eluviões.

Atualmente, observa-se um declínio da atividade garimpeira na região devido a fatores diversos, entre eles a queda da cotação do ouro, sinais de exaustão dos depósitos secundários e ações efetivas de fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

No **Quadro 2.5-1** é apresentada uma relação dos garimpos ativos e paralisados na AID e ADA da UHE São Manoel com base em dados obtidos em campo. O código de identificação do garimpo apresentado no Quadro está associado a sua representação no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AID e ADA da UHE São Manoel, constante do **DESENHO 2.5-3**.

**Quadro 2.5-1 – Áreas de garimpos ativos e paralisados na ADA e AID da UHE São Manoel em outubro-novembro/2007**

Código	Denominação	Área (AID, ADA)	Localização	Domínio Geológico	Características	Situação em Outubro-Novembro/07
Au 01	Balsas (2)	ADA	Rio Teles Pires 2km a montante da ilha da Perdição	Suíte Colíder	Leito do rio Teles Pires	Ativo
Au 02	Garimpo do Aragão	AID	Cabeceiras do córrego da Perdição	Suíte Colíder	Lavra em colúvio e planície fluvial	Paralisado
Au 03	Garimpo da Perdição	ADA	Ilha da Perdição e margem esquerda do rio Teles Pires	Suíte Colíder	Lavra em planície fluvial	Paralisado
Au 04	Garimpo da Perdição	ADA	Córrego da Perdição	Suíte Colíder	Lavra em planície fluvial	Paralisado
Au 05	Garimpo da Perdição	ADA	Margem esquerda do rio Teles Pires	Suíte Colíder	Lavra em planície fluvial	Ativo

As áreas de garimpo em planícies fluviais estão concentradas na ilha da Perdição e na confluência do córrego da Perdição com o rio Teles Pires. Nestes locais, os trabalhos de garimpagem foram empreendidos no passado em uma extensa área, sendo que no período de realização dos levantamentos de campo desta caracterização a atividade extrativa mineral estava restrita a uma pequena porção do aluvião nas margens do rio Teles Pires, denominada Garimpo da Perdição. Os empreendedores desse garimpo não informaram o montante de material trabalhado, nem os resultados auferidos, e também desconhecem quaisquer trabalhos de pesquisa mineral, por ventura já realizados, que possam subsidiar estimativas sobre as reservas auríferas ainda existentes nessa área aluvionar.

As fontes primárias dos depósitos aluvionares dos garimpos do Aragão e da Perdição estão relacionadas a zonas de cisalhamentos em rochas riolíticas da Suíte Colíder, unidade litoestratigráfica que domina essa região no vale do rio Teles Pires.

Ainda na ADA da UHE São Manoel, no decorrer dos levantamentos de campo realizados em outubro-novembro/2007, foram constatadas duas balsas para a exploração de ouro no leito do rio Teles Pires, a cerca de 2km a montante da ilha da Perdição.

Essas balsas (**Foto 2.5-11**) possuem dimensões aproximadas de 4 x 6m e são operadas por uma equipe de cinco a seis pessoas. O processo extrativo consiste da sucção do sedimento arenoso no leito do rio, em profundidades variáveis, comumente da ordem de 3 a 4m. A polpa succionada no leito do rio é conduzida por mangotes para a balsa, onde é lançado em uma peneira para retenção dos seixos, sendo o material arenoso que passa pela peneira lançado diretamente em uma calha de madeira, com largura aproximada de 1,5m, inclinada, contendo um carpete de base. O processo de sucção do material do leito do rio é conduzido por um operador submerso, que normalmente cumpre turnos de 2 a 3 horas de duração. A força motriz das operações da balsa é provida por um motor diesel.



**Foto 2.5-11 – Vista de uma balsa de garimpo no leito do rio Teles Pires.**

Os alvos dessa atividade garimpeira, ou seja, os depósitos aluviais potencialmente auríferos a serem trabalhados, são estabelecidos sem quaisquer procedimentos prévios de pesquisa mineral, levando a constantes relocações da balsa para se atingir resultados satisfatórios.

Segundo informações de um dos operadores da balsa, em uma jornada de cerca de 10 horas, estavam sendo produzidas 20 gramas de ouro. No período de chuvas intensas, normalmente a partir de meados de dezembro até o final de março, os trabalhos são paralisados em virtude da elevação do nível da água e das fortes correntezas.

De um modo geral, observa-se na região um forte declínio da atividade garimpeira de ouro associada aos seguintes fatores: queda da cotação do metal; ações mais efetivas de fiscalização por parte dos órgãos ambientais; e sinais da exaustão dos depósitos secundários (aluvionares). Este declínio é evidenciado pelo fato de ter sido observado na AID/ADA apenas dois garimpos em atividade. Em termos regionais, considerando os indícios de exaustão dos depósitos auríferos aluvionares, os alvos para a pesquisa mineral e posterior atividade extrativa de ouro são os depósitos primários associados a zonas de cisalhamento em rochas graníticas, como nas imediações dos córregos Jaú, Porção e Porto de Areia e do antigo garimpo do Álvaro Tavares, áreas estas situadas fora dos limites da AII da UHE São Manoel.

#### **b) Substâncias minerais com emprego na construção civil**

Areia, argila e cascalho são substâncias minerais comumente cobiçadas nas proximidades de centros urbanos, tendo em vista suas necessidades de edificações de moradias e de obras de infra-estrutura, dentre outras demandas. A escassez desses bens minerais e o distanciamento das áreas de produção levam a uma elevação dos custos do produto e a um acirramento na demanda pelos mesmos.

Esta pressão para obtenção desses materiais construtivos não é observada na AII, AID e ADA da UHE São Manoel devido ao seu patamar de desenvolvimento socioeconômico. As demandas regionais são atendidas a partir dos depósitos ocorrentes nas planícies aluvionares situadas próximas aos núcleos urbanos.

Esses materiais são observados na AID e ADA e constituem pequenos depósitos aluvionares nas margens e ilhas do rio Teles Pires. Nos depósitos, com espessuras que chegam a atingir mais de 5m, predominam areias com granulometria fina a média.

Conforme pode ser observado no Mapa Geológico e de Recursos Minerais da AID e ADA da UHE São Manoel (**DESENHO 2.5-3**), os depósitos aluvionares com maiores extensões são aqueles localizados na margem direita do rio Teles Pires, a jusante da ilha da Perdição.

As operações de revolvimento e deposição de sedimentos nas áreas de garimpos de ouro promoveram a alteração do perfil natural das aluviões e uma maior concentração de areia grosseira e cascalhos nesses locais (**Foto 2.5-12**). Areias grosseiras também são verificadas nas áreas de deposição dos sedimentos succionados pelas balsas dos garimpos (“arrotos”).



**Foto 2.5-12 – Areia e cascalho trabalhados no garimpo da Perdição**

No decorrer dos trabalhos de campo na AID e ADA da UHE São Manoel não foram observadas extrações de areia, cascalho e argila. Conforme informações levantadas na cidade de Paranaíta, núcleo urbano mais próximo da ADA da UHE São Manoel, a areia e cascalho para as obras locais provêm do córrego Porto de Areia, tributário da margem esquerda do rio Teles Pires, não abrangido pela AII da UHE São Manoel, e que tem suas nascentes nos arredores da cidade.

Não se observa na AII, AID e ADA da UHE São Manoel iniciativas para a produção de cerâmica vermelha, sendo o mercado local importador. Essa constatação é justificada pela ausência de depósitos expressivos de argila na região em razão do predomínio de rochas graníticas, litótipos que são comumente fontes de materiais arenosos e não argilosos.

Desta forma, os bens minerais com emprego direto na construção civil, comumente ocorrentes em depósitos aluvionares, não adquirem importância expressiva em um quadro de produção mineral regional.

### c) Rochas ornamentais

Um tipo litológico para atingir valor como rocha ornamental ou de revestimento deve apresentar algumas qualificações de textura e coloração, comumente ditadas pelo mercado consumidor, além, obviamente, de apresentar características tecnológicas compatíveis com a aplicação desejada.

Em uma avaliação expedita, considera-se com potencial para o emprego como rochas ornamentais e de revestimento os litótipos graníticos pertencentes à Suíte Intrusiva Juruena, principalmente suas variedades porfiroblásticas com coloração rosada, características bem aceitas pelo mercado consumidor nacional e internacional. Conforme visto anteriormente, os litótipos da Suíte Intrusiva Juruena ocorrem na porção sul da AII da UHE São Manoel, não atingindo os terrenos da AID e da ADA.

Os litótipos constituintes do Granito Teles Pires também apresentam características de cor e textura compatíveis com as demandas do mercado, no entanto, a ocorrência de fraturas e cisalhamentos nestas rochas pode inviabilizar a retirada de blocos métricos requeridos para o desdobramento em placas nos teares das serrarias.

Estudos petrográficos e de geologia estrutural de detalhe serão imprescindíveis para a melhor caracterização das rochas graníticas da região visando a utilização das mesmas como rochas ornamentais. Outro requisito a ser atendido é uma adequada logística de transporte, preferencialmente com uma matriz intermodal. Ressalta-se que o custo do transporte rodoviário de blocos em bruto, ou mesmo de placas manufaturadas, tem inviabilizado a produção e comercialização de rochas ornamentais em diversas regiões do País.

#### 2.5.6 Situação dos Processos Minerários

Conforme consulta à base de dados SigMine do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, realizada em 31 de agosto de 2009, verificou-se uma relação de 26 processos minerários abrangendo a AII, AID e ADA da UHE São Manoel, sendo:

- 01 Requerimento de Lavra Garimpeira;
- 15 Autorizações de Pesquisa;
- 07 Requerimentos de Pesquisa;
- 03 Processos de Disponibilidade.

Nesses processos o ouro é o bem mineral predominante como alvo, somando 16 processos, seguido pelo minério de zinco com 07 processos e pelo minério de manganês com 03 processos. A relação dos processos minerários é apresentada no **Quadro 2.5-2** e a abrangência dos mesmos pode ser verificada no Mapa de Distribuição de Processos Minerários da AII, AID e ADA da UHE São Manoel, constante do **DESENHO 2.5-4**.

Ao se focar a consulta exclusivamente sobre a AID e a ADA da UHE São Manoel, observa-se que essas áreas são abrangidas por 15 processos minerários, sendo:

- 01 Requerimento de Lavra Garimpeira;
- 11 Autorizações de Pesquisa;
- 03 Requerimentos de Pesquisa.

Dentre esses processos que abrangem a AID e ADA, 9 são direcionados para o ouro e 6 para o minério de zinco.

**Quadro 2.5-2 – Relação dos processos minerários da AIL, AID e ADA da UHE São Manoel**

PROCESSO	ÁREA (HA)	FASE	SUBSTÂNCIA	NOME	ÚLTIMO EVENTO
751625/1996*	50,00	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	OURO	HERMINIO ALVES DOS SANTOS	REQ PLG/REQUERIMENTO LAVRA GARIMPEIRA PROTOC.EM 09/10/1996
852508/1996	10.000,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	OURO	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	REQ PESQ/PROCESSO SITUADO EM ÁREA INDÍGENA EM 22/11/2002
852518/1996*	10.000,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	OURO	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 17/08/2006
850648/2006*	9.996,73	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	NILO FRANCISCO WEBER	AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH EM 24/03/2008
850614/2007*	9.736,90	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 08/12/2008
850615/2007*	9.513,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 08/12/2008
850616/2007	8.081,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/HOMOLOGA RENÚNCIA ALV PUB EM 23/06/2009
866885/2007*	5.087,71	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 08/12/2008
866887/2007*	10.000,00	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 15/12/2008
850798/2008	5.330,32	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MANGANÊS	NOESIO PERES DA COSTA	REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 24/07/2008
850799/2008	3.329,60	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MANGANÊS	NOESIO PERES DA COSTA	REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 24/07/2008
850202/2004	7.356,75	DISPONIBILIDADE	MANGANÊS	VALE S A	AUT PESQ/ÁREA DISPONIBILIDADE - ART 26 EM 22/06/2009
866416/2008	9.694,25	DISPONIBILIDADE	OURO	AMAZÔNIA CAPITAL E PARTICIPAÇÕES LTDA.	DISPONIB/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 03/08/2009
866247/2006	9.784,38	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	MGM MATO GROSSO METAIS	AUT PESQ/RELATORIO PESQ PARCIAL APRESENTADO EM 14/07/2009

\* Processos minerários que abrangem a AID e/ou ADA.

**Quadro 2.5-2 – Relação dos processos minerários da AIL, AID e ADA da UHE São Manoel (conclusão)**

PROCESSO	ÁREA (HA)	FASE	SUBSTÂNCIA	NOME	ÚLTIMO EVENTO
866379/2006*	2.959,50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	GEOMIN - GEOLOGIA E MINERAÇÃO LTDA.	AUT PESQ/TRANSF DIREITOS - CESSÃO TOTAL EFETIVADA EM 04/05/2009
866783/2006*	3.792,05	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	GEOMIN - GEOLOGIA E MINERAÇÃO LTDA.	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 26/01/2009
866156/2007	9.875,54	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	MGM MATO GROSSO METAIS	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2009
866157/2007*	5.740,38	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	MGM MATO GROSSO METAIS	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 29/01/2009
866638/2007*	992,71	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	DARCY WINTER	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 30/01/2009
866886/2007*	4.367,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 15/12/2008
866311/2008*	538,62	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ZINCO	VOTORANTIM METAIS ZINCO S A	AUT PESQ/RENUNCIA ALVARÁ PESQ PROTOCOLIZ EM 13/04/2009
866358/2007*	9.763,09	REQUERIMENTO DE PESQUISA	OURO	GME4 DO BRASIL PARTICIP. E EMPREENDIMENTOS S A	REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 15/06/2007
866277/2009*	340,64	REQUERIMENTO DE PESQUISA	OURO	JOSÉ RODRIGUES CARNEIRO	REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 15/06/2009
866363/2009	10.000,00	REQUERIMENTO DE PESQUISA	OURO	GEOMIN - GEOLOGIA E MINERAÇÃO LTDA.	REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 22/07/2009
866542/2008	85,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	ELECTRUM CAPITAL PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS LTDA.	AUT PESQ/INICIO DE PESQUISA COMUNICADO EM 16/07/2009
866834/2006	6.275,00	DISPONIBILIDADE	OURO	GILSON DE LIMA RODRIGUES	NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA EM 28/07/2009

\* Processos minerários que abrangem a AID e/ou ADA.

### 2.5.7 Análise Regional Sobre a Ocorrência de Sismos Naturais

Conforme levantamento realizado no âmbito dos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Teles Pires (ELETROBRÁS, 2005), a partir dos dados do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB), no período compreendido entre 1744 e março de 2005, foram relacionados 963 eventos sísmicos na área delimitada pelas coordenadas  $07^{\circ} 00'$  /  $16^{\circ} 00'$  de latitude sul e  $53^{\circ} 30'$  /  $58^{\circ} 30'$  de longitude oeste. Dentre esses eventos, 943 ocorreram na região de Porto dos Gaúchos, localizada a cerca de 250 km do sítio do barramento da UHE São Manoel (**Figura 2.5-6**).

Nos estudos desenvolvidos no âmbito deste EIA, foi realizada, em novembro/2008, uma pesquisa junto ao Banco de Dados (SISBRA) do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (SIS/UnB). Considerando um raio de 350 km a partir do eixo do barramento da São Manoel, a pesquisa apresentou para o período de 1955 a agosto de 2006 a ocorrência de 332 sismos, com registro histórico ou instrumental, cujas magnitudes tenham sido iguais ou superiores a 2,0  $m_b$ . As listagens com os parâmetros desses eventos são apresentadas no **Anexo 2.5-1**. A **Figura 2.5-7** apresenta o mapa epicentral com todos os eventos sísmicos obtidos na busca.

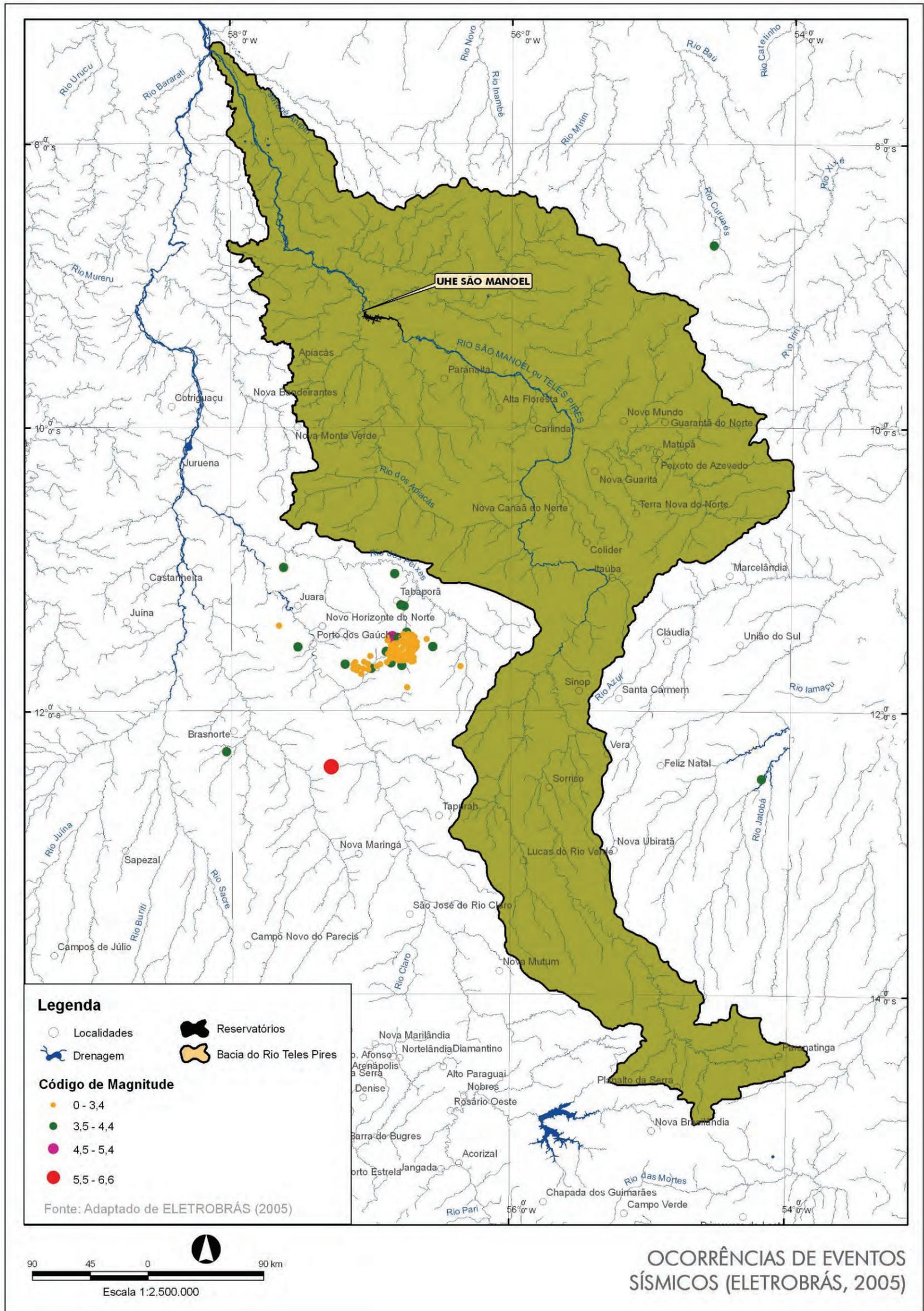
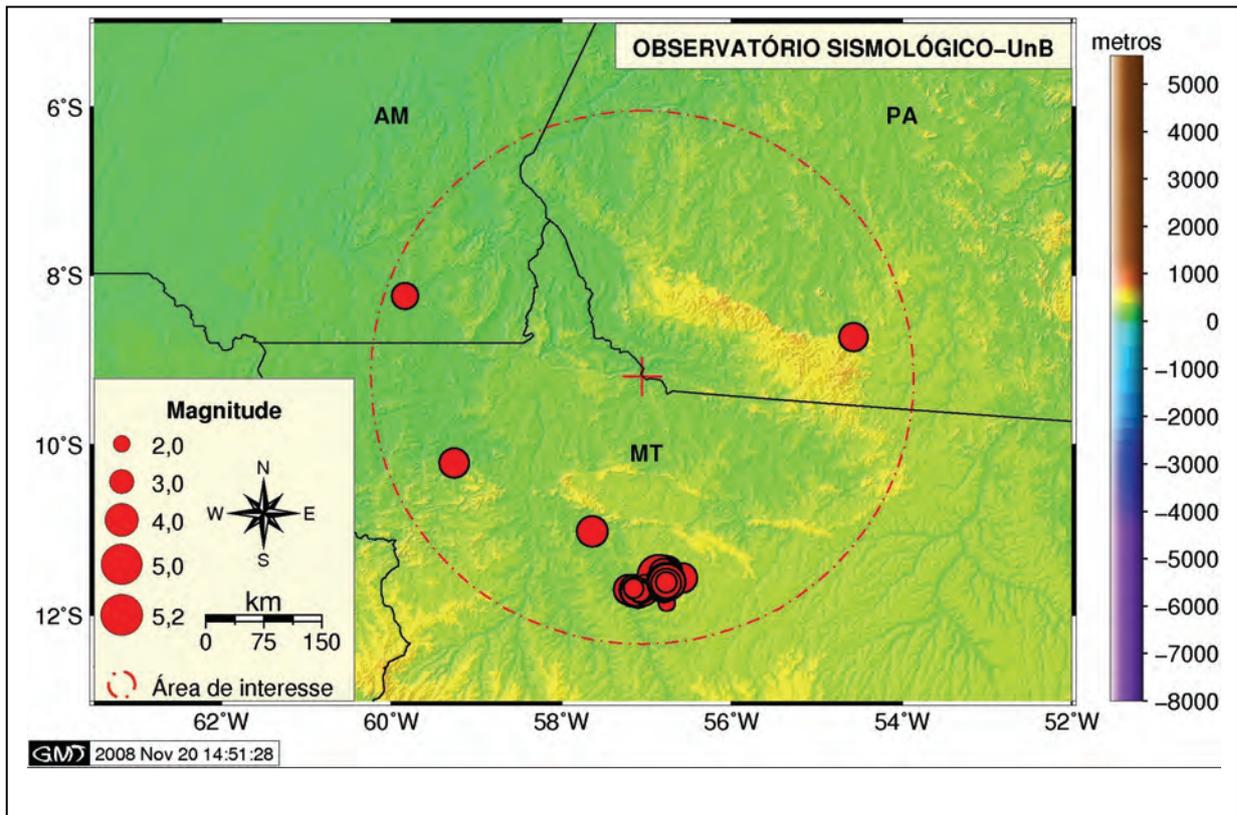


Figura 2.5-6 - Ocorrência de eventos sísmicos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.



**Figura 2.5-7 – Ocorrências de eventos sísmicos com magnitudes iguais ou superiores a 2,0 mb ocorridos no período de 1955 a agosto/2006 (SIS/UnB, 2008).**

O SISBRA tem como corpo central o “catálogo-mestre” de BERROCAL et al. (1984), que cobre o período 1560-1981. A partir de 1981, o SISBRA é atualizado com os dados compilados de boletins sísmicos brasileiros (publicados pela Revista Brasileira de Geofísica, de 1983 a 1995) e, principalmente, com os dados resultantes das atividades próprias de monitoramento sísmográfico, análise e pesquisas realizadas pelo SIS/UnB, particularmente, os dados de sismicidade coletados por estações sísmográficas instaladas a partir do final da década de 70.

O quantificador do tamanho dos sismos históricos é a intensidade sísmica expressa na Escala Mercalli Modificada – MM (RICHTER, 1958). Para os eventos instrumentais, o tamanho é quantificado, predominantemente, através da escala de magnitude regional ( $m_R$ ) determinada por ASSUMPTIÃO (1983), calibrada com base na escala de magnitude de ondas de corpo de telessismos ( $m_b$ ). A magnitude regional é aplicável aos terremotos situados a distâncias entre 150 km e 1.500 km. Os erros normais de magnitude estão em um intervalo de mais ou menos 0,3 unidades (adimensionais) de magnitude. Alguns eventos são também quantificados em função da escala de magnitude de duração do sinal ( $m_D$ ). Quanto aos erros de localização, estes variam entre 100 km (para os sismos históricos) e 5 km (para bons epicentros instrumentais). O valor médio para os erros dos epicentros instrumentais é em torno de 10 a 15 km.

Embora as buscas junto ao SISBRA tenham apresentado ocorrências de alguns poucos sismos de baixa magnitude distanciados cerca de 180km do local do barramento, a análise sobre a sismicidade natural regional deve ser pautada pela discussão dos eventos ocorridos em Porto dos Gaúchos, distante cerca de 280 km do barramento, por se tratar da região brasileira que apresenta a sismicidade mais expressiva em termos de magnitude e, provavelmente, em termos de frequência sísmica (BARROS et al., 2001). A área sísmica de Porto dos Gaúchos é conhecida como Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos.

O município de Porto dos Gaúchos está localizado no centro-norte do Estado de Mato Grosso, na bacia do rio Arinos, afluente do rio Juruena, sendo que o seu território se estende até os limites da bacia do rio Teles Pires. Conforme NAKAYOSHI (2005), a Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos está localizada no contato entre o sul do Cráton Amazônico (Província Rio Negro – Juruena) e a porção norte da Bacia dos Parecis.

Em 31/01/1955 ocorreu na Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos o maior sismo já registrado no Brasil, apresentando magnitude  $6,6 m_b$  e uma intensidade máxima inferida de IX na escala Mercalli Modificada (MM), sendo o seu epicentro localizado na serra do Tombador (BERROCAL et al., 1984), distante cerca de 358 km do eixo da UHE São Manoel. Em razão da precária infraestrutura brasileira de detecção de sismos naquela época, esse sismo não foi registrado por qualquer estação no Brasil, sendo o seu epicentro determinado a partir dos dados telessísmicos oriundos de cerca de 100 estações da rede sismográfica mundial. ASSUMPCÃO & SUÁREZ (1988) atribuem a esse sismo uma magnitude  $6,2 m_b$  e o consideram como sendo o maior de todo o interior continental estável da placa Sul-americana.

FRANÇA et. al. (2008) consideram  $6,2 m_b$  a maior magnitude observada na Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos e que eventos como este podem “*produzir, em um raio de aproximadamente 5 km a partir do epicentro, uma intensidade VII-VIII na Escala de Mercalli Modificada (MM), que baseado em relações empíricas pode induzir aceleração da ordem de 0,08 a 0,15 g. Como a área sismogênica mencionada está a cerca de 280 km de distância das áreas de interesse, a probabilidade de ocorrer um sismo de magnitude igual à máxima observada que afete toda região é considerável somente nas proximidades da zona sismogênica de Porto dos Gaúchos (MG), onde poderá atingir níveis de acelerações dessa ordem*”.

Um sismo ocorrido em 05/02/1959 na Gleba Arinos, onde hoje é a cidade de Porto dos Gaúchos, foi reportado pela Colonizadora Nordeste Matogrossense. BARROS et al. (2001) inferem uma magnitude de  $5,0 m_b$  para este sismo.

BARROS et al. (2001) também relatam a ocorrência de um sismo com magnitude  $5,1 m_b$ , verificado em 10/03/1998, que é considerado o segundo maior sismo já registrado no País. Este evento ocorreu cerca de 100 km a nordeste do local que fora considerado o epicentro do sismo de 1955, sendo detectado por diversas estações, afetando uma área de aproximadamente  $220.000 \text{ km}^2$ , com uma intensidade máxima de VI na escala Mercalli Modificada (MM). BARROS (2005), empregando a técnica de análise espectral, determinou-se que as magnitudes desse sismo foram  $m_b = 5,1$  e  $M_w = 5,2$ , a localização hipocentral foi a uma profundidade 5 km, nas coordenadas latitude =  $11,62^\circ\text{S}$  e longitude =  $56,77^\circ\text{W}$ , e o mecanismo focal foi de falha transcorrente (dextral).

O estudo de BARROS (2005) também conclui que as localizações instrumentais feitas por três agências sismológicas e pelo SIS/Unb afastaram o epicentro do sismo de 1998 para S e W e levanta uma questão sobre a precisão da localização do sismo ocorrido em 31/01/1955. De modo análogo, o epicentro considerado para o sismo de 1955 também poderia estar deslocado. Pesam os argumentos que uma falha ativa geralmente apresenta atividade sísmica de fundo, a qual, ao longo dos anos, se manifesta por meio da ocorrência de microtremores, o que não foi o caso da serra do Tombador (local considerado para o epicentro do sismo de 1955), pois, desde a ocorrência desse evento, não se detectou nenhum outro sismo na região, e todos os sismos posteriores a essa data têm epicentro na zona sismogênica de ocorrência do sismo de 1998. BARROS et al. (2001) já tinham observado a possibilidade dos epicentros dos sismos de 1955 e de 1998 terem ocorrido no mesmo local ou estarem alinhados ao longo da mesma falha.

Após o evento de 1998, o Observatório Sismológico da Universidade de Brasília instalou na região uma rede de estações sismográficas, que funcionou até dezembro/2002, quando foi desativada, sendo mantida uma única estação. Essa rede permitiu o desenvolvimento de importantes estudos para o melhor entendimento das características e causas da atividade sísmica na região. Segundo BARROS &

RANCAN (2004), essa rede de estações locais registrou mais de 2.500 sismos ocorridos na região, a maioria deles de baixa magnitude e não detectada por outras estações.

Em 23 de março de 2005 ocorreu outro sismo de magnitude 4,7 a 5,0  $m_b$ , sentido com intensidade V. Em seguida a esse evento, foi instalada outra rede sismográfica local, composta por cinco estações, para monitorar a atividade de réplicas. Conforme BARROS & PAZ (2006), entre 26 de março e 16 de junho, foram detectados cerca de 3.000 sismos, sendo que somente nos dias 14, 15 e 16 de abril foram registrados mais de 1.600 eventos. Outros dois sismos de magnitude superior a 4 foram registrados em 20 de julho (4,3  $m_b$ ) e 26 de setembro de 2005 (4,5  $m_b$ ).

BARROS & PAZ (2006) consideram que as localizações hipocentrais e as soluções de mecanismos focais para as atividades de 1998 e 2005 mostram que as duas fontes sísmicas têm a mesma localização e que as falhas têm, praticamente, os mesmos strikes. Entretanto, a seqüência iniciada em março de 1998 apresenta uma componente normal, enquanto que a de 2005 apresenta uma componente inversa, embora os eixos das tensões tenham orientações semelhantes. Isto pode ser explicado pela gênese das duas atividades, que está associada ao graben dos Caiabis, de orientação E-W, localizado abaixo dos sedimentos da Bacia dos Parecis, o qual pode originar qualquer tipo de falhamento (BARROS *et al.*, 2005).

O mecanismo focal do sismo de 1998 indica um plano de falha de rejeito direcional, interpretado como plano de ruptura, na direção  $110^\circ$  (NAKAYOSHI, 2005). Também estão associadas a esta direção as maiores réplicas dos sismos, as zonas de cisalhamentos no Cráton Amazônico e a estruturação da Bacia dos Parecis. Esse plano de falha deve-se tratar, portanto, de uma zona de fraqueza preexistente que está sendo reativada pelas tensões tectônicas atuais.

Conforme o modelo sismo-tectônico proposto por NAKAYOSHI (2005), o fluxo dúctil na crosta inferior tem um papel importante na atividade sísmica da área. Este fluxo dúctil é responsável pelo acúmulo das tensões na crosta superior e estas, por sua vez, são responsáveis por reativar zonas de fraquezas preexistentes na direção NW-SE, causando sismos como o de 1998 e 2005.

BARROS & RANCAN (2004), ao analisarem a estruturação crustal da Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos empregando técnicas de Sísmica de Refração (SR), constataram um pacote vulcano-sedimentar de 2,3 km de espessura e um limite crosta superior / crosta inferior a 17,3 km na região de Porto dos Gaúchos. A partir da interpretação de dados telessísmicos da Estação Banda Larga JUAB, instalada a leste da cidade de Juara-MT, os mencionados autores indicaram que a descontinuidade de Moho (descontinuidade crosta/manto) na região está a uma profundidade de 36 km.

## **2.5.8 Avaliação da Estabilidade Geológica e Geotécnica do Sítio do Barramento, Áreas de Empréstimos e de Bota-Fora**

### **a) Sítio do Barramento**

Nas imediações do sítio do barramento da UHE São Manoel observa-se um amplo vale aberto, assimétrico, onde o rio Teles Pires apresenta diversos canais e fortes corredeiras, compondo ilhas e afloramentos de riolitos da Suíte Colíder.

O canal principal está situado na porção esquerda do vale sendo balizado na margem esquerda por vertentes de alta declividade que chegam até junto da linha d'água. Entre o canal principal e a margem direita são verificados afloramentos de riolitos, por vezes com pequenas coberturas de sedimentos aluvionares depositados durante períodos de cheias. Na porção direita do vale observa-se uma ilha, constituída por uma elevação de topo aplanado, separada da margem direita por um canal intermitente.

A margem direita do vale é marcada por declividades média a alta, com desnível topográfico da ordem de 140m, até atingir as unidades litoestratigráficas do Grupo Beneficente, onde se tem uma extensa superfície tabular ondulada.

Nas margens esquerda e direita são verificados blocos medianamente alterados de riolitos com dimensões centimétricas, por vezes cobertos por um solo coluvionar argiloso, pouco espesso, de cor avermelhada. Na margem direita observa-se uma camada de solo aluvionar de 2,5m de espessura, sobreposto à camada de solo residual maduro com cerca de 19m de espessura. Sotoposto ao solo residual maduro ocorre o solo residual jovem, com espessura aproximada de 2,5m. O aluvião caracteriza-se como argila siltosa, de consistência mole e coloração amarronzada. Ainda na margem direita são também observados, juntamente com os blocos de riolito, fragmentos de arenitos e conglomerados alterados provenientes das unidades do Grupo Beneficente, posicionadas topográfica e estratigraficamente acima da Suíte Colíder.

A margem esquerda apresenta uma camada fina de solo constituída por material argiloso com matéria orgânica e pequenos fragmentos de rocha. O horizonte de colúvio/solo residual sotoposto à camada de solo com contribuição vegetal é constituído por argila siltosa a silte argiloso, de coloração amarelada com pigmentos avermelhados resultante do processo de oxidação. A espessura dessa camada, pela análise dos furos de sondagens, varia aproximadamente de 0,5 a 3,5 metros. No entanto, as análises e correlações de campo sugerem que esta camada pode atingir cerca de 8m de espessura. Especialmente, este horizonte se estende desde a margem até a elevação aproximada de 250m.

O solo residual maduro caracteriza-se como argila siltosa, arenosa no trecho inicial, consistência média a rija e coloração alaranjada-amarelada e mosqueada rosa acinzentada entre as profundidades 12 e 20 metros. A resistência ao amostrador SPT registrou valores entre 8 e 67 golpes, com valor médio de 19 golpes para 30 cm. O solo residual jovem constitui-se de argila siltosa, coloração amarronzada a mosqueada e compacta. A resistência ao amostrador SPT registrou valores 27 a 78 golpes para 30cm, com valor médio próximo de 40 golpes em 30cm. O valor mais elevado ocorreu próximo ao contato com o maciço rochoso.

O barramento, vertedouro e casa de força da UHE São Manoel deverão ser assentados sobre as rochas riolíticas. Neste sítio, os riolitos ocorrem na forma de lajeados e blocos *in situ*, localmente recobertos por solos aluvionares e coluvionares, sendo caracterizados como uma rocha afanítica a granulação fina, com textura, quando fina, isotrópica e, eventualmente, com incipiente acamamento de fluxo e milonitização. Apresentam-se são a alterados, pouco fraturados, com passagens medianamente fraturadas e, eventualmente, muito fraturadas. As juntas possuem inclinação variando de subhorizontais a subverticais, com paredes oxidadas e com película esverdeada. Os ensaios de perda d'água no eixo, vertedouro e circuito de geração, de modo geral, indicaram um grau de condutividade hidráulica muito baixo (H1), localmente baixo (H2), mesmo em trechos onde o maciço encontra-se muito fraturado.

Não são esperados movimentos de massa nas encostas próximas ao sítio do barramento, mesmo considerando suas declividades média a alta, haja vista as resistências verificadas para os solos das vertentes e a sanidade dos riolitos favorecem a estabilidade geológica e geotécnica.

Outras estruturas necessárias a implantação e operação da UHE São Manoel, como os alojamentos e vila residencial, deverão ser implantadas na superfície tabular localizada imediatamente ao norte do barramento, nos domínios das unidades sedimentares do Grupo Beneficente. A conjugação do relevo de baixa declividade com os mergulhos das camadas para o norte, sentido oposto ao sítio do barramento, leva à consideração que não serão esperados problemas de estabilidade de encostas nos domínios das rochas sedimentares do Grupo Beneficente. Ressalta-se, ainda, o fato que a implantação da UHE São Manoel não requererá escavações nesses tipos litológicos.

## **b) Áreas de Empréstimo**

A investigação de áreas de empréstimo de materiais terrosos destinados à construção do núcleo vedante do barramento da UHE São Manoel resultou na seleção de três áreas para pesquisa de viabilidade, sendo elas: SAM-AE-01 e SAM\_AE-02 na margem direita, fora da área do reservatório, e SAM-AE-03 na ilha intermitente, à montante e adjacente ao eixo do barramento. As áreas de empréstimo SAM-AE-01 e 02 distam cerca de 5km e 4km, respectivamente, do eixo do barramento e a área SAM-AE-03 dista cerca de 500m.

As áreas 01 e 02, na margem direita, referem-se a solo coluvionar/residual de argilito ou siltito das unidades sedimentares do Grupo Benfitecense; e a área 03, na ilha do rio Teles Pires, refere-se a solo residual de rocha riolítica da Suíte Colíder. Nessas áreas foram executados furos a trado com profundidades da ordem de 5m, sendo coletadas amostras para ensaios de caracterização em laboratório.

As inspeções de campo e os resultados dos trados demonstraram, em análise tátil-visual, que as áreas SAM-AE-01 e 02 apresentam materiais com caráter argilo-silto-arenoso (fino) de cor vermelha, em áreas de 228.000m<sup>2</sup> e 150.000m<sup>2</sup>, respectivamente, e volume total de solo de 1.890.000m<sup>3</sup>, considerando a espessura média de 5m. Estes volumes podem ser maiores, pois as camadas de solo são mais espessas que 5m.

Na área SAM-AE-03, em análise tátil-visual dos materiais coletados, os solos se mostraram silto-argilosos em superfície, passando a silto-arenosos, com comportamento pouco coeso. Este sítio apresentou área de 146.800m<sup>2</sup> e volume de 734.000m<sup>3</sup>, considerando a espessura média de 5m.

Nessas áreas previstas para empréstimo de material terroso não foram identificados condicionantes geotécnicos favoráveis a movimentos de massa, persistindo terrenos com baixas declividades.

Os materiais pétreos necessários à construção da barragem de enrocamento, bem como transições e agregados para concreto, serão obtidos de escavações obrigatórias. No entanto, para a fase de desvio do rio, anterior à fase do início das escavações, será necessário material pétreo para construção das enscadeiras. Para tal, foi identificada uma área para pedreira, localizada a cerca de 2.000m a montante da barragem na margem direita.

A escolha da área, a montante da barragem, levou em consideração uma distância segura das obras (mínimo de 500m) e elevações entre 161m (nível normal do reservatório) e 150m (nível após o desvio do rio), com cerca de 52.500m<sup>2</sup>. Isto possibilita a utilização da área em época de cheia do rio após o desvio, com segurança para não ser atingido pela subida d'água durante as obras e seu recobrimento pelas águas após o enchimento do reservatório. Caso os volumes necessários não sejam suficientes, a porção sudeste da área poderá ser explorada até a elevação 180m, em área de 143.300m<sup>2</sup>.

Esta área para produção de materiais pétreos para as obras do empreendimento está inserida em terrenos com ocorrência de riolitos da Suíte Colíder, não se antevendo problemas geotécnicos para a implantação da pedreira, a qual deverá ser operada seguindo os métodos consagrados de segurança da lavra mineral.

## **c) Área de Bota-Fora**

Os volumes previstos de materiais a serem destinados ao bota-fora são da ordem 755.230m<sup>3</sup>. A escolha da área de bota-fora levou em consideração a proximidade com a obra. O entorno do eixo do barramento é caracterizado por vertentes com declividades média a alta e rede de drenagem encaixada. Por isso, a área selecionada situa-se em uma pequena bacia de drenagem com vertentes íngremes, na margem direita, contígua ao sítio do aproveitamento, em terrenos abrangidos por rochas riolíticas da Suíte Colíder.

O material deverá ser colocado ao longo da encosta direita da drenagem, em uma área de 166.000m<sup>2</sup>, com capacidade de armazenamento de 2x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, entre as elevações 150m e 165m. Para proteção superficial, deverá ser envelopado com material de transição e enrocamento apenas na face do talude. O nível do reservatório irá encobrir o talude entre as elevações 161m (nível normal) e 163m (nível máximo). A porção superior poderá ser revegetada como proteção à erosão.

Nessa área de bota-fora os riolitos são recobertos por solos coluviais e residuais pouco espessos, minimizando a possibilidade de ocorrência de processos de instabilização de encostas. A estabilidade dos taludes do bota-fora deverá ser garantida pelo lançamento controlado dos materiais descartados.

### 2.5.9 Conclusões

Não são observadas condicionantes de natureza geológica que possam inviabilizar a implantação da UHE São Manoel. As unidades litoestratigráficas ocorrentes na região são predominantemente constituídas por litótipos graníticos e riolíticos, não sendo observadas ocorrências de rochas carbonáticas que pudessem conferir um caráter cárstico à área do empreendimento com reflexos na estanqueidade do reservatório. Não foram observados expressivos fraturamentos abertos que também pudessem comprometer a referida estanqueidade. O predomínio de rochas sãs ou pouco alteradas e as pequenas espessuras dos solos favorecem a estabilidade das encostas no entorno do reservatório.

Quanto à potencialidade mineral, observa-se que ocorrências auríferas já foram alvos de intensa atividade garimpeira na AID e ADA. Essa atividade se mostra em declínio devido ao baixo valor do metal, aos indícios de exaustão dos jazimentos secundários e às ações de fiscalização dos órgãos ambientais. Atualmente, a atividade garimpeira está restrita a algumas poucas iniciativas, principalmente por meio de balsas no leito do rio Teles Pires. Não são observadas demandas regionais expressivas para os minerais de emprego direto na construção civil (areia, argila e cascalho), substâncias que completam o Quadro de potencialidade mineral da ADA. Não foram constados quaisquer Concessões de Lavra ou Permissões de Lavra Garimpeira na ADA da UHE São Manoel.

A presença de grandes falhamentos transcorrentes e zonas de cisalhamento, aliada à proximidade da Zona Sismológica de Porto dos Gaúchos, indicam a necessidade de estudos específicos para prognosticar a possibilidade de sismicidade induzida pelo reservatório da UHE São Manoel, devendo, para isto, ser implementado um monitoramento sismológico na região.

## 2.6 GEOMORFOLOGIA

### 2.6.1 Introdução

Serão abordados a seguir os resultados dos estudos geomorfológicos realizados no âmbito das áreas de influência da UHE São Manoel. Fazem parte do escopo desses estudos a descrição das unidades geomorfológicas e formas e processos de relevo associados.

### 2.6.2 Procedimentos Metodológicos

A caracterização das unidades geomorfológicas, a identificação e o mapeamento das formas de relevo ocorrentes na AAR foram desenvolvidos a partir da análise de diversos levantamentos, em escala regional, cabendo destacar os seguintes:

- Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico - ZSEE: Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso e Assistência Técnica na Formulação da 2ª Aproximação (Solos/Aptidão Agrícola) - Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO (SEPLAN / BIRD, 2000). O estudo deste zoneamento elaborou uma classificação geomorfológica genética, com o auxílio da interpretação em imagens de satélite (bandas 3, 4 e 5) e radar, e informações do projeto RADAMBRASIL, considerando grandes compartimentos que classificou como sistemas e diferentes padrões de forma, apresentados em um mapeamento na escala 1: 250.000.
- Projeto RADAMBRASIL – Levantamento de Recursos Naturais, escala 1:1.000.000, Folhas SB.21-Tapajós, SC.21-Juruena, SC.22-Tocantins e SD.21-Cuiabá, (BRASIL, 1975, 1980, 1981 e 1982). Este projeto realizou o levantamento de recursos naturais da área de estudo com base na interpretação de imagens de satélite e radar, trabalhos de campo e sobrevôos, identificando as grandes unidades geomorfológicas e suas respectivas formas de relevo e gêneses. Preliminarmente, foi realizado um mapeamento na escala 1:250.000, sendo o mapeamento final apresentado na escala 1:1.000.000.
- Mato Grosso: Solos e Paisagens (MOREIRA & VASCONCELOS, 2007);
- Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Teles Pires: Apêndice D - Estudos Ambientais, Volume I - Diagnóstico Ambiental, escala 1:3.000.000 (ELETROBRÁS, 2005);
- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Projeto Província Mineral de Alta Floresta, escala 1:250.000, Folhas SC.21-X-C Alta Floresta, SC.21-V-D Rio São João da Barra (CPRM, 2005).

Para a melhor caracterização da AAR, somaram-se a esses trabalhos a interpretação de imagens de satélites e a análise de mapas topográficos e geológicos disponíveis, bem como a geração de mapa hipsométrico, elaborado a partir do mapa altimétrico SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission-NASA*), que gerou um modelo numérico de terreno utilizando-se o interpolador TIN (grade triangular).

A carência de dados secundários para compor o diagnóstico da AII e a necessidade de gerar informações na escala requerida para a caracterização das Áreas de Influência Direta – AID e Diretamente Afetada – ADA da UHE São Manoel determinaram a realização das seguintes atividades:

- Interpretação de fotos aéreas e mapeamentos disponíveis e elaboração de produtos cartográficos;
- Interpretação das fotos aéreas DSG, escala 1: 100.000, ano 1979, considerada a fase preliminar do mapeamento geomorfológico e de definição da legenda;

- Análise de mapas: geológicos na escala 1:250.000 (CPRM, 2005), topográficos na escala 1: 100.000 (folhas IBGE: Rio Ximari, Córrego da Perdição, Rio Paranaíta);
- Interpretação das ortofotocartas de agosto/2007, curvas de nível com equidistância de 5m, escala 1: 10.000 (para a ADA);
- Geração de mapa de declividade da AID elaborado a partir do mapa altimétrico SRTM (Shuttle Radar Topography Mission- NASA), que gerou um modelo numérico de terreno utilizando-se o interpolador TIN (grade triangular), e dessa grade elaborou-se outra grade de declividade;
- Elaboração do Mapa Geomorfológico da AII, escala 1:100.000, com ênfase nas unidades de relevo;
- Elaboração do Mapa Geomorfológico da AID, escala 1:50.000, com ênfase nas formas de relevo;
- Elaboração de carta imagem da ADA, na escala 1:25.000, com detalhamento das formas no canal do rio Teles Pires;

- Trabalho de campo

Os levantamentos em campo foram executados nas Áreas de Influência Indireta, de Influência Direta e Diretamente Afetada, no período outubro-novembro/2007, percorrendo as principais estradas e vias fluviais. Compuseram as atividades de campo a identificação das formas de relevo e dos depósitos de cobertura, as observações dos aspectos da paisagem tais como atividades impactantes ao solo, áreas de instabilidade, deslizamentos e focos erosivos e, ainda, a checagem do mapeamento preliminar obtido com a fotointerpretação. Como o trabalho foi realizado em conjunto com as equipes de Pedologia e Geologia, os perfis realizados em campo, as amostras coletadas e as discussões técnicas contribuíram para a integração dos dados.

De posse de todas as informações de campo, mapeamentos e análise dos resultados foram elaborados os mapas temáticos finais e o presente relatório técnico.

### 2.6.3 Caracterização Geomorfológica da Área de Abrangência Regional

A bacia do rio Teles Pires apresenta um relevo diversificado caracterizado por nove unidades geomorfológicas, conforme definido pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1980). O Mapa Geomorfológico da AAR (**DESENHO 2.6-1**) apresenta de forma sintética, por meio de Quadros de correlação, as características genéticas, morfológicas e morfométricas do relevo, conforme estabelecido pelo ZSEE-MT (SEPLAN/BIRD, 2000), e a distribuição espacial das unidades geomorfológicas para a área.

A partir das cabeceiras do rio Teles Pires em direção ao norte da bacia, as unidades que ocorrem são: Chapada dos Guimarães, Depressão Cuiabana, Província Serrana, Depressão Interplanáltica de Paranatinga, Planalto dos Parecis, Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, Planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso, Planalto Dissecado do Sul da Amazônia e o Planalto Apicás-Sucunduri.

Na extremidade sul da bacia, um trecho da Chapada dos Guimarães está presente, com uma superfície plana a ondulada nas cotas topográficas entre 600 e 800 m, delimitada por encostas escarpadas e festonadas onde escoam as nascentes do rio Teles Pires. As formas têm aspecto cuestasiforme, com forte dissecação e com ravinamentos de grandes dimensões. A superfície de topo da chapada apresenta baixa densidade de drenagem, com direção preferencial de SW – NE.

O relevo foi elaborado sobre os arenitos do Grupo Bauru, com intercalações de siltitos, argilitos e arenitos conglomeráticos. Sobre essas rochas ocorrem, na superfície de topo, depósitos de cobertura constituídos por material detrítico fino de coloração vermelha.

A **Província Serrana**, também ocorrente na porção sul da bacia, representa uma área de relevo esculpido em uma sucessão de anticlinais e sinclinais, que integram um conjunto litológico de faixas dobradas em uma zona de cisalhamento. O relevo é resultante de uma forte dissecação, com forte controle estrutural, caracterizado por formas de topo contínuo e aguçado com altitudes entre 400 e 500m, com direção predominante E-W. Também se encontram localizadas nesta unidade algumas cabeceiras de drenagem de tributários do rio Teles Pires, que nascem nas serras Azul e Finca-Faca.

Geologicamente, os terrenos da Província Serrana são constituídos por um espesso pacote de rochas de origem sedimentar, pertencentes ao Grupo Alto Paraguai (Formação Raizama, predominantemente, e Formação Araras). As rochas predominantes são os arenitos arcóseos com níveis conglomeráticos e intercalações de siltitos.

A **Depressão Cuiabana** é caracterizada por colinas, amplos interflúvios com o topo plano e uma rede de drenagem pouco encaixada. Essas formas de relevo foram modeladas em metaparaconglomerados do Grupo Cuiabá e, secundariamente, em dolomitos, arenitos, siltitos e argilitos do Grupo Alto Paraguai (Formação Araras). Em termos topográficos, apresenta uma superfície em rampa com inclinação de norte para sul. O rio Teles Pires e seus afluentes drenam a unidade no sentido sul-norte. A Depressão Cuiabana compõe uma área rebaixada situada entre as unidades Chapada dos Guimarães e a Província Serrana.

A **Depressão Interplanáltica de Paranatinga** é uma área de relevo rebaixado, que corresponde a uma depressão posicionada entre as cristas aguçadas e alongadas da Província Serrana e as formas tabulares do Planalto dos Parecis, ao sul da bacia. Nesta unidade podem ser individualizados dois compartimentos distintos, posicionados em níveis altimétricos diferenciados, separados por um patamar que se eleva entre 50 e 100m acima da depressão. O primeiro compartimento corresponde a uma superfície de aplanamento, com formas tabulares, baixa densidade de drenagem e interflúvios amplos, abrangendo as partes sul e central da unidade, região drenada pelos afluentes do alto curso do rio Teles Pires, como o ribeirão Caiapó e o rio Paranatinga, ambos afluentes da margem direita, e o ribeirão Piabas, afluente da margem esquerda. Próximo às nascentes do rio Paranatinga, a drenagem neste primeiro compartimento é mais densa com predominância de formas de colinas. O segundo compartimento é o interflúvio Teles Pires-Xingu, caracterizado por um relevo assimétrico, de origem estrutural, com um degrau inclinado para o norte, drenado pelos tributários do rio Xingu, e um *front* voltado para o sul, drenado pelos afluentes do rio Teles Pires. Apenas uma pequena área deste compartimento está inserida na bacia, sendo o seu relevo dissecado com formas de colinas.

De um modo geral, as formas de relevo da Depressão Interplanáltica de Paranatinga foram desenvolvidas em siltitos, arcóseos, argilitos e folhelhos neoproterozóicos da Formação Diamantino, componente do Grupo Alto Paraguai. Estes tipos litológicos encontram-se, por vezes, recobertos por depósitos de cobertura detrítico-lateríticos cenozóicos.

O **Planalto dos Parecis** também possui dois compartimentos distintos, configurando duas subunidades: o Planalto Dissecado dos Parecis e a Chapada dos Parecis. O Planalto Dissecado dos Parecis apresenta uma extensa superfície de aplanamento em um nível inferior à superfície da Chapada dos Parecis, caracterizando-se como uma área dissecada com formas tabulares amplas e interflúvios de

topo convexo, cujos espaçamentos interfluviais atingem em média 12.750m, com cotas altimétricas entre 350 e 400m.

De um modo geral, o Planalto Dissecado dos Parecis é caracterizado pela ocorrência de rochas cada vez mais antigas no sentido sul-norte. Assim, ao sul da unidade predominam rochas cretácicas da Formação Salto das Nuvens (arenitos e conglomerado com seixos de rochas vulcânicas) e da Formação Utariiti (arenitos). Nas proximidades da cidade de Sinop há uma extensa ocorrência da Formação Ronuro, constituída por sedimentos cenozóicos pouco consolidados (areia, silte, argila cascalho e laterito). Ao norte predominam rochas mesoproterozóicas da Formação Dardanelos (sub-arcóseos, quartzo-arenito, arcóseo, conglomerado) e secundariamente, já no limites com a Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, ocorrem, em menor extensão, rochas efusivas proterozóicas do Grupo Colíder (derrame félsico e depósitos piroclásticos, derrame intermediário, rochas vulcanoclásticas e microgranito).

Ainda nos domínios da subunidade do Planalto Dissecado dos Parecis, o rio Teles Pires possui uma faixa de planície fluvial muito expressiva. A jusante da confluência com o rio Verde, esse aspecto modifica-se devido à descida para o nível da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e o leito do rio Teles Pires passa a ser caracterizado por inúmeras barras rochosas dispostas transversalmente ao leito fluvial, originando corredeiras, as quais se tornam muito freqüentes no sentido de jusante.

A subunidade Chapada dos Parecis é uma superfície de formas aplanadas e baixa densidade de drenagem, ocupando uma posição de cimeira dentro do conjunto regional do relevo, com cotas topográficas em torno de 400 e 500m, com caimento para o norte. Ela é constituída pelos arenitos cretácicos do Grupo Parecis (Formação Salto das Nuvens), sobrepostos por uma cobertura cenozóica detrítico-laterítica com concreções ferruginosas, níveis de cascalho e horizontes mosqueados. Os solos sobre estas coberturas são argilo-arenosos vermelho-escuro.

**A Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional** é caracterizada por uma vasta superfície rebaixada, com suave a média dissecação e topos preservados, com altitudes que variam entre 200 e 300m. A denominação de interplanáltica se deve ao seu posicionamento entre as unidades Chapada do Cachimbo ao norte, Planalto dos Parecis ao sul e oeste, a Serra dos Caiabis a sudoeste e o Planalto Dissecado do Sul da Amazônia a noroeste, interpenetrando essas unidades. O piso da Depressão apresenta-se em dois níveis, um a montante da serra dos Apiacás, que equivale ao médio curso do rio Teles Pires, e outro a jusante, no baixo curso desse rio. Ressaltam sobre a superfície inúmeros relevos residuais pertencentes à unidade Planalto Dissecado do Sul da Amazônia, com altitudes médias acima de 250m, do tipo *inselbergs* (pontões e colinas rochosas) e conjuntos de colinas, morros e relevos tabulares cuja altimetria chega aos 400m. No contato com o Planalto dos Parecis, ao sul, a Depressão configura-se como uma reentrância no planalto, no trecho em que o rio Teles Pires apresenta um cotovelo, mudando sua direção de SW-NE para E-W.

Deposições fluviais expressivas encontram-se ao longo do rio Teles Pires nas proximidades da Serra dos Apiacás, sendo que a jusante do rio Peixoto de Azevedo as corredeiras e cachoeiras voltam a ocorrer até ao norte da serra dos Apiacás. Nessa unidade, o rio Teles Pires altera a direção de seu curso frequentemente, demonstrando forte controle estrutural, seguindo às faixas de cisalhamento e inúmeras falhas e fraturas do embasamento. Após passar pela serra dos Apiacás, o curso toma a direção geral SE-NW, apresentando curvas e planícies fluviais expressivas e descontínuas até a confluência com o rio Juruena.

As rochas paleoproterozóicas do Arco Magmático Juruena, onde predominam granitos e rochas vulcânicas, e as rochas do Grupo Caiabis, composto de arenitos e conglomerados, constituem o substrato da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, entre o Planalto dos Parecis e a serra dos Apiacás. Já no piso da depressão registram-se as rochas paleozóicas da Bacia do Alto Tapajós, representadas predominantemente por arenitos.

O **Planalto Dissecado do Sul da Amazônia** apresenta sua feição mais contínua margeando o flanco sul da serra dos Apicás e possui formas dissecadas que variam de topos convexos a tabulares e aguçados. As cotas altimétricas nesta área variam de 350 a 450m. Esta unidade está localizada na parte noroeste da bacia do rio Teles Pires e configura-se por um conjunto de relevos muito dissecados e distribuídos na paisagem de modo descontínuo. Sua ocorrência mais expressiva ocorre no conjunto situado no interflúvio Juruena - Teles Pires. O relevo foi esculpido em rochas paleoproterozóicas do Arco Magmático Juruena, constituído por granitos, derrames félsicos e rochas piroclásticas. A drenagem sobre o planalto é medianamente aprofundada e os rios Apicás e Cristalino drenam grande parte desta unidade.

A unidade **Planalto Residual do Norte do Mato Grosso** engloba blocos de relevo com altimetrias variando entre 400 e 600 m., separados uns dos outros pela Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, subdividindo-se em subunidades denominadas Serras e Chapada do Cachimbo e Serra dos Caiabis.

A primeira subunidade Serras e Chapada do Cachimbo é formada por dois compartimentos, como a própria designação referencia – as Serras e a Chapada – onde ambas funcionam como um divisor de águas entre as bacias dos rios Tapajós, Xingu e Teles Pires. Predominam as rochas areníticas, com alternâncias de quartzo-arenitos e argilitos e conglomerados com seixos de rocha vulcânica pertencentes às várias formações paleozóicas que constituem a Bacia do Alto Tapajós.

A Chapada do Cachimbo possui relevo maciço e contínuo com topografia aplainada, dissecada e em forma de rampa com caimento em direção sudoeste, caracterizada por feições tabulares com espaços interfluviais amplos. Em menores áreas, ocorrem colinas e vales separados entre si por distâncias inferiores a 1750m. Dessa superfície emergem relevos residuais com topos tabulares ainda preservados, delimitados por escarpas erosivas com desníveis de 100m. A feição rampeada da superfície apresenta cotas altimétricas que variam de 600 a 400m. Ela ocupa grande extensão da parte nordeste da bacia do rio Teles Pires e está presente também na sua porção norte. A drenagem secundária possui um padrão geral sub-dendrítico e é coletada pelos rios Cristalino, São Benedito e Cururu-Açu. Os vales são, em sua maioria, encaixados, apresentando corredeiras e soleiras rochosas, sem apresentar faixas deposicionais expressivas.

A serra do Cachimbo apresenta-se como um bloco cujo contato com a Chapada é efetuado por nítida escarpa de falha. Nos trechos ao leste e ao sudeste da Chapada, as serras apresentam-se fragmentadas e caracterizam-se por relevos tabulares, cujo substrato é constituído pelas rochas vulcânicas do Grupo Colíder.

A subunidade Serra dos Caiabis compreende um *graben* topograficamente invertido e constituído, quase totalmente, por rochas paleoproterozóicas graníticas de várias formações que compõem o Arco Magmático Juruena e rochas areníticas e conglomerados mesoproterozóicos do Grupo Caiabis. O relevo configura-se por um forte controle estrutural, sendo formado sobre rochas dobradas e falhadas, que foram truncadas e exumadas por processos posteriores de aplanamento e de dissecção. Estes processos propiciaram uma inversão do relevo, com a presença de sinclinais alçadas e anticlinais parcialmente erodidas. Desta forma, apresenta-se como um alinhamento de relevos predominantemente tabulares, dispostos em forma de uma elipse no interflúvio Juruena – Teles Pires. Os limites das serra são marcados por rupturas de relevo, em forma de escarpas erosivas e estruturais, cristas assimétricas ou ressaltos topográficos. Ocorrem também, com pequena representatividade espacial, formas dissecadas como colinas e cristas e as cotas topográficas estão em torno de 450m, diminuindo na direção sudeste.

O **Planalto Apicás-Sucunduri** compreende uma faixa de relevos dobrados e falhados, elaborados em rochas sedimentares do Grupo Beneficente, dispostos no sentido leste-oeste e posicionados ao noroeste da área em estudo. O Planalto está representado na área pela serra dos Apicás. O rio Teles Pires secciona o planalto de sul para norte, originando vales em “V”, por vezes, assumindo

características de *canyons*. Essa unidade apresenta relevos de topos predominantemente tabulares, cristas e vertentes com forte controle estrutural, e altitudes em torno de 450 m.

O forte controle estrutural deve-se ao substrato constituído pelas rochas paleoproterozóicas do Grupo Beneficente, representadas por arenitos, argilitos e conglomerados, que se encontram dobradas e falhadas. Além dessas rochas, há pequenos trechos constituídos por rochas plutono-vulcânicas da Suíte Colíder, que afloram ao sul da unidade.

O Mapa Hipsométrico da AAR (**Figura 2.6-1**) mostra a disposição e as altitudes predominantes das massas de relevo, observando-se o caimento gradativo das superfícies aplainadas, acompanhando o rio Teles Pires e a superimposição do rio nas serras elaboradas nas estruturas dobradas.

O rio Teles Pires, afluente do rio Tapajós e pertencente à bacia Amazônica, tem o curso geral com orientação NNW-SSE, mas apresenta, localmente, alterações nesta orientação, em função dos lineamentos que atravessa. A sua extensão total é de 1.431 km, nascendo nas serras Azul e do Finca Faca, a uma altitude média de 800 m, e desaguando no rio Tapajós a uma altitude aproximada de 95 m.

Os trechos com maior desenvolvimento de planícies ocorrem no baixo curso, até a confluência com o rio São Benedito; da confluência com o rio Peixoto de Azevedo até as proximidades do Planalto dos Parecis; da confluência com seu afluente o rio Verde até as proximidades da cidade de Sorriso e de Salto Magessi até próximo do limite sul do Planalto dos Parecis. No restante do curso as planícies são menores e descontínuas. Os principais trechos com corredeiras estão localizados próximos da travessia da serra dos Apiacás e na sua descida do Planalto dos Parecis.

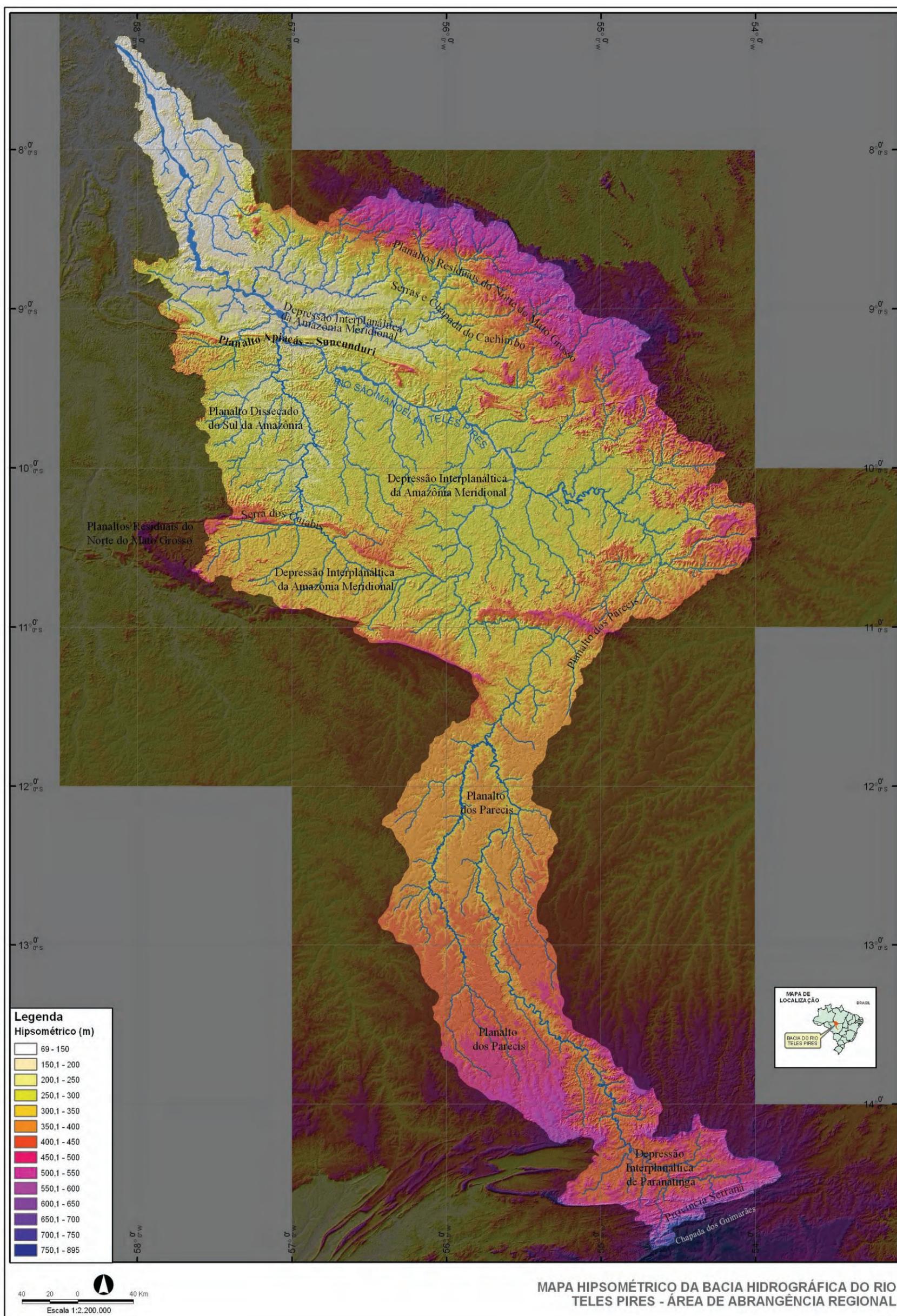


Figura 2.6-1 - Mapa Hipsométrico

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

## 2.6.4 Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Indireta

Esta área de estudo, apresentada no Mapa Geomorfológico da AII (**DESENHO 2.6-2**), está situada na Província Juruena, conforme compartimentação do Cráton Amazônico proposta por SANTOS et al (2000), mais precisamente no Arco Magmático Juruena, ambiente geotectônico individualizado por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) e SOUZA *et al.* (2005), do Paleoproterozóico, caracterizado, preponderantemente, por uma diversidade de rochas graníticas e riolíticas. Segundo estes autores, na fase terminal desse fragmento crustal formaram-se bacias deposicionais representadas na região pelo Grupo Beneficente, cuja diagênese dos sedimentos teria ocorrido ao redor de 1,4Ga. O Fanerozóico acha-se representado pelos diques de diabásio jurássicos e pelas coberturas eluviais, coluviais e aluviais que recobrem as unidades geológicas mais antigas, geradas por intensos processos de intemperismo e erosivos predominantes na área.

MADRUCI (1999), estudando a gênese do ouro da região de Alta Floresta, propõe que o relevo da região seja condicionado por um padrão de altos e baixos estruturais, determinados por flexuras decorrentes do movimento por gravidade de blocos do embasamento, relacionados a reativações distensivas ocorridas no Terciário. O limite entre os blocos é determinado por grandes lineamentos estruturais. Assim, por exemplo, a região deprimida de Alta Floresta teria sua gênese associada, não só aos processos erosivos, como também corresponderia a um baixo estrutural formado pela subsidência do bloco do qual faz parte. Da mesma forma, o projeto RADAM (BRASIL, 1980) aventou a hipótese de correlação do Planalto Apicás-Sucunduri com um bloco soerguido e a escarpa voltada para norte e nordeste como uma escarpa de falha, indicando reativações das estruturas mais antigas durante o Terciário.

Como foi constatado então, pelos estudos geológicos citados anteriormente, durante o Fanerozóico atuaram os processos erosivos sobre as rochas da Província Juruena, associados ou não a movimentos flexurais de blocos dentro dessa província. RADAM (BRASIL, 1980) propôs a existência de três grandes ciclos erosivos na área a partir do Cretáceo. Na área de estudo pode-se identificar, de fato, uma superfície mais antiga, que corresponde ao topo da serra dos Apicás; fragmentos de uma superfície intermediária em topos tabulares do Planalto Dissecado do Sul da Amazônia e o piso regional do relevo representado pela Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional. O relevo mostra áreas pouco elevadas (Planalto Apicás – Sucunduri e Planalto Dissecado do Sul da Amazônia), fragmentadas por áreas rebaixadas (Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional), que acompanham os vales principais.

O **Planalto dos Apicás-Sucunduri** está representado na área como serra dos Apicás, um conjunto caracterizado pelo relevo esculpido em estruturas dobradas representadas por sinclinais suspensos e anticlinais escavados, com topos predominantemente tabulares, ondulados e alongados, talhados preferencialmente em sedimentos da borda sul da Bacia Beneficente e orientado paralelamente ao sistema de falhas transcorrentes WNW-ESSE da Província Juruena. As altitudes, em torno de 350-415 m, representam o nível mais antigo de aplainamento da área. Os topos estão associados com cristas e vertentes com forte controle estrutural devido às rochas do substrato, dobradas e falhadas. As declividades nos topos situam-se nas classes de 0 a 8% e de 8 a 20%. Nas áreas das cristas, as vertentes possuem declividades superiores a 45%. As texturas das formações superficiais variam de arenosas nos topos a argilosas nas vertentes, acompanhando as variações litológicas do substrato.

Esta unidade é o divisor de águas entre o Teles Pires e seu afluente pela margem direita o rio São Benedito, ambos com os cursos paralelos à serra, controlados pelo mesmo sistema de falhamentos.

Os sedimentos da bacia que caracterizam o substrato da unidade Planalto dos Apicás foram agrupados sob a denominação de Grupo Beneficente e constituem uma seqüência sedimentar composta por duas litofácies: uma inferior, arenítica, e uma superior, pelítica, dispostas em faixas paralelas, com orientação WNW-ESE. No topo da serra dos Apicás ocorrem as Unidades 1 e 2 do Grupo Beneficente. A Unidade I, arenítica, forma as partes mais altas recobertas por solos arenosos,

enquanto a Unidade 2, caracterizada por pelitos avermelhados e latossolos, ocorre nas vertentes suaves dos trechos ondulados do topo. As vertentes principais da serra voltadas para norte e nordeste, cujo substrato são as rochas areníticas da Unidade 3, caracterizam-se pelo tipo vertentes com facetas triangulares ou trapezoidais, normalmente relacionadas com escarpas associadas aos falhamentos. Próximo à garganta de superimposição do rio Teles Pires na serra dos Apiacás, a dissecação mais intensa originou um relevo de cristas orientadas na direção WNW-ESSE, alternadas com vales encaixados.

O **Planalto Dissecado do Sul da Amazônia** situa-se no interflúvio Juruena-Teles Pires, do qual a área de estudo abrange o extremo leste e caracteriza-se por relevos dissecados, fortemente ondulados e distribuídos na paisagem de modo descontínuo, com orientação predominante NW-SE. Margeia o flanco sul da serra dos Apiacás, formando patamares e dispõe-se no restante da área de forma fragmentada pela drenagem, comportando formas de topos tabulares, convexos (colinas e morrotes - **Foto 2.6-1**) e aguçados (cristas), exibindo frequentemente vertentes rochosas. Geralmente as formas tabulares, as cristas e as colinas são encontradas nos trechos mais elevados e os morrotes (nome local para os relevos de topos convexos e pouco elevados) caracterizam os trechos menos elevados do Planalto. Na margem esquerda do rio Teles Pires a unidade está muito fragmentada pela drenagem e as formas de relevo predominantes são as colinas, os morrotes e os relevos tabulares. As cotas topográficas variam de 250 a 400 m, com as maiores altitudes ocorrendo ao sul da AII.



**Foto 2.6-1 - Colinas típicas da região**

As declividades são variadas, situando-se entre 8 – 20% nos topos e de 8% a maior que 45% nas vertentes. As vertentes mais íngremes estão situadas na margem direita do rio Teles Pires, no contato com a unidade do Planalto Apiacás-Sucunduri.

A drenagem instalada neste planalto é medianamente aprofundada, constituída por canais de cabeceira que apresentam um padrão dendrítico.

Os topos tabulares correspondem a remanescentes de um nível regional de aplainamento, intermediário entre aquele do Planalto Apiacás-Sucunduri e o da Depressão Interplanáltica, mas a

maior parte destes tabulares já mostra dissecação na superfície, significando que as formações superficiais que os recobriam já foram remobilizadas. Nos locais que foram preservados dos processos erosivos, OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) citam a ocorrência de *"lateritos sobre diversas unidades geológicas, freqüentemente formando platôs que sustentam o relevo e marcam uma antiga superfície de aplainamento regional, balizada atualmente por cotas altimétricas situadas na faixa de 350 a 450 m. A unidade é formada por depósitos de alteração in situ e por depósitos transportados, constituindo latossolos argilosos ou argilo-arenosos, crosta laterítica e acumulados de pseudofragmentos, pisólitos e oólitos ferruginosos, geralmente avermelhados ou amarelados. Os lateritos variam de imaturos a maduros. Nos perfis observados, os mais completos exibem um horizonte composto por material argiloso, mosqueado, contendo ou não pseudoveios e/ou pseudovênulas avermelhados e/ou esbranquiçados. Um horizonte contendo material argiloso ou argilo-arenoso, blocos concrecionais, colunas, nódulos e pseudofragmentos. Um horizonte formado por crosta ferruginosa de espessura centimétrica, em alguns locais atinge até dois metros, apresentando às vezes, nódulos e pseudofragmentos ferruginosos na porção superior. Este horizonte quase sempre é capeado por solo argiloso ou argilo-arenoso amarelado ou avermelhado"*.

A diversidade de formas deve-se à diversidade de rochas do substrato. Essa unidade foi esculpida preferencialmente em rochas da Suíte Colíder (microgranitos, brechas vulcânicas, riolitos, riocácitos, dacitos e andesitos, intercalados em depósitos piroclásticos e epiclásticos), mas abrange igualmente trechos cujos substratos são constituídos por rochas do Granito Teles Pires (biotita-granitos), do Granito São Pedro (biotita granitos e biotita monzogranitos) e da Suíte Intrusiva Jurueña (corpos graníticos gnaissificados). Esta última unidade, de acordo com OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005), *"ocorre sob a forma de blocos do tipo boulders ou matacões e lajedos maciços, compondo batólitos aglutinados e malgamados, dispostos segundo a direção NW-SE"*. As rochas condicionam formações superficiais de textura predominantemente argilosa, em torno de 46% de argila como mostram os estudos pedológicos. O manto de intemperismo é geralmente pouco espesso, com profundidades variando em torno de 1m na região de colinas e por vezes inexistente.

Os terrenos deprimidos foram denominados **Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional**. Esta unidade é descrita como uma região de superfície rebaixada, plana a ondulada e drenagem organizada segundo um padrão dendrítico, onde sobressaem-se algumas formas residuais convexas, observadas principalmente nas regiões de interflúvios, que aparecem coroadas por matacões (**Foto 2.6-2**) e blocos de rochas graníticas e granodioríticas, principalmente as fácies mais quartzosas ou porfíricas. Essa unidade não tem um grande desenvolvimento espacial contínuo, ocorrendo ao longo da drenagem de afluentes do rio Teles Pires. Os córregos da Perdição e Capitão Felipe são os únicos afluentes com nome, apesar de existirem outros afluentes do mesmo porte. A superfície apresenta suave a média dissecação, com declividades predominantes de 0 - 8% e altitudes que variam de 180 - 250 m.

O substrato é constituído, principalmente, pelas rochas graníticas e vulcânicas riolíticas da Suíte Colíder, mas a erosão truncou também os Granitos Teles Pires e os granitos da Suíte Intrusiva Jurueña. Destacam-se sobre a superfície blocos rochosos do tipo matacões, que são, na maior parte, formas de erosão diferencial e estão *in situ*, e trechos com expressiva deposição de material coluvial sob a forma de rampas de colúvio e cones de detrito, provenientes de uma atuação intensa dos processos naturais de erosão, que atuam sobre as formas do Planalto Dissecado adjacente. A textura das formações superficiais é predominantemente argilosa, mas apresenta também texturas arenosas nos trechos cujo substrato é constituído pelos granitos da Suíte Intrusiva Jurueña.

Ocorre ainda um pequeno trecho da Depressão, no extremo noroeste da AII, caracterizada por uma superfície plana a ondulada, cujo substrato compõe-se dos arenitos friáveis com intercalações de lentes de argilito e siltito, pertencentes à Unidade IV do Grupo Beneficente.



**Foto 2.6-2 - Terreno com matações na Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional**

As **Planícies Fluviais**, que normalmente são consideradas uma unidade à parte pela sua importância tanto ambiental como econômica, são estreitas e descontínuas e a maior parte não pode ser representada nessa escala de trabalho. As maiores extensões foram mapeadas ao longo do rio Teles Pires, particularmente entre o córrego da Perdição e a ilha do Macaco; em um córrego sem nome, situado na margem esquerda do rio Teles Pires, a jusante do córrego Perdição, e aquela do baixo curso do córrego Perdição. Somente puderam ser identificados dois níveis nas planícies: o mais recente, correspondendo à várzea e um nível de terraço.

Os depósitos aluvionares que caracterizam as planícies foram descritos por OLIVEIRA & ALBUQUERQUE (2005) como sendo “*formados essencialmente por sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados e semiconsolidados, com níveis de cascalho associados, cascalhos, areias grossas a finas, siltes e argilas... o rio Teles Pires possui a maior expressividade aluvionar, ao longo de seu curso foram observados depósitos de largura quase sempre inferior a 1.000m, e com espessura máxima estimada em torno de oito metros. Na área foram identificadas coberturas aluvionares, sub-recentes de paleocanais, paleoterraços e de depósitos das aluviões concentradas ao longo das drenagens atuais. Os depósitos inconsolidados são constituídos essencialmente de areia (quartzofeldspática) com níveis de seixos arredondados de quartzo e fragmentos de rocha, que se concentram como barras de canais (frontal, lateral e meio de canal). Os níveis rudáceos ocorrem geralmente como depósitos de fundo, revelados por ocasião da dragagem da lavra garimpeira. Depósitos semiconsolidados são encontrados nas planícies aluviais dos rios, onde a deposição dos sedimentos argilosos, com níveis arenosos e de seixos associados, formam pacotes com espessuras variáveis. Em geral, tanto os depósitos aluvionares recentes como os sub-recentes são portadores de ouro, localizado principalmente nos níveis rudíticos, o que ocasionou uma corrida garimpeira e a extração desordenada de ouro aluvionar, alterando substancialmente a paisagem natural desses depósitos*”.

Observaram-se áreas degradadas por garimpo em trechos da rede de drenagem do córrego Perdição e de um afluente sem nome que deságua próximo a ele. Uma lagoa, mapeada na planície fluvial do rio Teles Pires, tem origem antrópica, devido ao barramento de uma drenagem afluente pela atividade garimpeira.

### 2.6.5 Caracterização Geomorfológica da Área de Influência Direta e Diretamente Afetada

Na região abrangida pela AID ocorrem todas as unidades de geomorfológicas e formas de relevo já descritas para a AII. O Mapa Geomorfológico da AID e ADA, escala 1:50.000, constante do **DESENHO 2.6-3**, apresenta as formas de relevo predominantes.

Os terrenos da AID, na margem direita do rio Teles Pires, têm um relevo mais acentuado, integrando as unidades Planalto Sucunduri-Apiacás e Planalto Dissecado do Sul da Amazônia. Ocorrem aí as cristas, as colinas, os morrotes e os relevos com topos planos (superfícies tabulares, residuais tabulares e patamares), todos com vertentes íngremes, com muitos trechos acima de 45%. Alternados com as áreas proeminentes, ocorrem, em trechos mais restritos, as vertentes mais suaves e as superfícies onduladas, acompanhando os trechos inferiores e médios dos vales dos afluentes do rio Teles Pires. Estas áreas deprimidas têm declives predominantes entre 0 e 8%, são recobertos por formações coluviais e pertencem à Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.

Nesta região da margem direita, no contato entre as superfícies tabulares do Planalto Sucunduri-Apiacás e os morros do Planalto Dissecado do Sul da Amazônia (ao norte da área), será instalado um trecho da linha de transmissão.

Na margem esquerda ocorre o inverso, predominando as áreas onduladas da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional com declividades entre 0 e 20%. Os residuais tabulares, as colinas e os morrotes, que integram a unidade do Planalto Dissecado do Sul da Amazônia, têm vertentes menos íngremes do que aquelas que ocorrem na margem direita, predominando a classe de 20-45%.

O Mapa de Declividade da AID (**Figura 2.6-2**) mostra a distribuição das classes de declive com o predomínio da classe de 8% a 20%.

A AID abrange todas as planícies relacionadas na AII, ou seja, aquelas das margens do rio Teles Pires, do córrego da Perdição e de um afluente sem nome. As planícies do rio Teles Pires são estreitas e descontínuas, situadas ora em uma das margens, ora na outra. O maior trecho mapeado situa-se na margem esquerda, entre o córrego da Perdição e a ilha dos Macacos. Neste trecho localiza-se uma grande área de garimpo, conhecido na região como garimpo da Perdição, atualmente desativado. Esta atividade provocou muitas alterações na morfologia fluvial da área, com escavações e barramento de drenagem. Algumas ilhas fluviais são aluviais, como Itaici e Perdição, e outras, como Esperança, são relevos residuais do Planalto Residual do Sul da Amazônia.

Nota-se que os processos naturais de erosão nas vertentes e os de transporte fluvial predominam nesse trecho do rio. Há um trecho entre a ilha Itaici e a da Perdição onde se observa maior sedimentação dentro do canal, mas a principal área de deposição situa-se após a serra dos Apiacás e fora dos limites da AID.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

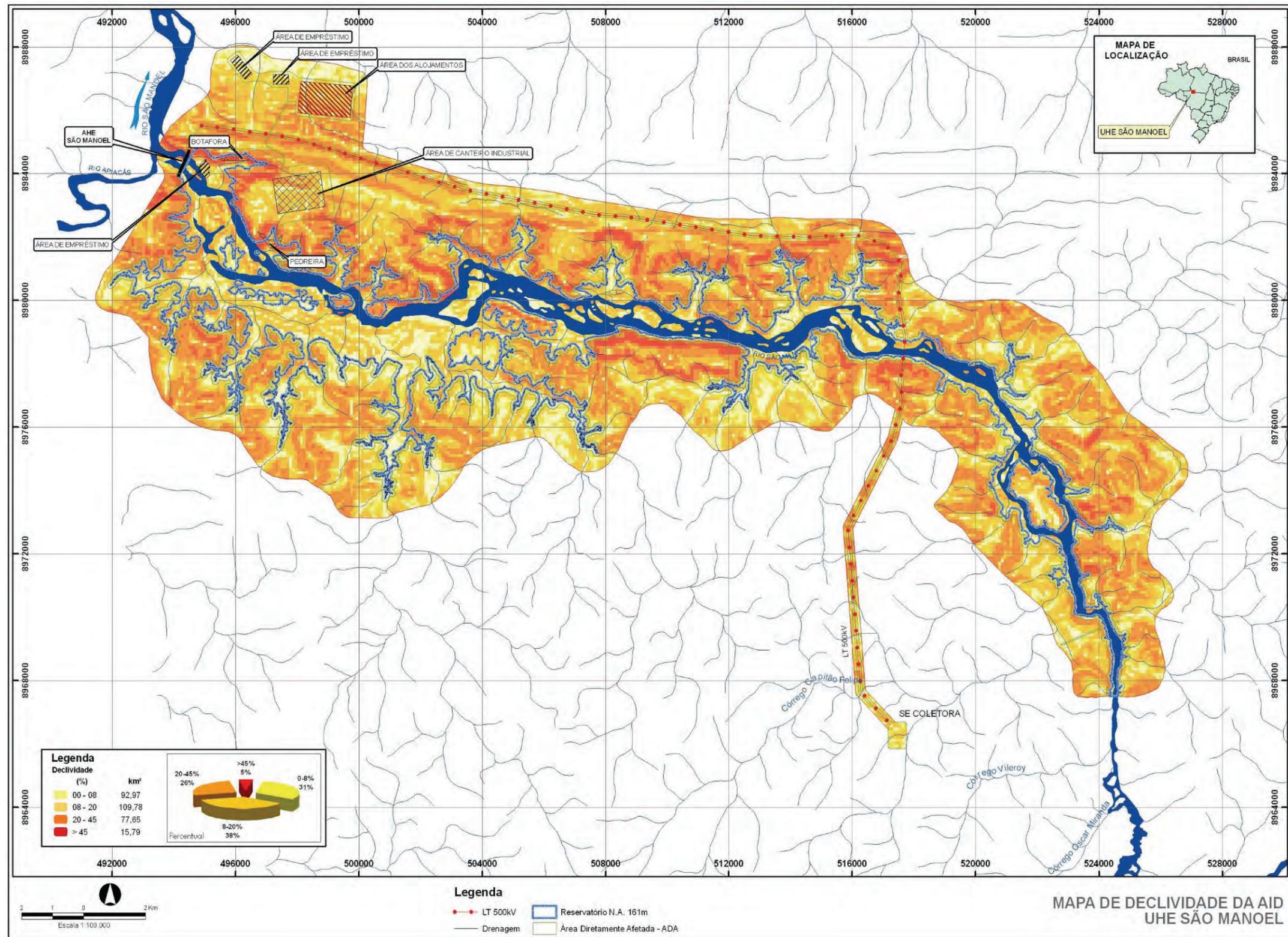


Figura 2.6-2 - Mapa de Declividade da AID

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

- **Área Diretamente Afetada**

As ombreiras da barragem estão localizadas nas vertentes íngremes (**Foto 2.6-3**) das cristas do Planalto Dissecado da Amazônia Meridional (margem esquerda) e do Planalto dos Apicás (margem direita). Um dos patamares do Planalto Dissecado, ao sul da serra dos Apicás, possivelmente será utilizado para instalação do canteiro industrial. Há um bota-fora previsto nas vertentes íngremes do Planalto Dissecado, em um pequeno afluente da margem direita do rio Teles Pires. Nas vertentes estruturais do norte da serra dos Apicás (afluentes do rio São Benedito) propõe-se a instalação do alojamento e área de empréstimo. Duas outras áreas de empréstimo situam-se em trecho de planície fluvial e em superfície ondulada, pertencente à Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.



**Foto 2.6-3 - Vertente íngreme e rochosa nas margens do rio Teles Pires, próxima do futuro barramento**

Uma observação regional mostra que o rio Teles Pires tem o curso orientado na direção NW-SE, e depois E-W, influenciado pela direção preferencial dos lineamentos da Província Juruena. Contudo, a observação local evidencia várias alterações do seu percurso influenciadas por lineamentos secundários. Assim, na ADA da UHE São Manoel, de montante para jusante, o rio inicia seu trajeto

aproximadamente N-S; após a ilha Esperança inflete para WNW, acompanhando a serra dos Apiacás até a ilha dos Macacos, quando altera novamente seu curso para a direção NW até a garganta na serra dos Apiacás. Em seguida, atravessa a serra seguindo a orientação N-S até a confluência com o rio São Benedito. A ADA situa-se em um trecho do rio onde predominam processos de transporte dos sedimentos, como mostram as planícies fluviais pouco expressivas. Os travessões rochosos e as corredeiras são frequentes ao longo do Teles Pires.

Para a melhor caracterização da ADA e dos ambientes fluviais do rio Teles Pires, é apresentado nas **Figuras 2.6-3 a 2.6-7** um detalhamento das formas fluviais do canal do rio Teles Pires, em ortofotos na escala 1: 25.000. O canal do rio, observado em época de águas baixas, mostra aspectos do leito menor que permitem a sua compartimentação de jusante para montante como se segue.

- **Primeiro trecho:** do barramento São Manoel até a ilha dos Macacos (**Figura 2.6-3**)

A declividade é acentuada, de 0,8m/km. Ocorrem várias ilhas aluvionares com dimensões entre 100-1500m de comprimento e 1000m de largura. Há inúmeros afloramentos rochosos no leito menor associados a corredeiras (a maior é a cachoeira dos Macacos) e nas margens das ilhas. Não há planícies fluviais nas margens do rio.

- **Segundo trecho:** da ilha dos Macacos até a ilha Perdição (**Figuras 2.6-3 e 2.6-4**)

A declividade do canal é de 0,4m/km. Há poucas corredeiras, ocorrem afloramentos rochosos no leito menor e uma ilha constituída por relevo residual tipo morrote. Na margem esquerda ocorre o maior trecho de planície fluvial. A ilha dos Macacos praticamente integra essa planície, separada por um braço do Teles Pires em processo de assoreamento. As planícies do córrego Perdição e um afluente sem identificação integram-se nessa planície maior. Ressalta-se que foram identificadas degradações por garimpo em trechos dessa planície, que provocaram ainda o surgimento de um lago, em decorrência de barramento de drenagem.

- **Terceiro trecho:** da ilha Perdição até a ilha Itaiçi. (**Figuras 2.6-4 e 2.6-5**)

É o trecho de menor declividade com 0,25m/km, caracterizado por processos de sedimentação. As duas ilhas maiores - Itaiçi e Perdição - são aluvionares e de dimensões entre 1500-1200m de comprimento e 200-600m de largura. Ocorrem outras ilhas menores, também aluvionares. No leito menor são visíveis inúmeros bancos de areia/argila, afloramentos rochosos e corredeiras (cachoeira Capitão Fogo). A planície fluvial ocorre em trechos descontínuos na margem direita.

- **Quarto trecho:** da Ilha Itaiçi até a Ilha Esperança. (**Figuras 2.6-5 e 2.6-6**)

O canal apresenta uma declividade de 0,3m/km. Ocorrem algumas ilhas aluvionares de dimensões entre 200 e 500 m de comprimento e entre 100 e 200m de largura. No restante do trecho ocorrem afloramentos e corredeiras no leito menor. Há planícies fluviais descontínuas em ambas as margens (**Foto 2.6-4**).

- **Quinto trecho:** da ilha Esperança até o final do reservatório (**Figuras-2.6-6 e 2.6-7**)

O canal bifurca-se a partir da ilha Esperança, que é um relevo residual tabular. A montante desta ilha torna-se único, retilíneo, com alterações bruscas no curso e com declividade acentuada, de 0,8m/km. Há ocorrência de algumas corredeiras denominadas cachoeira Capitão Felipe e cachoeiras Vileroy (na folha 1:100 000 - Córrego da Perdição - do IBGE há dois trechos de corredeiras com este nome), afloramentos rochosos nas margens (**Foto 2.6-5**) e no canal e pequenos bancos de areia (barras de canal) nas margens. Não há planície fluvial nas margens do rio.

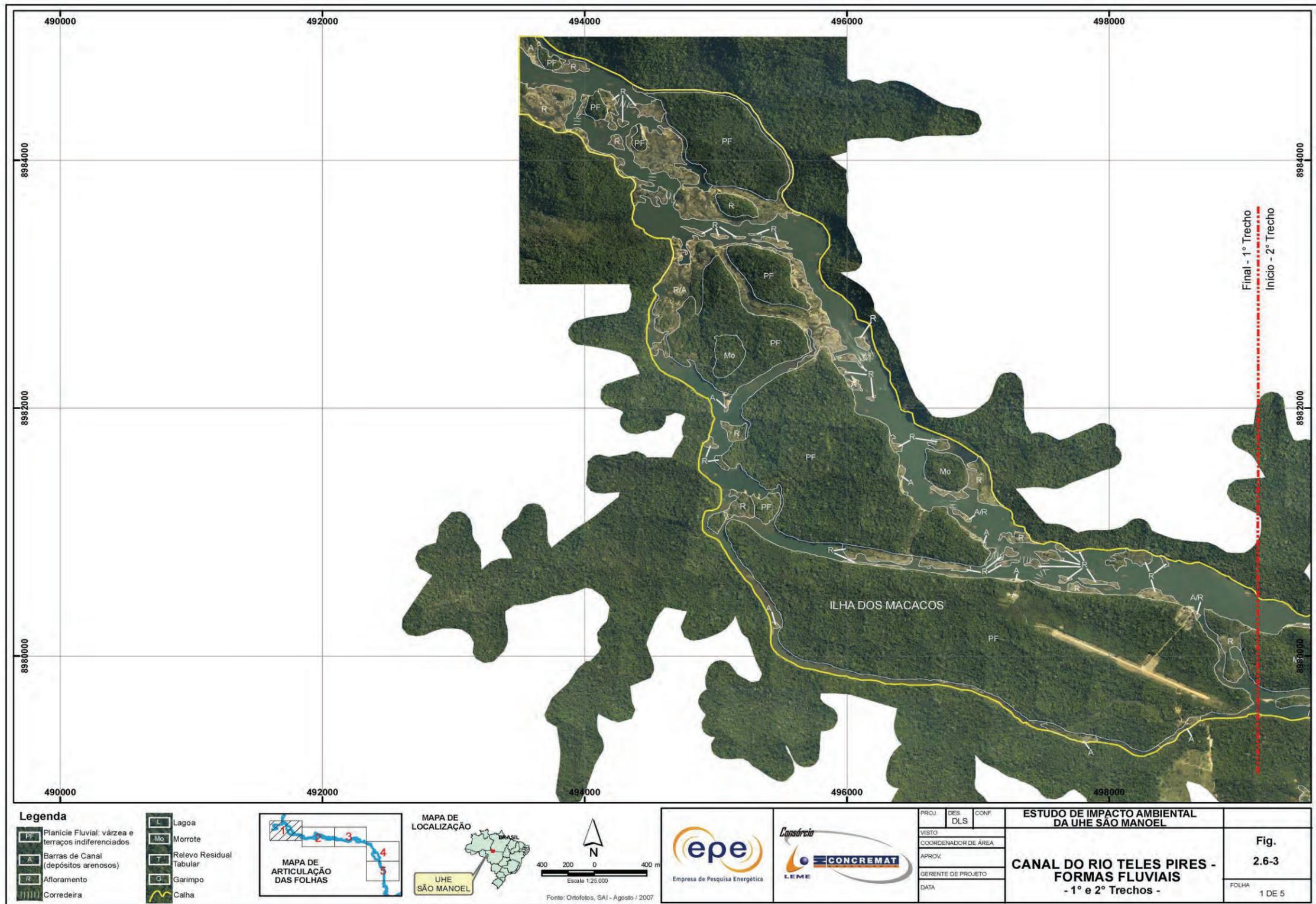


Figura 2.6-3 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 1º e 2º Trechos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

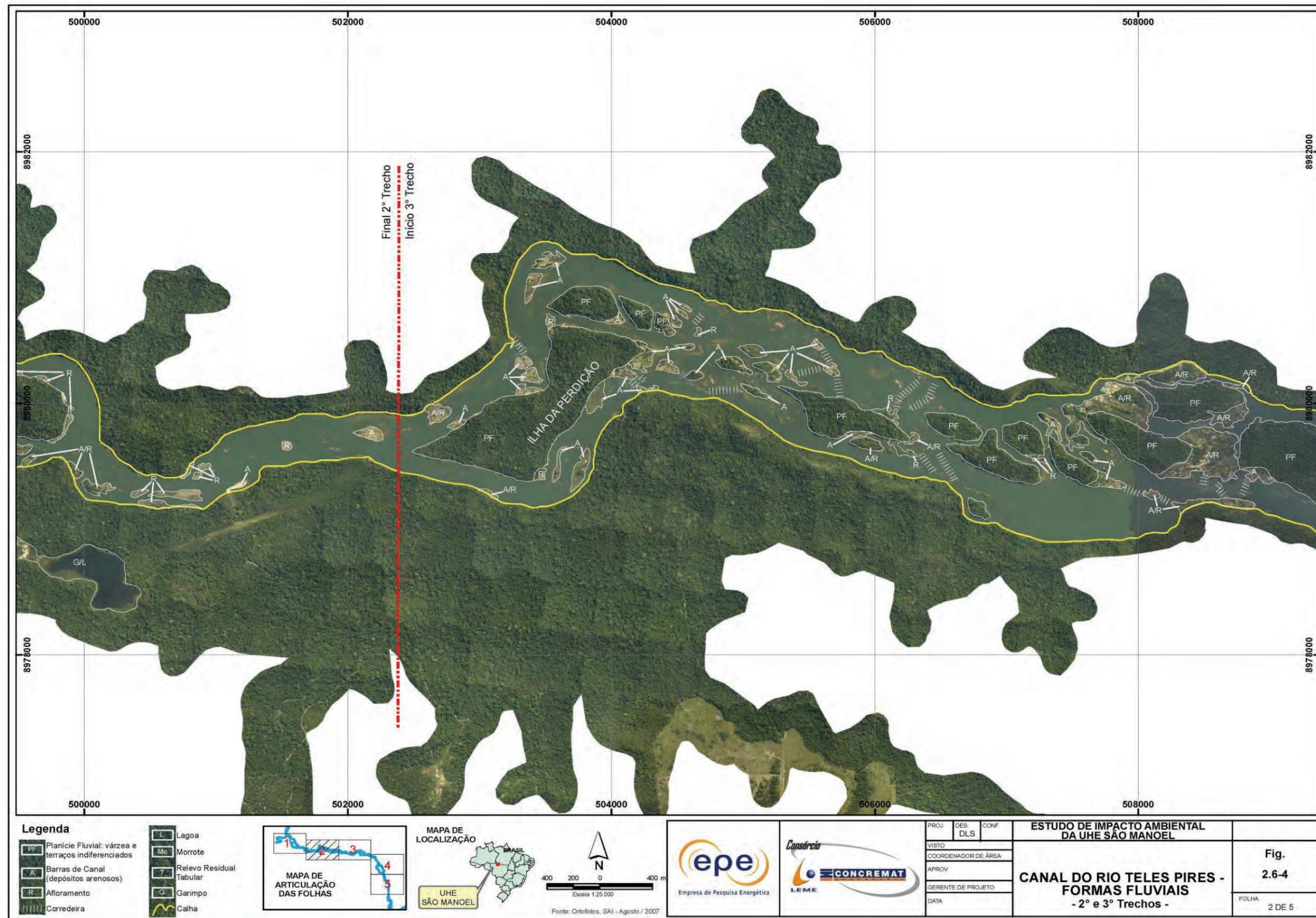


Figura 2.6-4 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 2º e 3º Trechos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

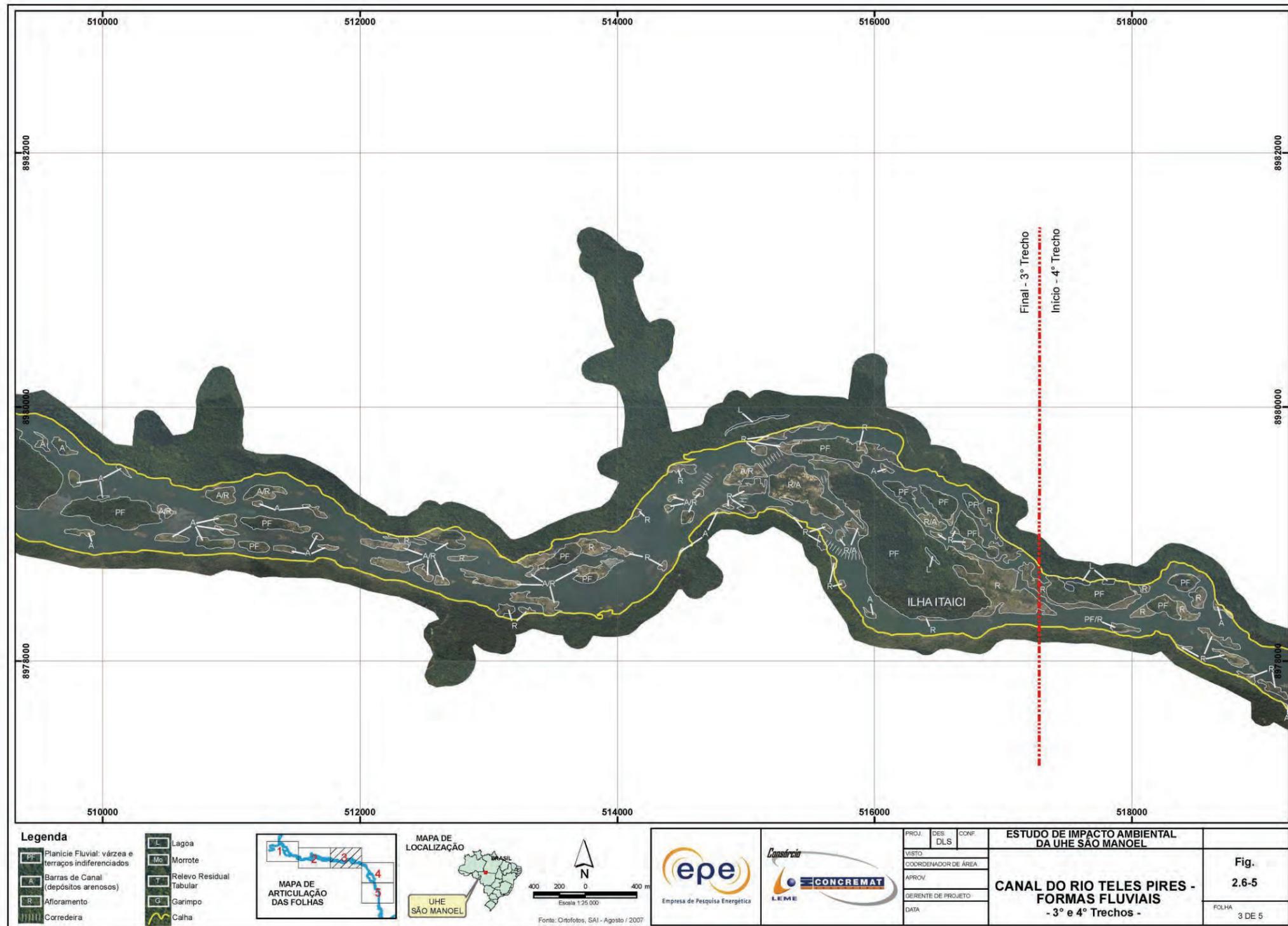


Figura 2.6-5 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 3º e 4º Trechos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

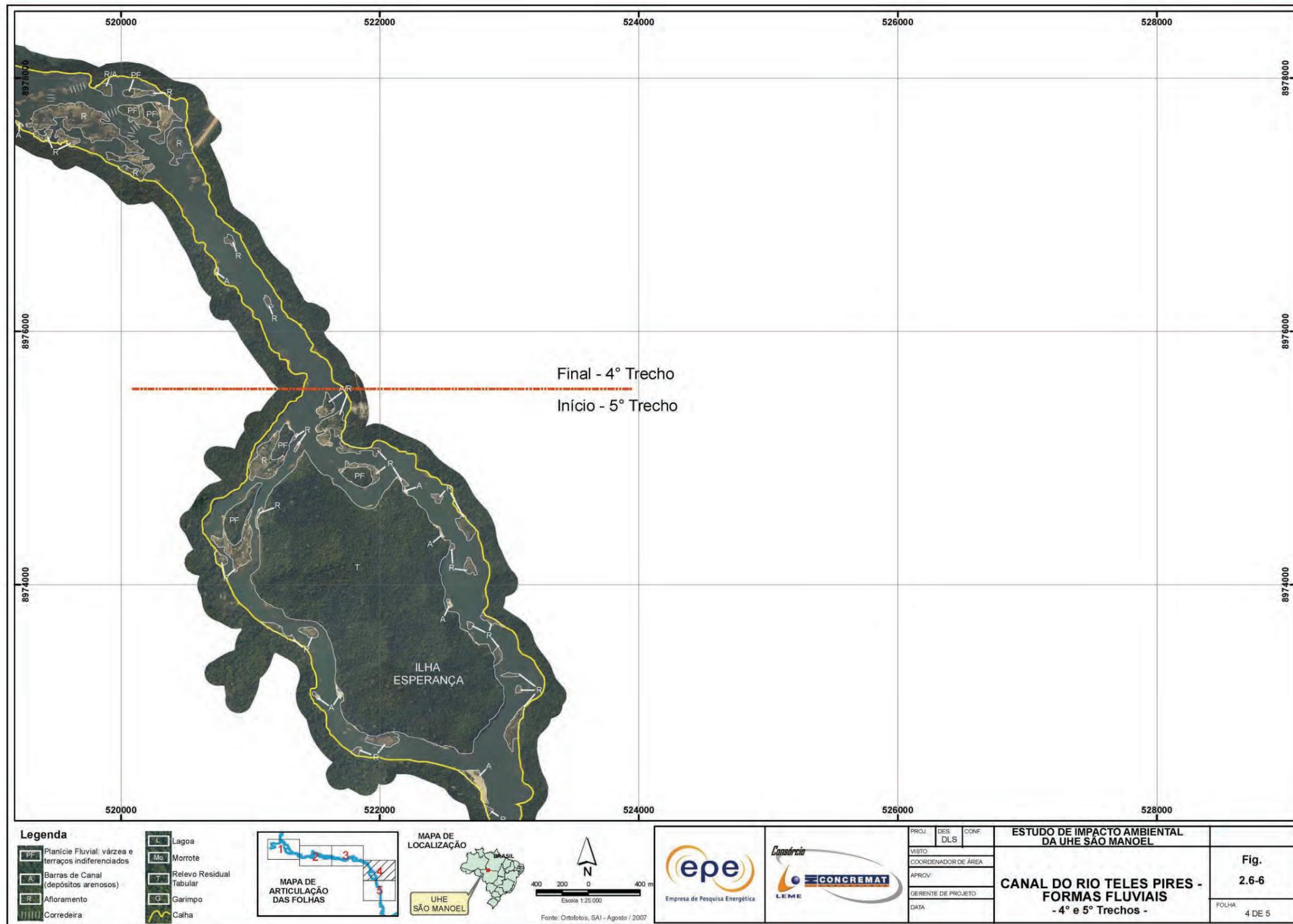


Figura 2.6-6 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 4º e 5º Trechos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

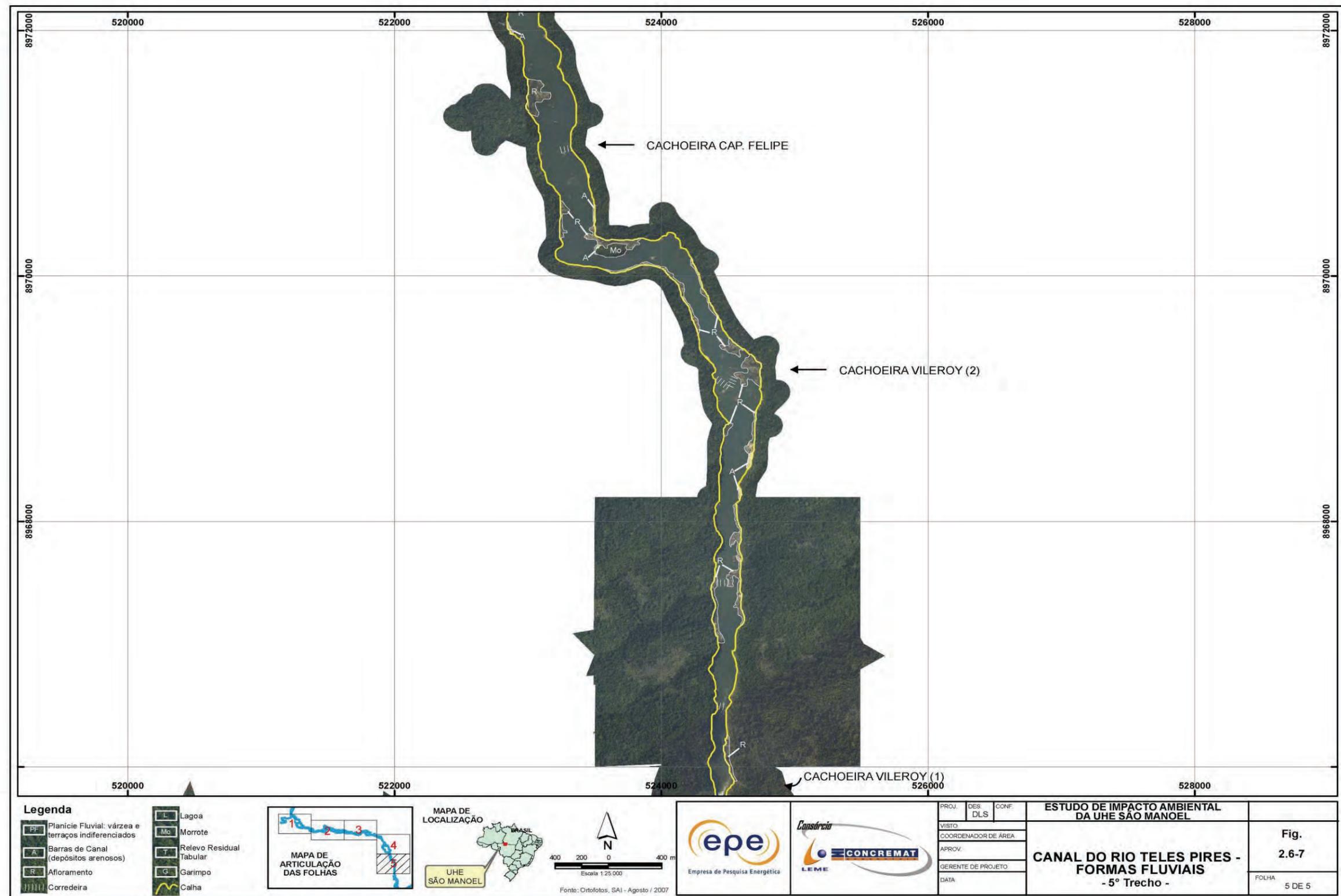


Figura 2.6-7 - Canal do Rio Teles Pires – Formas Fluviais – 5º Trecho

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.



**Foto 2.6-4 - Planície fluvial próxima da ilha Itaici**



**Foto 2.6-5 - Afloramentos rochosos (riolitos) nas margens do rio Teles Pires**

## 2.6.6 Memorial Fotográfico das Corredeiras do Rio Teles Pires

Na caracterização da ADA e dos ambientes fluviais do rio Teles Pires, apresentado no item anterior, podem ser observadas nas **Figuras 2.6-3 a 2.6-7**, o detalhamento das formas fluviais do canal do rio Teles Pires em época de águas bem baixas, mostrando aspectos do leito menor, que permitem a sua compartimentação de jusante para montante conforme apresentado. Visando ilustrar alguns trechos das principais corredeiras, são apresentadas no **Anexo 2.6-1** uma série de fotos obtidas ao longo de um período de 2 anos, durante a realização de levantamentos aéreos e de campanhas de campo para o diagnóstico socioambiental.

## 2.6.7 Conclusões

No contexto geomorfológico geral das áreas de influência da UHE São Manoel predominam as unidades Planalto Dissecado do Sul da Amazônia e a Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, distribuídas na paisagem de modo descontínuo.

No Planalto Dissecado do Sul da Amazônia ocorrem as formas de relevo como as colinas, os morrotes e os relevos tabulares. As cotas topográficas variam de 250 a 400 m, com as maiores altitudes ocorrendo ao sul da AII. As declividades são variadas, situando-se entre 8 – 20% nos topos e de 8% a maior que 45% nas vertentes. As vertentes mais íngremes estão situadas na margem direita do rio Teles Pires, no contato com a unidade do Planalto Apicacás-Sucunduri.

A Depressão Interplanáltica é uma superfície rebaixada, plana a ondulada, com drenagem organizada segundo um padrão dendrítico, onde sobressaem algumas formas residuais convexas, observadas principalmente nas regiões de interflúvios, que aparecem coroadas por matacões e blocos de rochas graníticas. A superfície apresenta suave a média dissecção, com declividades predominantes de 0-8% e altitudes que variam de 180-250 m.

Ao norte da AII encontra-se o Planalto Apicacás-Sucunduri, identificado como serra dos Apicacás, que é um conjunto caracterizado por topos predominantemente tabulares, ondulados e alongados. As altitudes, em torno de 350-415 m, representam o nível mais antigo de aplainamento da área. Os topos estão associados com cristas e vertentes com forte controle estrutural devido às rochas do substrato, dobradas e falhadas. As declividades nos topos situam-se nas classes de 0 a 8% e de 8 a 20%. Nas áreas das cristas, as vertentes possuem declividades superiores a 45%.

As Planícies Fluviais são estreitas e descontínuas e as maiores extensões foram mapeadas ao longo do rio Teles Pires, particularmente entre o córrego da Perdição e a ilha do Macaco; em um córrego sem nome, situado na margem esquerda do rio Teles Pires, a jusante do córrego Perdição, e aquela do baixo curso do córrego Perdição. Os depósitos aluvionares que caracterizam as planícies são formados essencialmente por sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados e semiconsolidados, com níveis de cascalho associados, cascalhos, areias grossas a finas, siltes e argilas.

A região é submetida aos processos de intemperismo acentuados, condicionados pelas altas temperaturas e umidade características do clima equatorial. Predominam processos erosivos naturais de erosão laminar e em canais como atestam as vertentes frequentemente rochosas da área dos planaltos e os matacões, torres rochosas e o acúmulo de colúvios nas áreas deprimidas.

O canal do rio Teles Pires neste trecho caracteriza-se por um comportamento mais erosivo do que deposicional, como se verifica pela pequena extensão ocupada por planícies fluviais.

## 2.7 PEDOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA

### 2.7.1 Introdução

Nesse item serão abordados os estudos de solos e aptidão agrícola executados para o EIA São Manoel. Discute-se a seguir os procedimentos metodológicos, a caracterização pedológica e a aptidão agrícola das terras da AAR, AII, AID e ADA.

### 2.7.2 Procedimentos Metodológicos

Para a AAR, considerada como sendo toda a bacia do rio Teles Pires, os estudos pedológicos compreenderam o mapeamento dos solos e da aptidão agrícola das terras, nível de reconhecimento, escala 1:250.000, a partir dos levantamentos disponíveis, principalmente o Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso e Projeto Radambrasil.

Considerando a vigência do novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a legenda do Mapa de Solos foi atualizada de acordo com as normas, critérios e nomenclatura preconizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS (EMBRAPA, 2006) para os solos do Brasil.

A classificação da aptidão agrícola foi elaborada segundo a metodologia proposta por RAMALHO FILHO & BEEK (1995), a qual orienta a avaliação da aptidão agrícola das terras com base em atributos, tais como: solo, clima, vegetação, geomorfologia, entre outros.

Para os estudos pedológicos da AII, AID e ADA, foram realizadas diversas etapas de trabalho descritas a seguir. A inclusão da AII nos levantamentos de dados primários foi devido à carência de informações necessárias para a caracterização desta área na escala proposta de 1:100.000. Outro motivo do detalhamento da AII deve-se à escala das fotografias aéreas disponibilizadas para os levantamentos. Como se trata de fotos na escala 1:100.000, o mapa base com a interpretação das fotografias aéreas e que orienta os trabalhos de campo também foi elaborado nesta escala.

- **Interpretação dos trabalhos existentes, material cartográfico e fotografias aéreas**

Nesta etapa foi realizada a interpretação das fotos aéreas disponíveis e analisados os mapas topográficos, geológicos e geomorfológicos, foram identificadas as unidades de paisagem a partir da cobertura vegetal, as classes de declividade e o material de origem, essenciais ao planejamento do trabalho de campo (EMBRAPA, 1995).

Merecem destacar os seguintes levantamentos consultados, em escala regional:

- Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso e Assistência Técnica na Formulação da 2ª Aproximação - Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO (SEPLAN / BIRD, 2000);
- Projeto Radambrasil – Levantamento de Recursos Naturais, escala 1:1.000.000, Folha SC.21-Juruena (BRASIL, 1980);
- Mato Grosso Solos e Paisagens (Moreira & Vasconcelos, 2007);
- Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Teles Pires: Apêndice D - Estudos Ambientais, Volume I - Diagnóstico Ambiental, escala 1:3.000.000 (ELETROBRÁS, 2005);

- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Projeto Província Mineral de Alta Floresta, escala 1:250.000, Folhas SC.21-X-C Alta Floresta, SC.21-V-D Rio São João da Barra (CPRM, 2005).

- **Trabalho de campo**

A prospecção (mapeamento) foi executada percorrendo a AII, AID e ADA e áreas de entorno, aproveitando-se as estradas, trilhas e picadas existentes, tendo-se procedido à identificação dos solos por meio de observações dos aspectos da paisagem, tradagens, barrancos, além das trincheiras usadas nas descrições dos perfis.

Foram efetuadas descrições morfológicas de 6 perfis com coleta de 15 amostras, 5 amostras superficiais para avaliação de fertilidade (Amostras Extras-AE), plotadas nos Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola, segundo SANTOS et al. (2005), além de observações pontuais.

As amostras coletadas foram enviadas ao Setor de Laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS/EMBRAPA, localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais, tendo sido determinados: granulometria; pH em água; cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis; acidez extraível ( $H^+ + Al^{3+}$ ); fósforo disponível; teor de matéria orgânica; ataque sulfúrico-radical  $Fe_2O_3$  (EMBRAPA, 1997).

Ressalta-se que foram utilizadas descrições morfológicas e dados analíticos de alguns perfis integrantes de outro levantamento, limítrofe da AII da UHE São Manoel; estão nesta situação os Perfis 07, 08, 09 e 10. Por essa razão, apenas o Perfil 09 está indicado nos **DESENHOS 2.7-3 e 2.7-4**.

- **Trabalho de escritório**

De posse de todas as informações de campo, bem como dos resultados analíticos, foram elaborados os mapas temáticos finais (AII – escala 1:100.000, AID e ADA - escala 1:50.000) e respectivo relatório técnico.

Na classificação taxonômica, usaram-se as normas, critérios e nomenclatura preconizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS (EMBRAPA, 2006) para os solos do Brasil.

A partir do mapa pedológico realizou-se a classificação da aptidão agrícola das terras, segundo RAMALHO FILHO & BEEK (1995), que resultaram nos mapas de aptidão agrícola (AII – escala 1:100.000, AID e ADA - escala 1:50.000) e relatório técnico.

### **2.7.3 Caracterização pedológica da Área de Abrangência Regional**

Nesta caracterização serão abordadas as classes de solos e de aptidão agrícola ocorrentes na AAR.

#### **2.7.3.1 Classes de solos**

Em nível de dominância, as principais ocorrências dos solos da bacia do rio Teles Pires, mapeáveis na escala 1:250.000, são apresentadas em consonância com as unidades geomorfológicas. Para uma melhor visualização do conjunto da bacia, o Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos da AAR, constituído a partir dos mapas elaborados na escala 1:250.000, é apresentado na escala 1:800.000 (**DESENHO 2.7-1**). A legenda detalhada das classes de solos constantes desse mapa é apresentada no **Anexo 2.7-1**.

Em relação à distribuição espacial, os Cambissolos concentram-se ao sul da bacia, área de domínio das unidades geomorfológicas Chapada dos Guimarães, Província Serrana, Depressão Interplanáltica de Paranatinga e Depressão do Rio Paraguai. Cabe observar que na região de Paranatinga verifica-se uma das maiores e mais contínuas ocorrências de Cambissolos do território brasileiro nestas condições de relevo, vegetação e material de origem.

No sentido norte, ainda no Alto Teles Pires, tem-se a unidade geomorfológica Planalto Dissecado dos Parecis, subunidade Chapada dos Parecis. Como é típico dos chapadões, desta região, neles ocorrem grandes extensões de Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos. Os Neossolos Quartzarênicos são bastante comuns na porção mais ao sul do Planalto Dissecado dos Parecis, onde estão sob Cerrado e relacionados aos arenitos da Formação Utiriti. Somam-se, ainda, pequenas áreas de Organossolos.

Ainda no sentido norte da bacia, já no médio Teles Pires, ocorre a unidade denominada Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional. Nesta unidade, tem-se o domínio dos Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos. Também nesta unidade, na porção leste da bacia, ocorrem os Latossolos Vermelho-Amarelos e algumas manchas de Neossolos Litólicos. A oeste, ocorrem Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos, ambos distribuindo-se entre os Argissolos. Essa região da bacia é ainda cortada pelo Planalto Residual do Norte do Mato Grosso, subunidade Serra dos Caiabis, onde se sobressaem Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos.

Nas proximidades do município de Apicás, localizado na porção noroeste da bacia, tem-se o Planalto Dissecado Sul da Amazônia, onde foi mapeada a única ocorrência de Nitossolos como classe predominante da associação.

A parte da bacia pertencente ao Estado do Pará é dominada pela unidade Planalto Residual do Norte do Mato Grosso e pela subunidade Chapada do Cachimbo. Nestas unidades estão concentrados os Neossolos Quartzarênicos, em suas várias associações, sendo também comuns os Neossolos Litólicos e algumas manchas de Latossolos Vermelho-Amarelos.

Na porção do extremo norte da bacia (baixo curso do rio Teles) continua o domínio do Planalto Residual do Norte do Mato Grosso. Esta área é recoberta pelos Latossolos Vermelho-Amarelos, observando-se a única ocorrência de Neossolos Flúvicos mapeável, na escala 1:250.000. Invariavelmente, os Neossolos Flúvicos ocorrem nas diversas planícies de inundação de rios e córregos, dispersas por toda a bacia; entretanto, quase sempre como componentes subdominantes em planícies muitas vezes não cartografáveis em escalas pequenas.

Os Gleissolos, por se tratarem de solos hidromórficos, têm ocorrência preferencial em locais freqüentemente alagados, como é o caso das planícies de inundação dos rios, principalmente do rio Teles Pires.

Por fim, os Afloramentos de Rochas (tipo de terreno) encontram-se distribuídos por praticamente toda a área da bacia, sendo mais comuns em áreas acidentadas. São componentes subdominantes em várias unidades de mapeamento e ocorrem associados a vários solos, principalmente os Neossolos Litólicos.

### 2.7.3.2 Aptidão agrícola das terras

No **DESENHO 2.7-2** é apresentado o Mapa de Aptidão Agrícola da AAR. À semelhança do mapa de solos, foi elaborado na escala 1:250.000 e está sendo apresentado na escala 1:800.000.

As terras com aptidão agrícola boa para lavoura nos diversos níveis de manejo considerados (1aBc, 1(a)BC, 1(a)bC, 1bC) são aquelas oriundas das classes dos Argissolos (Vermelhos e Vermelho-Amarelos) e Nitossolos Vermelhos. Essas terras são encontradas, principalmente, no médio Teles Pires. Ressalta-se que a classe 1bC é bastante comum nas associações entre Latossolos (Vermelhos e Vermelho-Amarelos) e Argissolos Vermelho-Amarelos e ocorrem, sobremaneira, nas grandes extensões dos chapadões da região.

Classes de aptidão regular para lavoura nos diversos níveis de manejo considerados (2(a)bc, 2(a)b(c), 2bc, 2(b)c, 2b(c)) ocorrem ao longo de toda a bacia em consonância com a maioria dos Latossolos Vermelhos e algumas associações de Argissolos (Vermelhos e Vermelho-Amarelos), Gleissolos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos (Flúvicos e Quartzarênicos), Nitossolos Vermelhos, Organossolos e Plintossolos. A classe regular é também bastante comum na região de Paranatinga, área de domínio dos Cambissolos.

Na porção da bacia localizada no Estado do Pará, onde estão concentrados os Neossolos Quartzarênicos em suas várias associações, predominam as classes de aptidão regular e restrita, ora para pastagem plantada, ora para silvicultura e pastagem natural.

As terras sem aptidão agrícola estão quase sempre associadas aos Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rochas devido à constituição e localização dos mesmos. Em geral, também estão distribuídas por toda a bacia do rio Teles Pires.

#### **2.7.4 Caracterização pedológica da Área de Influência Indireta**

Nesta caracterização serão abordadas as classes de solos e de aptidão agrícola ocorrentes na AII.

##### **2.7.4.1 Classes de solos**

A descrição das classes de solos ocorrentes na AII da UHE São Manoel será embasada pela discussão dos seguintes critérios, características e atributos:

- Critérios para o estabelecimento das classes;
- Características predominantes das classes de solos;
- Atributos diagnósticos, horizontes diagnósticos superficiais e características morfológicas;
- Critérios para o estabelecimento das fases; e
- Relação das classes de solos e respectivas fases.

##### **• Critérios para o estabelecimento das classes**

Na classificação dos solos utilizaram-se, como princípio, as especificações que estão sendo desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS/EMBRAPA, conforme citado anteriormente. Em qualquer das categorias taxonômicas (ou níveis categóricos) procurou-se sempre seguir os conceitos, definições e normas daquele centro.

Nas classes de nível de generalização mais elevado (1º e 2º Níveis) os solos ocorrentes na área foram agrupados do seguinte modo:

- Solos com horizonte “B” textural
    - Argissolos Vermelho-Amarelos
  - Solos com horizonte “B” latossólico
    - Latossolos Vermelhos
    - Latossolos Vermelho-Amarelos
  - Solos com horizonte “B” incipiente
    - Cambissolos Háplicos
  - Solos com horizonte plântico
    - Plintossolos Háplicos
  - Solos hidromórficos
    - Gleissolos Háplicos
  - Solos pouco desenvolvidos e sem horizonte B diagnóstico
    - Neossolos Litólicos
    - Neossolos Quartzarênicos
- **Características predominantes das classes de solos**

- Solos com horizonte “B” textural

É um horizonte mineral que se caracteriza por significativo aumento da fração argila em relação aos horizontes A ou E suprajacente. Uma de suas feições indicadoras é a presença de películas de material coloidal ou indumento lustroso (brilho graxo) na superfície das unidades estruturais ou dos poros, revestimentos esses denominados genericamente de cerosidade. Outra feição comum desse tipo de horizonte diagnóstico, quando tem textura argilosa, é a estrutura, geralmente em blocos ou mesmo prismática composta de blocos.

- Solos com horizonte “B” latossólico

Os solos com Horizonte B latossólico são bem arejados e friáveis, com ótimas propriedades físicas e predominância de cores vermelhas e amarelas. De um modo geral, apresentam as seguintes características:

- Perfis profundos ou muito profundos com transição difusa e gradual entre os horizontes, tendo o horizonte B espessura mínima de 50cm e normalmente superior a 1,00m.
- Textura franco arenosa ou mais fina e teores baixos de silte, sendo a relação silte/argila, na maioria dos subhorizontes B, inferior a 0,7 nos solos de textura média e 0,6 nos solos de textura argilosa.
- Estrutura é geralmente de aspecto maciço poroso “in situ” que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular. Estrutura em blocos subangulares de desenvolvimento fraco e raramente moderado são menos contraditórias.
- Baixa capacidade de troca de cátions (< 17cmol<sub>c</sub>/kg de argila).

- Virtual inexistência de minerais primários facilmente intemperizáveis, determinados na fração areia (< 4%) e de resquícios da rocha máter e saprólito.

- Solos com horizonte “B” incipiente

É um horizonte mineral, cujo material sofreu intemperismo relativamente pouco intenso, porém suficiente para causar decomposição parcial com o conseqüente desenvolvimento de cor e/ou produção de argila e/ou desenvolvimento de estrutura. Verifica-se, pois, expressão, seja de cromas mais forte, seja matiz mais vermelho do que o horizonte subjacente, textura franco arenosa ou mais fina, estrutura granular em blocos ou prismática.

Quando esse horizonte se apresenta morfológicamente semelhante, mal distinto do B latossólico, a diferença se comprova pelo não-atendimento de qualquer dos requisitos característicos de B latossólico, conforme exposto no item anterior.

- Solos com horizonte plíntico

É um horizonte mineral de espessura igual ou maior que 15cm, caracterizado pela presença de considerável volume de plintita, perfazendo 15% ou mais do material constitutivo. As feições exibidas por esse horizonte são marcadas pelas propriedades externadas pela plintita, que é seu atributo peculiar. A textura é franco arenosa ou mais fina.

- Solos hidromórficos

Compreende o grupo de solos que, sob influência do lençol freático, encontram-se saturados com água durante algum período do ano ou o ano todo, a menos que artificialmente drenados.

Apresentam horizonte glei que, ocorrendo sub-superficialmente ou eventualmente à superfície, tem espessura mínima de 15cm e caracteriza-se pela redução do ferro e prevalência do estado reduzido, como evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte. Por exposição do material ao ar, suas cores tornam-se, porém, mais brunadas ou amareladas.

- Solos pouco desenvolvidos

Este grupamento é constituído por solos que apresentam como principal característica o pequeno desenvolvimento do perfil. Enquadram-se os solos com seqüência de horizontes AC e AR, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

- **Atributos diagnósticos, horizontes diagnósticos superficiais e características morfológicas**

- Saturação por bases

Propriedade traduzida pelo estado do solo quanto à saturação por bases. Refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions (CTC) determinada a pH 7,0. A expressão alta saturação se aplica a solos com saturação por bases igual ou superior a 50% (Eutrófico) e baixa saturação para valores inferiores a 50% (Distrófico).

- Tipo de Horizonte A

Horizonte A moderado: É um horizonte superficial que apresenta teores de matéria orgânica variáveis, características de cor, estrutura e/ou espessura insuficientes para ser considerado

chernozêmico, proeminente e húmico. Geralmente é de cor cinzenta, ou, quando mais escuro, é pouco espesso e não tem estrutura suficientemente desenvolvida.

- Classes texturais

- Textura argilosa: compreende as composições granulométricas com teor de argila entre 35-59%.
- Textura média: compreende as composições granulométricas com teor de argila entre 34-15% e teor de areia superior a 15%.
- Textura arenosa: compreende as composições granulométricas com 15% de argila ou menos.

• **Critérios para o estabelecimento das fases**

Foram usadas as fases de vegetação, relevo e rochosidade em acréscimo às classes de solos, como fatores indicativos do seu potencial agrícola.

- Vegetação

Sabendo-se que a vegetação natural reflete as condições edafoclimáticas, é por meio dela ou dos seus remanescentes que se obtêm informações relacionadas com o clima, principalmente sobre os períodos seco e úmido e regime de temperatura. As condições de fertilidade dos solos também podem ser indiretamente inferidas pela vegetação. A área de estudo insere-se nas formações Floresta Equatorial Subperenifólia, Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea e Transição Cerrado/Floresta Equatorial Subperenifólia.

- Relevo

As fases de relevo são utilizadas com o objetivo principal de fornecer informações sobre a susceptibilidade à erosão e as possibilidades de motomecanização. As várias fases de relevo ocorrentes na área estão de acordo com as classes definidas e normalizadas para os levantamentos de solos do CNPS/EMBRAPA.

- Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos. Declividades menores que 3%;
- Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives suaves, de 3 a 8%;
- Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives acentuados, entre 8 e 20%; e
- Forte ondulado: superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de 100 a 200m de altitude relativa) com declives fortes, entre 20 e 45%.

- Rochosidade

Refere-se à proporção relativa de exposições de rochas no embasamento, quer sejam afloramentos de rochas, quer camadas delgadas de solos sobre rochas ou ocorrência significativa de matacões com mais de 100cm de diâmetro (boulders).

- Rochosa: os afloramentos são suficientes para tornar impraticável a mecanização, com exceção de máquinas leves. Solos dessa classe de rochoso podem ser utilizados como áreas de preservação da flora e da fauna. Os afloramentos rochosos, matações e/ou manchas de camadas delgadas de solos sobre rochas se distanciam 3 a 10m e cobrem de 25 a 50% da superfície do terreno.

Com base nos critérios, atributos e características discutidos acima, apresenta-se a seguir a relação e a descrição das classes de solos ocorrentes na AII da UHE São Manoel.

- **Relação das classes de solos e respectivas fases**

- ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS
  - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos A moderado textura argilosa/média fase Floresta Equatorial Subperenifólia (PVAd)
  - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos A moderado textura argilosa/média fases Floresta Equatorial Subperenifólia e rochosa (1º componente PVAd2)
- LATOSSOLOS VERMELHOS
  - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos petroplínticos A moderado textura argilosa fase Transição Cerrado/ Floresta Equatorial Subperenifólia (2º componente RLe)
- LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS
  - LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distóficos petroplínticos A moderado textura média fase Floresta Equatorial Subperenifólia (2º componente PVAd4)
- CAMBISSOLOS HÁPLICOS
  - CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos A moderado textura média fase Floresta Equatorial Subperenifólia (3º componente PVAd4)
- PLINTOSSOLOS HÁPLICOS
  - PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos A moderado textura argilosa fase Floresta Equatorial Subperenifólia (FXd)
- GLEISSOLOS HÁPLICOS
  - GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos textura argilosa fase Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea (2º componente PVAd1 e FXd)
- NEOSSOLOS LITÓLICOS
  - NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos A moderado textura argilosa fase Floresta Equatorial Subperenifólia (RLe)
  - NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos A moderado textura média/argilosa fase Floresta Equatorial Subperenifólia (2º componente PVAd2 e PVAd3)
- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS
  - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos A moderado fase Transição Cerrado/Floresta Equatorial Subperenifólia (3º componente RLe)
- AFLORAMENTOS DE ROCHAS (tipo de terreno) (3º componente PVAd2, PVAd3 e FXd)

## Descrição das classes de solos

Anteriormente, foram expressos os critérios que permitiram a inclusão dos solos encontrados na área nas classes taxonômicas consideradas de nível mais elevado de generalização, ou seja, nos agrupamentos mais amplos. A referência à terminologia usada sugere “a priori” o caráter abrangente das classes consideradas, englobando todos os solos (ou subclasses de solos) que têm em comum os conjuntos de características enunciadas para os agrupamentos. Em seguida, são expostas as características morfológicas, atributos e horizontes diagnósticos, utilizados na subdivisão das classes.

Os aspectos peculiares dos solos da região, enquadrados dentro da mesma subclasse, são ilustrados pelas descrições e dados analíticos dos perfis e amostras extras representativos (**Anexo 2.7-2**), apresentados no Mapa de Solos da AII, constante do **DESENHO 2.7-3**.

### - ARGISSOLOS

Solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e apresentando, ainda, os seguintes requisitos:

- a) horizonte plúntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural;
- b) horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

### → ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos

Solos com matiz 5 YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5 YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Apresentam saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ), na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Na área estudada (**Foto 2.7-1**) apresentam textura argilosa/média, horizonte A moderado e saturação com alumínio variando de muito alta a média. Ocorrem em relevo ondulado e sob vegetação de Floresta Equatorial Subperenifólia. A morfologia e as propriedades físicas e químicas são ilustradas pela descrição e dados analíticos do Perfil 04 e amostras extras 03, 04 e 05. Com relação à fertilidade, apresentam elevada acidez, hidrogênio e alumínio trocáveis variando de alto a médio, cálcio e magnésio baixos, potássio baixo/médio e fósforo assimilável baixo. São os solos predominantes em toda a AII.



**Foto 2.7-1 – Perfil de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS  
Distróficos típicos representativo da unidade PVAd**

- LATOSSOLOS

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.

→ LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos petroplínticos

Solos com matiz 2,5 YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Apresentam boa drenagem interna, condicionada por elevada porosidade e homogeneidade de características ao longo do perfil e, em razão disto, elevada permeabilidade. Este fato os coloca como solos de razoável resistência à erosão de superfície (laminar e sulcos).

A saturação por bases é baixa ( $V < 50\%$ ), na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). São solos que apresentam caráter concrecionário e/ou litoplúntico, dentro de 200cm da superfície do solo.

Representado pelo Perfil 03 (**Foto 2.7-2**), são solos de textura argilosa, relevo forte ondulado e de boa drenagem. Apresenta acidez mediana, sendo a saturação com alumínio muito alta e teores médio a alto de hidrogênio e alumínio trocáveis. O teor de potássio é médio, fósforo assimilável baixo e teores de cálcio e magnésio trocáveis também baixos. Ocorrem no extremo norte da área, em associação com os Neossolos Litólicos.



**Foto 2.7-2 - Perfil de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos petroplúnticos (2º componente da unidade RLe)**

→ LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos petroplúnticos

Solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas. São profundos e bastante intemperizados.

A saturação por bases é baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). São solos que apresentam caráter concrecionário e/ou litoplúntico, dentro de 200cm da superfície do solo.

Na área em questão (Perfil 07 e amostra extra 02), apresentam textura média, média a elevada acidez, teores de matéria orgânica, cálcio trocável e potássio de médio a baixo, magnésio trocável baixo. A saturação com alumínio também varia de baixa a muito alta. Ocorrem em associação com os Argissolos Vermelho-Amarelos e estão distribuídos em ambas as margens do rio Teles Pires.

## - CAMBISSOLOS

Solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, seguido de horizonte B incipiente e satisfazendo os seguintes requisitos:

- a) B incipiente não coincidente com horizonte glei dentro de 50 cm da superfície do solo;
- b) B incipiente não coincidente com horizonte plúntico;
- c) B incipiente não coincidente com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície do solo;
- d) não apresenta a conjugação de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

→ CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos

Solos com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Na área de trabalho são solos de textura média. Ocorrem em relevo ondulado, têm drenagem moderada e apresentam grau de erosão não aparente. Os dados analíticos do Perfil 05 (**Foto 2.7-3**) ilustram esta classe. São solos com acidez elevada e teores médios a baixos de alumínio e hidrogênio trocáveis. Potássio, fósforo assimilável, cálcio e magnésio trocáveis são baixos. Tem-se, em resumo, uma acentuada deficiência de fertilidade. Também ocorrem associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos e têm a mesma distribuição dos Latossolos Vermelho-Amarelos.



**Foto 2.7-3 – Floresta Equatorial Subperenifólia sobre Cambissolos Háplicos nas proximidades do Perfil 05 (3º componente da unidade PVAd4).**

- GLEISSOLOS

Solos constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 150cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte H (hístico) com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, satisfazendo ainda os seguintes requisitos:

- a) ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei;
- b) ausência de horizonte vértico, plíntico, ou B textural com mudança textural abrupta, coincidente com o horizonte glei;
- c) ausência de horizonte plíntico dentro de 200cm a partir da superfície do solo.

→ GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos

Solos com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100cm a partir da superfície do solo.

Na área são solos de textura argilosa. Ocorrem em relevo plano, são mal drenados e apresentam grau de erosão não aparente. Os dados analíticos do Perfil 08 ilustram esta classe. São solos com acidez elevada e teores baixos de cálcio e magnésio trocáveis, fósforo assimilável, potássio e matéria orgânica. A saturação com alumínio é muito alta e o teor de ferro extraível pelo ataque sulfúrico é baixo (hipoférico). Na área, ocorrem ao longo do rio Teles Pires.

#### - NEOSSOLOS

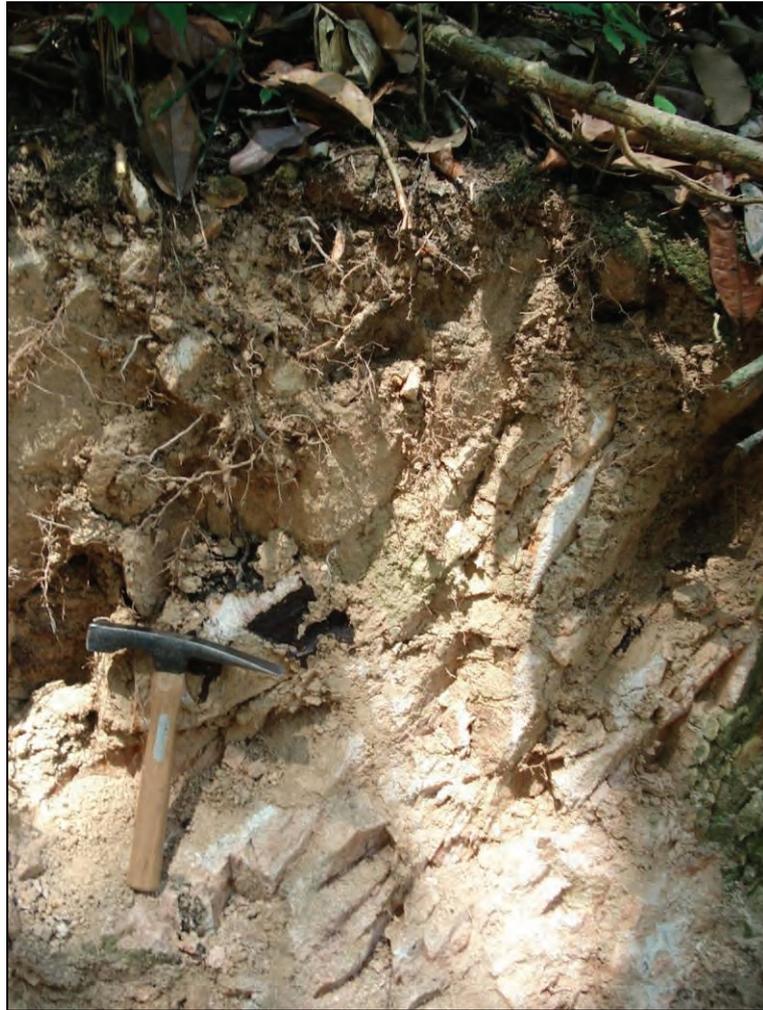
Solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

- a) ausência de horizonte glei abaixo do A dentro de 150cm de profundidade, exceto no caso de solos de textura areia ou areia franca virtualmente sem materiais primários intemperizáveis;
- b) ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;
- c) ausência de horizonte plúntico dentro de 40cm, ou dentro de 150cm da superfície se imediatamente abaixo de horizonte A, ou E, ou precedido de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante;
- d) ausência de horizonte A chernozêmico com caráter carbonático, ou conjugado com horizonte C cálcico ou com caráter carbonático.

#### → NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos

Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Apresentam baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ).

Nesse trabalho, os dados analíticos dos Perfis 01 e 06 ilustram esta classe (**Foto 2.7-4**). São solos de textura média/argilosa, ocorrendo em relevo forte ondulado/ondulado e bem drenados. Apresentam elevada acidez, com alumínio e hidrogênio trocáveis entre alto a médio. Os teores de cálcio, magnésio trocáveis são baixos, bem como o teor de fósforo assimilável. O potássio é médio. O teor de matéria orgânica situa-se entre médio e baixo. Não há uma localização relevante para a ocorrência desses solos, encontram-se distribuídos por quase toda a área.



**Foto 2.7-4 – Perfil de NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos (2º componente das unidades PVAd2, PVAd3 e FXd)**

→ NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos

São solos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ) representados pelo Perfil 02. Apresentam acidez média, baixa saturação com alumínio e teores médios de cálcio e magnésio trocáveis. O fósforo assimilável e o potássio são também médios, enquanto a matéria orgânica é baixa. Assim como os Latossolos Vermelhos, ocorrem no extremo norte da área.

→ NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos

Solos com seqüência de horizontes A-C, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

Os dados analíticos do Perfil 10 representam esta classe e expressa acidez elevada e muito alta saturação com alumínio. Os teores de cálcio e magnésio trocáveis, fósforo assimilável, matéria orgânica e potássio são baixos. As ocorrências mais expressivas situam-se nas porções nordeste e noroeste da AII.

#### - PLINTOSSOLOS

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plântico ou litoplântico ou concrecionário, em uma das seguintes condições:

a) Iniciando dentro de 40cm da superfície; ou

b) iniciando dentro de 200cm da superfície quando precedidos de horizonte glei, ou imediatamente abaixo do horizonte A, ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

#### → PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos

Solos com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte do horizonte B ou C. Geralmente ocorrem em locais planos e baixos, onde há oscilação do lençol freático.

São solos imperfeitamente ou mal drenados, tendo horizonte plântico de coloração variegada com cores acinzentadas alternadas com cores avermelhadas e intermediárias entre estas. Este horizonte submetido a ciclos de umedecimento e secagem e após rebaixamento drástico e prolongado do lençol freático desidrata-se irreversivelmente e torna-se extremamente duro quando seco.

O Perfil 09 e a amostra extra 01 representam essa classe. Ocorrem sob vegetação de Floresta Equatorial Subperenifólia. A acidez varia de média a elevada e a saturação com alumínio é muito alta. Os teores de cálcio e magnésio trocáveis e fósforo assimilável são baixos. O potássio é médio, assim como o teor de ferro extraível pelo ataque sulfúrico (mesoférico). Por suas características, a ocorrência desses solos na área restringe-se às planícies fluviais, principalmente em algumas ilhas e nas adjacências do rio Teles Pires.

#### - AFLORAMENTOS DE ROCHAS

Trata-se de unidades onde rochas encontram-se expostas na superfície do terreno, tanto em forma descontínua (matacões e/ou boulders) como em forma contínua (lajeado). São componentes subdominantes em várias unidades de mapeamento e ocorrem associados a vários solos, principalmente Neossolos Litólicos. Localizam-se distribuídos por toda a área.

O **Quadro 2.7-1** apresenta a legenda das classes de solos ocorrentes na AII da UHE São Manoel adotada no Mapa de Solos da AII, escala 1:100.000, constante do **DESENHO 2.7-3**.

**Quadro 2.7-1 – Legenda cartográfica das classes de solos ocorrentes na AII da UHE São Manoel.**

Simbologia	Classes de solos
PVAd1	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média fase Floresta Equatorial Subperenifólia relevo ondulado + GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos textura argilosa fase Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea ambos A moderado
PVAd2	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média fases Floresta Equatorial Subperenifólia e rochosa relevo ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos textura média/argilosa fase Floresta Equatorial Subperenifólia relevo ondulado/forte ondulado ambos A moderado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS
PVAd3	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média relevo ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos textura média/argilosa relevo ondulado/forte ondulado ambos A moderado fase Floresta Equatorial Subperenifólia + AFLORAMENTOS DE ROCHAS
PVAd4	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos textura argilosa/média + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos petroplínticos textura média + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos textura média ambos A moderado fase Floresta Equatorial Subperenifólia relevo ondulado
RLe	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos textura argilosa fase Floresta Equatorial Subperenifólia relevo ondulado + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos petroplínticos textura argilosa fase Transição Cerrado/Floresta Equatorial Subperenifólia relevo forte ondulado textura argilosa + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos fase Transição Cerrado/Floresta Equatorial Subperenifólia relevo suave ondulado ambos A moderado
FXd	PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos fase Floresta Equatorial Subperenifólia + GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos fase Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea ambos A moderado textura argilosa relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHAS
AR	AFLORAMENTOS DE ROCHAS

Ressalta-se que nas áreas de PVAd4 também ocorrem alguns afloramentos de rochas, porém, por aparecerem em proporção menor que nas unidades PVAd2 e PVAd3, não foram incluídos na legenda cartográfica apresentada no **Quadro 2.7-1**.

#### 2.7.4.2 Aptidão agrícola das terras

A interpretação de levantamentos de solos é uma tarefa de mais alta relevância para utilização racional desse recurso natural na agricultura e em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades.

Como a classificação da aptidão agrícola do solo é um processo interpretativo, seu caráter é efêmero, podendo sofrer variações com a evolução tecnológica. Entretanto, os levantamentos de solos, baseados em classificações naturais, são de caráter bem mais duradouro, servindo de base a novas interpretações fundamentadas nos resultados mais atuais da pesquisa.

Os critérios, normas, terminologia e simbologia adotados são os preconizados por RAMALHO FILHO & BEEK (1995), a qual orienta a avaliação da aptidão agrícola das terras com base nos vários atributos das terras: solo, clima, vegetação, geomorfologia etc.

O resumo do sistema de avaliação das terras agora apresentado é de índole bem sintética e restrito aos aspectos considerados mais importantes para o usuário deste relatório. Os interessados em maior informação poderão obtê-la na publicação citada.

- **Níveis de manejo considerados**

Para o diagnóstico do comportamento das terras em diferentes níveis tecnológico são considerados três níveis de manejo: baixo nível tecnológico, nível tecnológico médio e alto nível tecnológico. A indicação desses níveis de manejo é feita por meio das letras A, B e C, as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, conforme as classes de aptidão que apresentam as terras em cada um dos níveis adotados.

→ Nível de manejo A (baixo nível tecnológico, primitivo)

Pouca aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas são fundamentadas em trabalho braçal, tração animal e implementos agrícolas simples.

→ Nível de manejo B (nível tecnológico médio, pouco desenvolvido)

Baseia-se em modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas neste nível de manejo incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples e mecanização com base na tração animal, ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.

→ Nível de manejo C (alto nível tecnológico, desenvolvido)

Pressupõe intensa aplicação de capital e de resultados de pesquisa, com a motomecanização presente nas diversas fases das operações agrícolas.

Os níveis B e C envolvem melhoramentos tecnológicos em diferentes modalidades, no entanto, na avaliação da aptidão agrícola das terras não é levada em conta a irrigação.

Na pastagem plantada está prevista uma aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, correspondendo ao nível de manejo B. Os cuidados indicados para este uso são os seguintes: manejo adequado, evitando o excesso de crescimento dos pastos; construção de açudes para armazenar água próximo dos pastos para a época das secas; utilização de silagens, fenação ou capineiras para fornecer alimento aos animais no período crítico da seca.

Na silvicultura também está prevista a aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, correspondendo ao nível de manejo B. É indicada para solos com boa profundidade e que não podem ser utilizados com lavouras devido a problemas de fertilidade, relevo e susceptibilidade à erosão.

Em pastagem natural não há aplicação de melhoramentos tecnológicos. Corresponde ao nível de manejo A. Este tipo de utilização é indicado para terras que apresentam uma ou mais das seguintes características: relevo com declives muito fortes; alta susceptibilidade à erosão; terrenos encharcados (solos hidromórficos); presença de pedregosidade e rochiosidade. Estas características limitam o uso da terra.

A classificação para o nível de manejo A é feita de acordo com as condições naturais da terra. Neste caso, as classes de aptidão agrícola são resultantes dos graus de limitações atribuídos a cada uma das unidades das terras consideradas.

- **Avaliação das classes de aptidão agrícola das terras**

As classes de aptidão definidas pelo sistema de avaliação refletem as informações para determinado tipo de utilização das terras, nas condições de manejo apreciado. São definidas em termos de graus, referentes aos fatores limitantes mais significativos. Esses fatores, que podem ser considerados subclasses, definem as condições agrícolas das terras. Os tipos de utilização em pauta são: lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural. Os fatores limitativos considerados no método de avaliação são: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água (deficiência de oxigênio), susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

As classes de aptidão agrícola foram definidas em: boa, regular, restrita e inapta. Em terras com aptidão boa, as poucas restrições nem reduzem significativamente a produtividade, nem aumentam a relação custo/benefício e a utilização de insumos acima de um nível aceitável.

Nas terras com aptidão regular, as limitações reduzem a produtividade ou os benefícios e eleva a necessidade do uso das terras. As terras da classe de aptidão restrita apresentam limitações que reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam a necessidade do uso de insumos de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Nas terras consideradas inaptas, as condições desfavoráveis excluem a possibilidade de produção sustentada. Ao contrário das demais, essa classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras do tipo de utilização considerado.

A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras é realizada por meio da comparação entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados no quadro quia (**Quadro 2.7-2**), elaborado para atender regiões de clima tropical úmido. O quadro guia de avaliação da aptidão agrícola, também conhecido como tabela de conversão, constitui uma orientação geral para a classificação da aptidão agrícola das terras em função de seus graus de limitação, relacionados com os níveis de manejo A, B e C.

**Quadro 2.7-2 – Quadro guia de avaliação da aptidão agrícola das terras (região tropical úmida)**

Aptidão agrícola		Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C																		Tipo de utilização indicado
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Susceptibilidade à Erosão			Impedimentos à Mecanização					
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1	1ABC	Boa	N/L	N/L	N2	L/M	L/M	L	L <sub>1</sub>	N/L <sub>1</sub>	L/M	N/L <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N/L <sub>1</sub>	M	L	N			
			L/M	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	M	M	M	L/M <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	M	L/M <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> /L <sub>2</sub>	M/F	M	L				
			M/F	M <sub>1</sub>	L <sub>2</sub> /M <sub>2</sub>	M/F	M/F	M/F	M <sub>1</sub>	L <sub>2</sub> /M <sub>2</sub>	F*	M <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	F	M/F	M				
4	4P	Boa	M <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	M	M	M	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M				
			M <sub>1</sub> /F <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> /F <sub>1</sub>	M/F	M	M	M	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	M	M	M	M	M	M	M			
			F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	F	F	F	F	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	M	M	M	M	M	M	M			
5	5S	Boa	M/F <sub>1</sub>	M/F <sub>1</sub>	M	M	M	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	M	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	M	M	M	M				
			F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	M/F	M	M	M	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	M	M	M	M	M	M	M			
			MF	MF	F	F	F	F	L/M <sub>1</sub>	L/M <sub>1</sub>	F	F	F	F	F	F	F			
6	6	Sem aptidão agrícola	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F			
			F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F			
			MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF		

NOTAS: - Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras.

- Terras sem aptidão para lavoura em geral, devido ao excesso de água podem ser indicadas para arroz de inundação.

\* No caso de grau forte por susceptibilidade à erosão, o grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro para a classe restrita – 3(a).

- A ausência de algarismos sublinhados acompanhando a letra representativa do grau de limitação, indica não haver possibilidade de melhoramento naquele nível de manejo.

GRAU DE LIMITAÇÃO: N – Nulo; L – Ligeiro; M – Moderado; F – Forte; MF – Muito Forte; - Intermediário.

- **Simbologia das classes de aptidão**

Os algarismos de 1 a 5 representam os grupos de aptidão agrícola para: lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural. As terras que não se prestam para nenhum desses usos constituem o grupo 6, indicadas para a preservação da flora e/ou recreação.

Esses mesmos algarismos permitem uma visão em mapa das ocorrências das melhores classes de aptidão dentro do subgrupo. Portanto, identificam o tipo de utilização mais intensivo permitido pelas terras.

As letras A, B e C, que acompanham os algarismos referentes aos três primeiros grupos, expressam a aptidão das terras para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo considerado. Conforme as classes de aptidão (boa, regular ou restrita), estas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses. Para os grupos 4 e 5, que se referem aos tipos de utilização menos intensivos, a indicação é feita de modo similar utilizando-se as letras P, S, N e V.

O resumo da simbologia é apresentado no **Quadro 2.7-3**.

**Quadro 2.7-3 – Simbologia das Classes de Aptidão.**

GRUPO DE APTIDÃO	NÍVEL DE MANEJO*			TIPO DE UTILIZAÇÃO INDICADO
	A	B	C	
1 BOA	1A	1B	1C	LAVOURA
2 REGULAR	2a	2b	2c	
3 RESTRITA	3 (a)	3 (b)	3 (c)	
BOA	-	4P	-	PASTAGEM PLANTADA
4 REGULAR	-	4p	-	
RESTRITA	-	4 (p)	-	
BOA	-	5S	-	SILVICULTURA
5 REGULAR	-	5s	-	
RESTRITA	-	5 (s)	-	
BOA	5N	-	-	PASTAGEM NATURAL
5 REGULAR	5n	-	-	
RESTRITA	5 (n)	-	-	
6 SEM APTIDÃO PARA USO AGRÍCOLA				PRESERVAÇÃO DA FLORA E/OU RECREAÇÃO

\* No caso de Pastagem Plantada e Silvicultura está sempre prevista uma aplicação, embora moderada, de fertilizantes, corretivos e defensivos, correspondente ao nível de manejo B. Para a pastagem Natural está implícito que se faz sem qualquer melhoramento tecnológico, o que corresponde ao nível de Manejo <sup>a</sup>

- **Aptidão agrícola das terras**

A avaliação da aptidão agrícola das terras foi realizada por meio de estudo comparativo com o Quadro-guia. As classificações resultantes, resumidas no Quadro 2.7-4 e que constituem a legenda do Mapa de Aptidão Agrícola da AII (**DESENHO 2.7-4**), são discriminadas a seguir:

- 2(a)bc – Terras com aptidão REGULAR para lavoura nos níveis de manejo B e C e RESTRITA no nível A
- 2b - Terras com aptidão REGULAR para lavoura no nível de manejo B e INAPTA nos níveis A e C
- 4(p) – Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada
- 6 – Terras sem aptidão agrícola (área de preservação)

**Quadro 2.7-4 – Relação entre as unidades do mapa de solos e as classes de aptidão agrícola resultantes.**

Unidade do mapa de solos	Classe de aptidão agrícola
PVAd1	2(a)bc
PVAd2	6
PVAd3	6
PVAd4	4(p)
RLe	6
FXd	2b
AR	6

As melhores terras, enquadradas no grupo de aptidão 2, localizam-se nas planícies fluviais. A classe restrita para pastagem plantada – 4(p) – distribui-se em ambas as margens do rio Teles Pires. O restante da área enquadra-se na classe 6, sem aptidão para uso agrícola.

### 2.7.4.3 Erodibilidade dos solos

Predominam na área da AII os Argissolos Vermelho-Amarelos, considerados de média vulnerabilidade à erosão. Pode-se afirmar que a presença do horizonte B textural é um fator negativo, particularmente no caso de erosão do tipo superficial e nem tanto para a erosão em profundidade. Entretanto, outras características têm também grande importância no processo erosivo, como diferenças com relação à classe textural, ao gradiente textural, ao tipo de estrutura, à permeabilidade, que influenciarão na maior ou menor erodibilidade.

Na área também ocorrem Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos e Cambissolos. Destes solos, os mais susceptíveis são os Neossolos Litólicos, devido basicamente à ocorrência do substrato rochoso a pequena profundidade, fato agravado pela sua ocorrência preferencialmente em locais declivosos.

Solos classificados como Neossolos Quartzarênicos apresentam erodibilidade variável em razão da textura arenosa. Em profundidade, são particularmente susceptíveis; superficialmente, são solos menos vulneráveis à erosão devido a elevada permeabilidade.

Os Plintossolos, por ocorrerem em áreas de recepção, estão sujeitos a um regime especial de sedimentação/remoção, que está diretamente ligado à dinâmica hídrica regional. Porém, a ocorrência de horizonte plântico de baixa permeabilidade é responsável por elevada erodibilidade.

Os Cambissolos têm também erodibilidade bastante variável em razão da diversidade de suas características de textura, profundidade e permeabilidade. De maneira genérica, os rasos têm muito alta erodibilidade e os de maior profundidade menor erodibilidade.

Tem-se também a presença dos Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, considerados de baixa susceptibilidade. Com relação à erosão superficial, estes solos possuem relativamente boa resistência ao processo em condições naturais ou de bom manejo e quanto à erosão em profundidade, são muito susceptíveis, cabendo destaque para os de textura média. A maioria desses solos desenvolveu-se sobre as rochas graníticas (Suíte Colider, Granito Teles Pires) e encontra-se distribuída sobre o relevo com maiores declividades do Planalto Dissecado do Sul da Amazônia, o que contribui para um maior escoamento superficial e que, por sua vez, auxilia a remoção de camadas superficiais do solo. Isso ocorre em diversos trechos das vertentes, que são rochosas.

#### 2.7.4.4 Áreas degradadas

Nos estudos realizados para o EIA São Manoel não foram constatadas áreas degradadas por processos, mesmo nas áreas desmatadas e/ou ocupadas por pastagens. Pontualmente, alguns trechos das estradas apresentam focos erosivos ocasionados por falhas na construção ou na manutenção das mesmas.

Na AII foram observadas somente áreas degradadas por garimpos ativos e inativos, em trechos da rede de drenagem do córrego Perdição e de um afluente sem nome que deságua próximo a ele.

Conforme destacado nos estudos geomorfológicos, uma lagoa na planície fluvial do rio Teles Pires tem origem antrópica, devido ao barramento de uma drenagem derivada da atividade garimpeira.

#### 2.7.5 Caracterização Pedológica das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada

##### 2.7.5.1 Classes de solos

Uma vez que para a AII foram descritas todas as etapas consideradas importantes em um levantamento de solos, no tocante à AID e ADA será apresentada uma descrição sucinta das classes de solos ocorrentes nestas áreas, salientando os aspectos mais relevantes. Porém, merece ressaltar que, para as classes de solos presentes nas áreas em questão, são válidas todas as características físicas, químicas e morfológicas expostas no item 2.7.4.1 (Classes de solos).

- ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos

Solos com cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas. Apresentam saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ), na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). São solos de textura argilosa/média. Ocorrem em relevo ondulado e sob vegetação de Floresta Equatorial Subperenifólia. Com relação à fertilidade, são solos distróficos com elevada acidez, hidrogênio e alumínio trocáveis variando de alto a médio, cálcio e magnésio baixos, potássio baixo/médio e fósforo assimilável baixo (**Foto 2.7-5**).

Verificou-se a presença de fase rochosa, particularmente nos solos derivados de rochas graníticas (Suíte Colíder). O principal tipo de uso sobre os mesmos é a pastagem plantada. Originam-se da intemperização de material litológico diverso, relativo a unidades geológicas referidas desde o Cenozóico ao Pré-Cambriano. São os solos predominantes em toda a AID.



**Foto 2.7-5 – Corte de estrada em área de Argissolos Vermelho-Amarelos, próximo ao Perfil 04.**

As instalações do canteiro industrial e bota-fora localizam-se, predominantemente, nas áreas de ocorrência dos Argissolos Vermelho-Amarelos (unidade de mapeamento PVAd2), solo predominante no empreendimento da UHE São Manoel. Na abrangência dos Argissolos e associações também está prevista a instalação de um trecho da linha de transmissão.

- Susceptibilidade à erosão

Pode-se afirmar que a presença do horizonte B textural é um fator negativo particularmente no caso de erosão do tipo superficial. Entretanto, outras características têm também grande importância no processo erosivo. Assim, diferenças com relação à classe textural, ao gradiente textural, ao tipo de estrutura, à permeabilidade etc., influenciarão na maior ou menor erodibilidade. A erosão em profundidade, no caso de solos com B textural argiloso encontra maior dificuldade para desenvolvimento.

- **LATOSSOLOS VERMELHOS** Distróficos petroplúnticos

São solos minerais profundos, bastante intemperizados, caracterizados por apresentar um horizonte B latossólico, de cor vermelho-escuro. Apresentam boa drenagem interna, condicionada por elevada porosidade e homogeneidade de características ao longo do perfil e, em razão disto, elevada permeabilidade.

São solos de textura argilosa, relevo forte ondulado e de boa drenagem. Apresenta acidez mediana, sendo a saturação com alumínio muito alta e teores médio a alto de hidrogênio e alumínio trocáveis. O teor de potássio é médio, fósforo assimilável baixo e teores de cálcio e magnésio trocáveis também baixos. Ocorrem no extremo norte da área, em associação com os Neossolos Litólicos.

- Susceptibilidade à erosão

Com relação à erosão superficial, têm relativamente boa resistência ao processo em condições naturais ou de bom manejo. Entretanto, no tocante à erosão em profundidade, são muito susceptíveis, principalmente os solos de textura média.

- **LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS** Distróficos petroplúnticos

Solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas. São profundos, bastante intemperizados, o que se reflete na baixa capacidade troca de cátions e saturação de bases. As características físicas são muito favoráveis ao aproveitamento agrícola, refletidas em boa drenagem interna, boa aeração e ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes. Têm nas características químicas as principais limitações ao aproveitamento agrícola, impondo a execução de práticas para correção química (adubação e calagem).

Apresentam média a elevada acidez, teores de matéria orgânica, cálcio trocável e potássio de médio a baixo, magnésio trocável baixo. A saturação de alumínio também varia de baixa a muito alta. Ocorrem em associação com os Argissolos Vermelho-Amarelos e estão distribuídos em ambas as margens do rio Teles Pires.

- Susceptibilidade à erosão

Com relação à erosão superficial, têm relativamente boa resistência ao processo em condições naturais ou de bom manejo. No que diz respeito à erosão em profundidade, são muito susceptíveis, cabendo destaque para os de textura média.

Os solos argilosos, por possibilitarem uma utilização intensiva de máquinas, via de regra, apresentam problemas de compactação de sua camada subsuperficial junto a uma pulverização excessiva da camada superficial, o que facilita a erosão e algumas vezes até mesmo a erosão eólica, além de reduzir a profundidade.

- **CAMBISSOLOS HÁPLICOS** Tb Distróficos típicos

Solos pouco profundos a rasos, com pequena diferenciação de horizontes, ausência de acumulação de argila, cores normalmente amareladas e brunadas. Quando derivados de rochas cristalinas (gnaiesses, granitos, migmatitos etc.), de um modo geral, apresentam materiais primários facilmente decomponíveis no interior de sua massa. A textura é média, podendo ocorrer cascalhos.

Na área, predominam os Cambissolos com argila de atividade baixa e quanto à saturação de bases são distróficos, ou seja, apresentam saturação de bases baixas. São solos com acidez elevada e teores médio a baixo de alumínio e hidrogênio trocáveis. Potássio, fósforo assimilável, cálcio e magnésio trocáveis são baixos. Tem-se, em resumo, uma acentuada deficiência de fertilidade. Também ocorrem associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos e têm a mesma distribuição dos Latossolos Vermelho-Amarelos.

- Susceptibilidade à erosão

Têm também erodibilidade bastante variável em razão da diversidade de suas características de textura, profundidade, permeabilidade etc. De maneira genérica, os rasos têm muito alta erodibilidade, principalmente devido a este caráter e os de maior profundidade, menor erodibilidade. Sulcos e ravinas são muito comuns sobre estes solos.

- GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos

Solos mal ou muito mal drenados, encharcados, ocorrendo em áreas baixas, com textura argilosa, argila de atividade baixa, saturação de bases baixa ( $V < 50\%$ ). Invariavelmente se desenvolvem a partir de sedimentos recentes do Quaternário, geralmente aluvionares. Por se tratarem de solos hidromórficos, têm ocorrência preferencial em locais permanentemente alagados, como é o caso das planícies de inundação dos rios. Na área, ocorrem ao longo do rio Teles Pires.

- Susceptibilidade à erosão

Também têm erodibilidade variável em razão de fatores como textura, descontinuidades litológicas etc. Porém, sua ocorrência em locais inundáveis, com tendência à acumulação de água e sedimentos, de certa forma ameniza o problema.

- NEOSSOLOS LITÓLICOS

Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo.

Os distróficos são de textura média/argilosa e quanto às propriedades químicas, apresentam teores de cálcio, magnésio trocáveis baixos, bem como o teor de fósforo assimilável. O potássio é médio. O teor de matéria orgânica situa-se entre médio a baixo. Têm sua origem relacionada a vários tipos de material geológico, tanto de rochas ígneas como sedimentares e metamórficas e desde básicas a ácidas, e ocorrem sob vegetação de Floresta Equatorial Subperenifólia. Preferencialmente ocupam locais com fortes declividades, geralmente encostas de morros. Não há uma localização relevante para a ocorrência desses solos, encontram-se distribuídos por quase toda a área.

Já os Neossolos Litólicos Eutróficos são solos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ). Apresentam acidez média, baixa saturação com alumínio e teores médios de cálcio e magnésio trocáveis. O fósforo assimilável e o potássio são também médios, enquanto a matéria orgânica é baixa. Assim como os Latossolos Vermelhos, ocorrem no extremo norte da área. Ressalta-se que nessa área está prevista a instalação de um trecho da linha de transmissão.

- Susceptibilidade à erosão

A susceptibilidade à erosão é altíssima em qualquer dos casos e é determinada basicamente pela ocorrência do substrato rochoso à pequena profundidade. Este fato é agravado pela sua ocorrência preferencialmente em locais declivosos.

- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos

São solos de textura arenosa em todo o perfil, essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, com ausência ou muito baixa concentração de materiais decomponíveis. Possuem muito baixa saturação de bases. As ocorrências mais expressivas situam-se nas porções nordeste e noroeste da AII.

Duas áreas de empréstimo, a área de alojamento e outro trecho da linha de transmissão serão instalados, predominantemente, nesta classe de solos componente da unidade de mapeamento RLe.

- Susceptibilidade à erosão

Em razão de sua constituição arenosa com grãos soltos, são particularmente susceptíveis à erosão em profundidade. Já superficialmente, a grande permeabilidade dos solos minimiza o processo erosivo.

- PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos

Geralmente ocorrem em locais planos e baixos, onde há oscilação do lençol freático. São solos imperfeitamente ou mal drenados, tendo horizonte plântico de coloração variegada com cores acinzentadas alternadas com cores avermelhadas e intermediárias entre estas. Este horizonte submetido a ciclos de umedecimento e secagem e após rebaixamento drástico e prolongado do lençol freático desidrata-se irreversivelmente e torna-se extremamente duro quando seco.

Ocorrem sob vegetação de Floresta Equatorial Subperenifólia. A acidez varia de média a elevada e a saturação com alumínio é muito alta. Os teores de cálcio e magnésio trocáveis e fósforo assimilável são baixos. O potássio é médio, assim como o teor de ferro extraível pelo ataque sulfúrico. Por suas características, a ocorrência desses solos na área restringe-se às planícies fluviais, principalmente em algumas ilhas e nas adjacências do rio Teles Pires.

Uma terceira área de empréstimo projetada próximo à UHE São Manoel, na margem direita do rio Teles Pires, insere-se nesta classe de solos (unidade de mapeamento FXd).

- Susceptibilidade à erosão

Por ocorrerem em áreas de recepção, estão sujeitas a um regime especial de sedimentação/remoção, que está diretamente ligado à dinâmica hídrica regional. Porém, a ocorrência de horizonte plântico de baixa permeabilidade é responsável por elevadíssima erodibilidade.

- AFLORAMENTOS DE ROCHAS

Trata-se de unidades onde rochas encontram-se expostas na superfície do terreno (**Foto 2.7-6**), tanto em forma descontínua (matacões e/ou *boulders*) como em forma contínua (lajeado). São componentes subdominantes em várias unidades de mapeamento e ocorrem associados a vários solos, principalmente Neossolos Litólicos. Localizam-se distribuídos por toda a área.



**Foto 2.7-6 – Afloramentos de Rochas nas margens do rio Teles Pires**

O Mapa de Solos das Áreas de Influência Direta-AID e Diretamente Afetada-ADA é apresentado no **DESENHO 2.7-5**. Ressalta-se que nas áreas de PVAd4 também ocorrem alguns Afloramentos de Rochas; porém, por aparecerem em proporção menor que nas unidades PVAd2 e PVAd3, não foram incluídos na legenda cartográfica.

#### **2.7.5.2 Aptidão agrícola das terras**

Da mesma forma que citado para a AII, as classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

A avaliação da aptidão agrícola das terras é feita através do estudo comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados no Quadro guia, também conhecido como Quadro de conversão, que constitui uma orientação para a classificação da aptidão agrícola das terras, em função de seus graus de limitação, relacionados com os níveis de manejo A, B e C.

Assim, a classe de aptidão agrícola das terras de acordo com os diferentes níveis de manejo, é obtida em função do grau limitativo mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água (deficiência de oxigênio), susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização.

Os tipos de utilização em pauta são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural.

As classificações resultantes, resumidas no **Quadro 2.7-5** e que constituem a legenda do Mapa de Aptidão Agrícola da AID e ADA (**DESENHO 2.7-6**), são discriminadas a seguir:

2(a)bc – Terras com aptidão REGULAR para lavoura nos níveis de manejo B e C e RESTRITA no nível A

2b - Terras com aptidão REGULAR para lavoura no nível de manejo B e INAPTA nos níveis A e C

4(p) – Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada

6 – Terras sem aptidão agrícola (área de preservação)

**Quadro 2.7-5 - Relação entre as unidades do mapa de solos e as classes de aptidão agrícola resultantes**

Unidade do mapa de solos	Classe de aptidão agrícola
PVAd1	2(a)bc
PVAd2	6
PVAd3	6
PVAd4	4(p)
RLe	6
FXd	2b
AR	6

Conforme pode ser observado no Quadro 2.7-6, as melhores terras, enquadradas no grupo de aptidão 2, localizam-se nas planícies fluviais e atingem cerca de 8,15% dos terrenos da AID. A classe restrita para pastagem plantada – 4(p) – distribui-se em ambas as margens do rio Teles Pires, abrangendo cerca de 28,77% da AID. Os terrenos restantes da AID enquadram-se na classe 6, sem aptidão para uso agrícola (56,87%), ou são representados pelos corpos d'água (6,21%).

**Quadro 2.7-6 - Extensão e distribuição percentual das classes de aptidão agrícola**

Classes de aptidão	Área (km <sup>2</sup> )	%
2(a)bc	13,62	4,46
2b	11,26	3,69
4(p)	87,91	28,77
6	173,76	56,87
Corpos d'água	18,98	6,21
Total	305,53	100,00

### 2.7.6 Conclusões

No contexto pedológico global das terras das áreas de influência da UHE São Manoel predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos, distribuídos em toda a área. Em seguida, ocorrem os Neossolos Litólicos (como classe dominante, no limite norte da AII, onde predominam as rochas sedimentares, principalmente arenitos, do Grupo Beneficente), Plintossolos Háplicos (em muitas ilhas e trechos de margens do rio Teles Pires) e Aforamentos de Rochas (espalhados em todo o terreno). Outros solos presentes são: Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Cambissolos Háplicos e Gleissolos

Háplicos, todos também distribuídos em toda a extensão da área de estudo; porém, sempre como segundo ou terceiro componentes das unidades de mapeamento.

De maneira geral, os dados analíticos permitem afirmar que não ocorrem solos com bom fundo de fertilidade natural, pois prevalece o caráter distrófico ( $V < 50\%$  de saturação por bases) na grande maioria dos solos. Essa característica pode igualmente ser verificada no mapa de aptidão agrícola das terras onde as melhores terras foram classificadas no grupo 2, ou seja, terras com aptidão regular para lavoura.

Merecem atenção as áreas com ocorrência de Neossolos Litólicos em relevo acidentado por serem terras sem aptidão agrícola (grupo 6), e que, portanto, não devem ser utilizadas para fins agrícolas, sendo áreas indicadas para preservação da flora e da fauna e/ou recreação.

Em relação erodibilidade dos solos, resumidamente, os Neossolos Litólicos são os solos mais vulneráveis à erosão. Em seguida, vêm os Plintossolos, os Cambissolos, os Argissolos e os Gleissolos. Por último, das classes de solos ocorrentes, os Latossolos são os solos menos susceptíveis aos processos erosivos.

## 2.8 SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DOS TERRENOS

### 2.8.1 Introdução

A erosão é o processo de “desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais)” (IPT, 1986). Em geral, distinguem-se duas formas de processos erosivos: erosão natural, que se desenvolve em condições normais com a formação do solo, e erosão acelerada ou antrópica, cuja intensidade é superior à da formação do solo.

O entendimento desses processos erosivos permite destacar dois importantes eventos iniciais, envolvendo, por um lado, o impacto das gotas de chuva na superfície do solo, promovendo a desagregação e liberação das suas partículas; e por outro lado, o escoamento superficial das águas permitindo também a desagregação e o transporte das partículas liberadas. Dependendo da forma em que se dá o escoamento superficial ao longo dos terrenos, podem-se desenvolver dois tipos: erosão laminar ou em lençol, quando causada por escoamento difuso das águas de chuva, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo; e erosão linear, quando causada por concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos, que podem evoluir por aprofundamento, chegando, até mesmo, a ocasionar movimentos de massa. Caso a erosão se desenvolva “por influência, não somente das águas superficiais, mas também dos fluxos de água subsuperficiais, em que se inclui o lençol freático, configura-se o processo mais conhecido por voçorocas (ou boçorocas), com desenvolvimento de “*piping*” (erosão interna ou tubular) (IPT, 1995).

Existem ainda estudos que visam à análise do potencial erosivo de determinadas áreas, como por exemplo, bacias hidrográficas. Essa análise é apresentada comumente em mapas, denominados de cartas ou mapas de suscetibilidade à erosão, que visam identificar áreas com diferentes graus de vulnerabilidade frente ao processo erosivo, de forma a subsidiar o planejamento ou gestão do uso e ocupação de uma área.

Desta forma, a caracterização da suscetibilidade à erosão das terras permite identificar onde ocorrem as áreas mais frágeis e sujeitas à degradação, inclusive aquelas com problemas de instabilidade, que

devem, portanto, serem utilizadas e manejadas com maior cuidado, ou mesmo preservadas ou mantidas sem utilização. O clima, o relevo, a rocha, o solo, e a interação entre eles são os fatores condicionantes naturais da intensidade da erosão em dado local. Comumente, a interferência humana acelera em muito o processo, tornando-o de difícil controle e ocorrendo mesmo em áreas que apresentam baixa suscetibilidade à erosão.

Neste estudo adotou-se o conceito para o termo *suscetibilidade* a “possibilidade espacial de ocorrência de um determinado fenômeno numa dada área com base em fatores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de recorrência” (MARTINI & SCHEIBE, 2006).

## 2.8.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada na caracterização qualitativa da suscetibilidade a erosão das terras da AII, AID e ADA da UHE São Manoel foi desenvolvida a partir dos conceitos já comumente aceitos e utilizados em trabalhos científicos e preconizados em diversos trabalhos, como: BERTONI & LOMBARDI NETO (1990); MARTINI & SCHEIBE (2006); STROOSNIJDER (2005); SIMÕES *et al.* (2007).

Na análise foram atribuídos graus de suscetibilidade aos condicionantes físicos do processo representados por geologia, geomorfologia e pedologia.

O clima é um importante condicionante da erosão e a área é submetida a chuvas intensas, mas foi considerado homogêneo para a área em questão, pois a área não apresenta variações climáticas expressivas.

As informações básicas de geologia, geomorfologia e solos constam dos levantamentos temáticos deste EIA, apresentados nos itens 2.5, 2.6, 2.7, e foram tratadas empregando-se técnicas de geoprocessamento para a integração das informações. O software utilizado foi o Arc Gis.

Em síntese, a análise efetuada visou categorizar os fatores condicionantes dos processos erosivos, ordenando-os em função de suas influências na suscetibilidade intrínseca da área a estes processos.

### 2.8.2.1 Definição dos Graus de Suscetibilidade à Erosão

#### a) Condicionante geológico-geomorfológico

A desagregação das rochas por processos químicos, físicos e biológicos fornece os produtos de alteração que serão remobilizados pelos processos de erosão e pelos movimentos de massa.

O fator mais importante, que afeta a alteração, é o clima, por meio da umidade e da temperatura. Na região em análise, situada na região intertropical, as condições para a desagregação das rochas são consideradas extremas e a desagregação apresenta taxas elevadas. Há outros fatores também importantes como a composição das rochas, a estrutura, particularmente o grau de fraturamento.

Na área de estudo puderam ser observadas diferenças nos processos erosivos em algumas das litologias. Assim, as áreas graníticas apresentam formas de relevo arredondadas, sendo constantes a presença de matacões e torres e morrotes rochosos e arredondados. Por outro lado, riolitos mostraram dissecações com aspecto ruiforme, com cristas e picos aguçados. Nas rochas sedimentares, mais susceptíveis à erosão, as formas erosivas preponderam, com cristas e ravinamentos nas vertentes.

Para a análise da suscetibilidades das rochas consideraram-se os seguintes critérios: tipos litológicos (areias, argilas e cascalhos; arenitos e argilitos; riolitos; biotita granitos), predominância de um tipo

litológico nas formações geológicas (as litologias com áreas menos expressivas foram desconsideradas), fraturamentos e acamamentos, aspectos erosivos observados em campo. O **Quadro 2.8-1** apresenta a correspondência entre as unidades litológicas e as rochas representativas.

**Quadro 2.8-1 – Unidades litológicas ocorrentes na AII e respectivos graus de suscetibilidade à erosão.**

Unidade	Rochas ou sedimentos representativos	Grau de suscetibilidade
Depósitos aluvionares	Areia, cascalhos, silte e argila	Alto
Grupo Beneficiente	Argilitos com intercalações de arenitos, siltitos e calcário Arenitos com lentes de siltito e conglomerado	Muito alto
Suíte Intrusiva Teles Pires e Intrusiva Juruena	Biotita granitos, microgranitos e granitos finos Biotita quartzo, granodiorito	Alto
Suíte Colider	Riolitos e microgranitos	Médio

Com relação à geomorfologia, foram analisadas de forma integrada o comportamento das unidades de relevo representadas na AII, as formas, as classes de declividade e a variação da altimetria, todos estes fatores frente ao processo erosivo predominante. A interferência do relevo no processo erosivo se relaciona ao fato de que ela determina a energia potencial atuante e a capacidade do agente erosivo de realizar trabalho – destacamento e transporte do material erodido. O escoamento das águas torna-se mais acelerado, com o aumento da inclinação (declividade) e com o comprimento da encosta, o que resulta em maior efetividade dos processos erosivos.

De acordo com o estudo geomorfológico efetuado na AII ocorrem quatro unidades e quinze tipos de formas de relevo, conforme descrito no Quadro 2.8-2. Para fins de definição dos graus de suscetibilidade à erosão em função da influência do relevo, considerou-se que as superfícies aplainadas e onduladas tem menor propensão à erosão, as colinas, por sua vez, menos susceptíveis do que os morrotes e estes menos do que os morros. As planícies fluviais, aí incluídas as ilhas do rio Teles Pires, são inundadas periodicamente nas cheias e são áreas instáveis, submetidas a uma dinâmica superficial especial, onde se alteram processos erosivos e deposicionais relacionados com as variações do escoamento fluvial. As unidades com escarpas e vertentes íngremes foram consideradas as formas mais susceptíveis.

O **Quadro 2.8-2** sintetiza as principais características do relevo da área consideradas para avaliação da suscetibilidade à erosão.

**Quadro 2.8-2 – Unidades geomorfológicas ocorrentes na AII e respectivos graus de suscetibilidade à erosão.**

Unidades geomorfológicas	Características topográficas	Grau de suscetibilidade
Planície Fluvial	Cotas: 160-200m Declividade 0 a 8%	Médio
Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional	Cotas dos topos: 180-250m Declividade de 0-8%	Baixo
Planalto Dissecado do Sul da Amazônia	Cotas dos topos: 250 a 400m Declividade: 8-20% nos topos e de 8% a maior que 45% nas vertentes	Alto
Planalto Apicás-Sucunduri	Cotas dos topos: 350 a 415m Declividade: topos - 0 a 8% e de 8 a 20% ; vertentes de 20-45% e maior que 45%.	Muito alto

Para a avaliação dos condicionantes geológicos e geomorfológicos foi efetuado o cruzamento em ambiente SIG do mapa das unidades litológicas indicadas no **Quadro 2.8-1** e com as unidades geomorfológicas definidas no **Quadro 2.8-2**.

As combinações resultantes desse cruzamento foram novamente reclassificadas de acordo com os graus de suscetibilidade à erosão (**Quadro 2.8-3**), constituindo um mapa da suscetibilidade à erosão das terras por condicionamento geológico-geomorfológico.

Tendo em vista que não há uma perfeita concordância entre os limites das unidades de mapeamento dos mapas de geologia e geomorfologia, embora em alguns casos ocorra uma estreita correlação entre ambos, o delineamento dos tipos de relevo foi tomado como referência, uma vez que o relevo contribui de maneira ativa na intensidade do processo erosivo, por definir as relações de infiltração-escoamento das águas pluviais, enquanto que as rochas atuam como fator passivo, que sofre a ação do intemperismo.

Na atribuição dos graus de suscetibilidade à erosão pelo fator geológico-geomorfológico o relevo foi também o aspecto preponderante considerado. Contudo, se a rocha predominante foi enquadrada em uma categoria muito susceptível à erosão, então o grau de suscetibilidade foi agravado em um nível. Por exemplo, se o tipo de relevo condicionava grau baixo de suscetibilidade à erosão, no caso de ocorrer sobre rocha mais vulnerável, foi atribuído grau mais elevado, ou seja, médio.

**Quadro 2.8-3 – Unidades geomorfológicas, litologias representativas e graus de suscetibilidade à erosão.**

Unidade geomorfológica	Litologia representativa	Grau de suscetibilidade
Planície Fluvial	Aluvião	Alto
Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional	Riolitos	Baixo
Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional	Biotita granito	Médio
Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional	Arenitos	Médio
Planalto Dissecado do Sul da Amazônia	Riolitos	Médio
Planalto Dissecado do Sul da Amazônia	Biotita granitos	Alto
Planalto Apicacás-Sucunduri	Arenitos	Muito alto

#### b) Condicionante pedológico

Quanto ao condicionante pedológico, as propriedades físicas do solo, principalmente textura, estrutura e permeabilidade, exercem diferentes influências na erosão, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas pluviais.

A textura influi na capacidade de infiltração e de absorção da água da chuva, interferindo no potencial das enxurradas do solo, e em relação à maior ou menor coesão entre as partículas. Assim, solos de textura arenosa são normalmente mais porosos, permitindo rápida infiltração das águas. A estrutura, ou seja, o modo como se arranjam as partículas do solo, igualmente à textura, influi na capacidade de infiltração e absorção da água, e na capacidade de arraste de partículas do solo.

A erodibilidade é um atributo complexo do solo, tendo sido definida por WISCHMEIER & SMITH (1978) como sendo “a taxa de solo perdida por unidade de índice de erosividade da chuva em parcela unitária considerada padrão”. No entanto, pelas dificuldades experimentais para obtenção deste fator para todos os tipos de solo e condições climáticas, ele é geralmente estimado por equações empíricas. Comumente em trabalhos regionais, de caráter qualitativo, não se chega à determinação mesmo que indireta da erodibilidade dos diferentes tipos de solos presentes na área de estudo. Pode-se, entretanto, interpretar essa qualidade complexa do solo em função do tipo do solo (classe taxonômica) e, para dado tipo de solo, varia com a granulometria, estrutura, agregação, teor de matéria orgânica e permeabilidade do perfil.

Assim, segundo as informações obtidas dos mapas pedológicos é possível a avaliação qualitativa da erodibilidade, expressando-a em termos de alta, média ou baixa, e relacionando com os graus de suscetibilidade à erosão. De modo geral, um solo de alta erodibilidade se relaciona com grau forte a muito forte de suscetibilidade à erosão, um de média erodibilidade com grau médio de suscetibilidade.

Os graus de suscetibilidade à erosão das diferentes classes de solos que compõem o mapa pedológico da AII, AID e ADA foram atribuídos com base na classe taxonômica, textura e presença de feições pedológicas indicativas de restrições à permeabilidade do perfil. No **Quadro 2.8-4** são apresentados os graus de limitação das diferentes unidades de mapeamento, com os respectivos graus de suscetibilidade destes solos. A partir desta reclassificação do mapa de solos, foi composto o mapa do

condicionante pedológico. No caso das unidades de mapeamento de solos compostas de dois ou mais componentes, o grau de suscetibilidade à erosão, utilizado na composição do mapa, corresponde ao do primeiro componente de cada unidade de mapeamento, que é o solo predominante.

**Quadro 2.8-4 – Unidades de mapeamento, classe textural e graus de suscetibilidade à erosão.**

Unidade de mapeamento	Componente principal	Textura	Grau de suscetibilidade
PVAd1, PVAd2, PVAd3, PVAd4	Argissolos Vermelho-Amarelos	Argilosa/média	Médio
RLe	Neossolos Litólicos	Argilosa	Muito alto
FXd	Plintossolos Háplicos	Argilosa	Alto

### 2.8.2.2 Avaliação Integrada da Suscetibilidade à Erosão dos Terrenos da AII

Para a caracterização da suscetibilidade à erosão da AII apresentada no **DESENHO 2.8-1**, procedeu-se ao cruzamento dos mapas do condicionante geológico-geomorfológico e do condicionante pedológico, em ambiente de SIG.

A classificação final (**Quadro 2.8-5**) foi definida com base no cruzamento dos graus estabelecidos pelos condicionantes geológico-geomorfológico e pedológico, considerando o grau mais restritivo. Isto é, a uma área que obteve o grau Alto por condicionamento geológico-geomorfológico e Médio por condicionamento pedológico, foi atribuído o grau Alto.

**Quadro 2.8-5 - Classificação final dos graus de suscetibilidade à erosão.**

Condicionante Geológico-Geomorfológico	Condicionante Pedológico	Classificação final/ Grau de suscetibilidade
Planície fluvial/Aluvião	Plintossolos Háplicos	Alto
Planície fluvial/Aluvião	Argissolos Vermelho-Amarelos	Alto
Depressão Interplanáltica./Biotita granito	Argissolos Vermelho-Amarelos	Médio
Depressão Interplanáltica./Riolitos	Argissolos Vermelho-Amarelos	Médio
Depressão Interplanáltica./Arenitos	Neossolos Litólicos	Alto
Planalto Dissecado/ Riolitos	Argissolos Vermelho-Amarelos	Médio
Planalto Dissecado/ Biotita granito	Argissolos Vermelho-Amarelos	Alto
Planalto dos Apicás/Arenitos	Neossolos Litólicos	Muito alto

### 2.8.3 Caracterização da Suscetibilidade à Erosão dos Terrenos da AII da UHE São Manoel

No tocante a suscetibilidade à erosão, a interpretação integrada dos temas retro mencionados permitiu ordenar os terrenos da AII, AID e ADA da UHE São Manoel em três graus de suscetibilidade: Médio; Alto; e Muito Alto.

Conforme pode ser observado no **DESENHO 2.8-1**, cerca de 70% da área em estudo apresentam grau Médio de suscetibilidade à erosão, enquanto uma porção de 18% corresponde ao grau Alto e 12% ao grau Muito Alto

Os terrenos com grau Médio ocorrem, predominantemente, na Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e no Planalto Dissecado dão Sul da Amazônia, onde também predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos.

As áreas de grau Alto estão distribuídas nas planícies fluviais do rio Teles Pires, do afluente da margem esquerda – córrego Perdição, e no sul da AII, onde predominam as rochas da Suíte Intrusiva Juruena (biotita granito).

As áreas com grau Muito Alto de suscetibilidade à erosão estão restritas à porção norte da AII, onde predominam Neossolos Litólicos, em terrenos com ocorrências de rochas sedimentares do Grupo Beneficente (principalmente arenitos) e formas de relevo escarpadas associadas ao Planalto Apicás-Sucunduri.

Deve-se ainda observar que a partir dos estudos realizados no âmbito deste EIA não foram constatados focos de erosão acelerada, mesmo naquelas áreas desmatadas e/ou ocupadas por pastagens. Ao longo de algumas estradas foi notado o desenvolvimento localizado de processos erosivos devido à deficiência ou ausência de estruturas para dissipação do escoamento pluvial.

## 2.9 RECURSOS HÍDRICOS

### 2.9.1 Recursos Hídricos Superficiais

Para a caracterização dos recursos hídricos superficiais das áreas de Abrangência Regional e de Influência Indireta, foram estimadas vazões características para os principais afluentes do rio Teles Pires, com base na área de drenagem destes afluentes.

Os principais afluentes do rio Teles Pires são, pela margem direita, os rios: Paranatinga, Caiapó, Peixoto de Azevedo, Cristalino, São Benedito e Cururu-Açu. Pela margem esquerda, são afluentes os rios: Verde, Paranaíta, Apicás, Ximari.

A bacia do rio Teles Pires apresenta monitoramento com histórico de dados somente para as estações fluviométricas na calha do rio Teles Pires e na bacia hidrográfica de dois afluentes: rio Verde, e bacia do rio Peixoto de Azevedo. No entanto, neste último afluente, o monitoramento ocorre muito próximo à cabeceira da bacia. A disponibilidade de dados é apresentada no **Quadro 2.9-1**. A localização das estações fluviométricas e dos afluentes é apresentada no mapa da **Figura 2.9-1**.

**Quadro 2.9-1 - Disponibilidade de Dados nas Estações Fluviométricas Estudadas**

<b>Código</b>	<b>Estação</b>	<b>Rio</b>	<b>AD (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Respon- sável</b>	<b>Período</b>
17200000	Porto Roncador	Teles Pires	10.864	ANA	ago1973 - abr2007
17210000	Teles Pires	Teles Pires	14.154	ANA	abr1976 - abr2007
17230000	Lucas do Rio Verde	Verde	5.416	Amper	ago1973 - abr2007
17280000	Cachoeirão	Teles Pires	34.724	ANA	nov1975 - dez2006
17300000	Fazenda Tratex	Teles Pires	40.930	ANA	jan1995 - dez2006
17340000	Indeco	Teles Pires	52.312	ANA	out1975 - dez2006
17345000	Base do Cachimbo	Braço Norte	390	ANA	jun1980 - dez2005
17350000	Cachimbo	Braço Sul	1.035	ANA	mar1979 - dez2006
17360000	Estrada Cuiabá – Santarém	Peixoto de Azevedo	11.200	ANA	abr1976 - dez2005
17380000	Jus. Foz Peixoto de Azevedo	Teles Pires	81.858	ANA	set1980 - dez2006
17410000	Santa Rosa	Teles Pires	131.594	ANA	ago1982 - dez2006
17420000	Três Marias	Teles Pires	138.940	ANA	nov1975 - dez2005

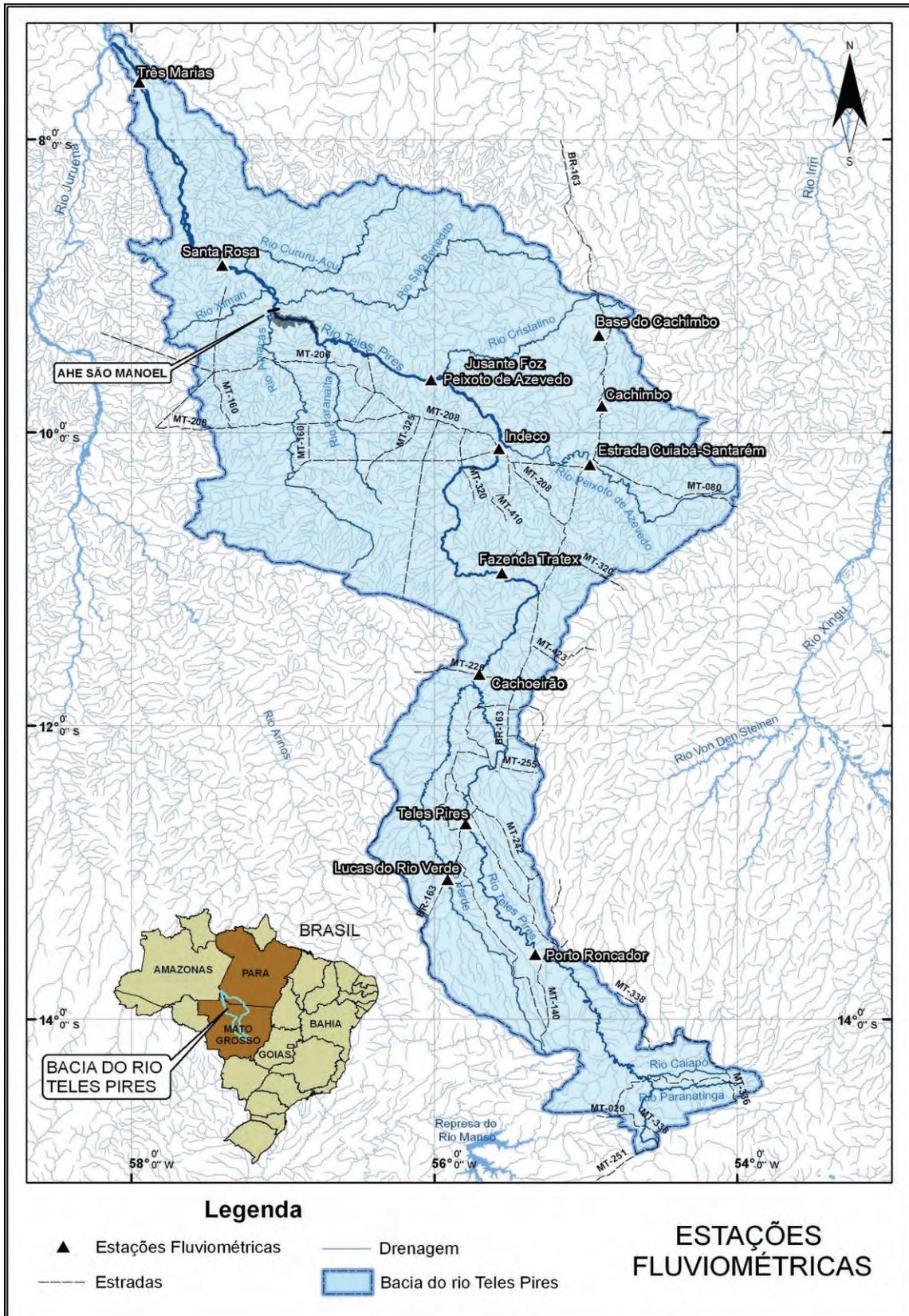


Figura 2.9-1- Localização das Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Teles Pires

Na ausência de monitoramento na maioria dos afluentes, foram utilizados os dados de vazão específica do rio Teles Pires em diversas estações como referência para a geração de informações nos afluentes. As séries de vazão foram obtidas na internet, no sítio da ANA, e preenchidas por correlação para obtenção de período comum de jan/1976 a dez/2007. O único afluente monitorado e cujos dados foram utilizados é o rio Verde. Apesar de haver um histórico de dados longo para a estação 17360000, no rio Peixoto de Azevedo, existem muitas falhas, e os dados não foram utilizados.

No **Quadro 2.9-2** está resumida a disponibilidade hídrica no rio Teles Pires e seus principais afluentes, considerando as vazões médias ( $Q_{MLT}$ ), máximas ( $Q_{máx}$ ) e mínimas ( $Q_{mín}$ ). No quadro também são apresentadas informações sobre a área de drenagem das estações (AD) e as vazões específicas utilizadas como referência ( $q_{MLT}$ ,  $q_{máx}$ ,  $q_{mín}$ ).

**Quadro 2.9-2 - Vazões Estimadas nos Afluentes e no Rio Teles Pires**

Rio	AD (km <sup>2</sup> )	$Q_{MLT}$ (m <sup>3</sup> /s)	$q_{MLT}$ (L/s.km <sup>2</sup> )	$Q_{máx}$ (m <sup>3</sup> /s)	$q_{máx}$ (L/s.km <sup>2</sup> )	$Q_{mín}$ (m <sup>3</sup> /s)	$q_{mín}$ (L/s.km <sup>2</sup> )
Paranatinga	1.605	41	25,6	187	116,8	9	5,4
Caiapó	1.281	33	25,6	150	116,8	7	5,4
Verde	13.454	295	22,0	825	61,3	146	10,9
Peixoto de Azevedo	19.608	461	23,5	1.359	69,3	121	6,2
Cristalino	3.340	79	23,5	231	69,3	21	6,2
Paranaíta	3.751	97	25,8	279	74,5	19	5,0
Apiacás	16.115	416	25,8	1.200	74,5	80	5,0
São Benedito	13.682	353	25,8	1.019	74,5	68	5,0
Ximari	2.083	54	25,8	155	74,5	10	5,0
Cururu-Açu	6.718	173	25,8	500	74,5	33	5,0
Teles Pires	142.660	3.743	26,2	10.643	74,6	593	4,2

## Rede Hidrometeorológica

Apesar de não haver monitoramento nos afluentes, não é necessária a implantação de novas estações de monitoramento fluviométrico e pluviométrico além dos locais já monitorados na bacia, devido à implantação da UHE São Manoel. A densidade de estações atende ao que é preconizado pela Organização Meteorológica Mundial – OMM. O número de estações fluviométricas na bacia do rio Teles Pires também atende ao exigido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, na Resolução 396/98, com a ressalva que no caso de implantação da barragem as estações fluviométrica, a jusante, e limimétrica, a montante, deverão ser dotadas de equipamentos de telemetria.

Ressalta-se que nesta fase, de estudos de viabilidade, foi realizado o monitoramento a montante e jusante do local da barragem, e este monitoramento deverá ter continuidade no futuro, a montante e jusante da barragem, com telemetria, no caso de implantação e operação da UHE São Manoel.

### 2.9.1.1 Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

#### 2.9.1.1.1 Série de Vazões Naturais Médias Mensais

Para a obtenção da série de vazões naturais médias mensais no local do aproveitamento, foram estudados os dados pluviométricos e fluviométricos disponíveis, tendo como metodologia para preenchimento e extensão de séries a correlação entre as séries de dados e modelagens matemáticas chuva-vazão.

Os estudos de dados fluviométricos realizados no âmbito deste estudo de viabilidade foram aqueles necessários à determinação da série de vazões médias mensais, para o período de 1931 a 2007, na estação fluviométrica de referência no rio Teles Pires – Jusante Foz Peixoto de Azevedo – e no local da UHE São Manoel. A seqüência dos estudos realizados é apresentada a seguir:

- Pesquisa das estações fluviométricas com dados disponíveis no Hidroweb;
- Montagem de histograma de dados disponíveis e seleção das estações para estudo;
- Consistência hidrológica dos dados de cota nas estações selecionadas;
- Geração de curvas-chave;
- Geração das séries de vazão média diária e vazão média mensal;
- Testes de preenchimento de falhas e extensão das séries por correlação entre vazões médias mensais das estações disponíveis;
- Determinação do período coincidente para os dados fluviométricos e pluviométricos;
- Modelagem matemática chuva-vazão para tentativa de preenchimento e extensão das séries de vazão (apenas para a estação fluviométrica de referência);
- Tentativas de correlação entre precipitação e vazão, para extensão da série de vazões médias mensais até o ano de 1931.

Inicialmente foram levantadas todas as estações fluviométricas disponíveis na bacia hidrográfica do rio Teles Pires, e analisada a disponibilidade de dados de cota e resumo de medição de descarga, conforme disponibilidade no Hidroweb. Foram selecionadas apenas as 9 estações fluviométricas localizadas no rio Teles Pires, além da estação fluviométrica de Lucas do Rio Verde, no rio Verde, e a estação fluviométrica de Porto dos Gaúchos, no rio Arinos. Esta última foi selecionada devido a esta estação ter sido a base para a extensão das séries de vazão no estudo de inventário do rio Arinos. No **Quadro 2.9-3** são apresentadas as 10 estações fluviométricas selecionadas. Para estas estações foi montado o histograma de disponibilidade de dados de cota, apresentado no **Quadro 2.9-4**, possibilitando observar o período de dados coincidentes e as falhas existentes, com intuito de preenchimento de dados.

**Quadro 2.9-3 - Estações Fluviométricas Selecionadas para Estudos**

Código	Nome	Rio	Ad (km <sup>2</sup> )	Respons.	UF	Latitude	Longitude
17120000	Porto dos Gaúchos	Arinos	36.913	ANA	MT	11° 32' 11"	57° 25' 22"
17200000	Porto Roncador	Teles Pires	10.864	ANA	MT	13° 33' 25"	55° 20' 01"
17210000	Teles Pires	Teles Pires	14.154	ANA	MT	12° 40' 27"	55° 48' 30"
17230000	Lucas do Rio Verde	Verde	5.416	ANA	MT	13° 03' 04"	55° 54' 14"
17280000	Cachoeirão	Teles Pires	34.724	ANA	MT	11° 39' 11"	55° 42' 06"
17300000	Fazenda Tratex	Teles Pires	40.930	ANA	MT	10° 57' 21"	55° 33' 55"
17340000	Indeco	Teles Pires	52.312	ANA	MT	10° 07' 45"	55° 34' 12"
17380000	Jus.Foz Peixoto de Azevedo	Teles Pires	81.858	ANA	MT	09° 39' 33"	56° 01' 06"
17410000	Santa Rosa	Teles Pires	131.594	ANA	MT	08° 52' 35"	57° 25' 13"
17420000	Três Marias	Teles Pires	138.940	ANA	MT	07° 37' 53"	57° 57' 01"



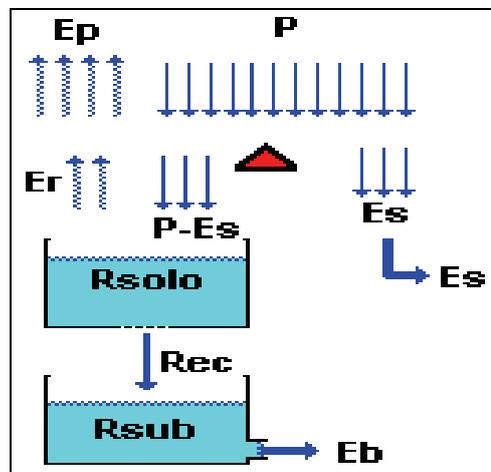
- metodologia 6 – Correlação direta entre precipitações acumuladas e vazões médias mensais. Foram utilizadas precipitações acumuladas da série composta por dados das estações de Alto Tapajós e Diamantino (precipitações acumuladas mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral) e dados de vazão média mensal do rio Teles Pires em JFPA. Foram testadas correlações lineares das vazões e dos logaritmos naturais das vazões.

Nos testes realizados para a extensão dos dados de precipitação média sobre a bacia de drenagem do rio Teles Pires, seja a bacia até JFPA ou a bacia de drenagem incremental, entre Cachoeirão e JFPA, foi calibrado modelo chuva-vazão para a obtenção dos dados de vazão no período sem dados.

### Modelos Matemáticos Utilizados

Foram utilizados dois modelos chuva-vazão para a simulação das vazões médias mensais na estação fluviométrica do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000): SMAP e MODHAC. Os modelos matemáticos foram calibrados na tentativa de se realizar testes quanto a preenchimentos de falhas e extensão da série de vazão média mensal até o ano de 1931. Apesar do resultado dos estudos de modelagem matemática ser a série de vazões no local do empreendimento, para a modelagem matemática chuva-vazão considerou-se como dado de entrada a precipitação ocorrida em toda a bacia hidrográfica até o ponto de interesse, que é o local do empreendimento.

O modelo SMAP (Soil Moisture Accounting Procedure) foi desenvolvido por Lopes e Conejo, e objetiva representar os armazenamentos e fluxos de água da bacia por meio de reservatórios lineares, conforme mostrado na **FIGURA 2.9-2**.

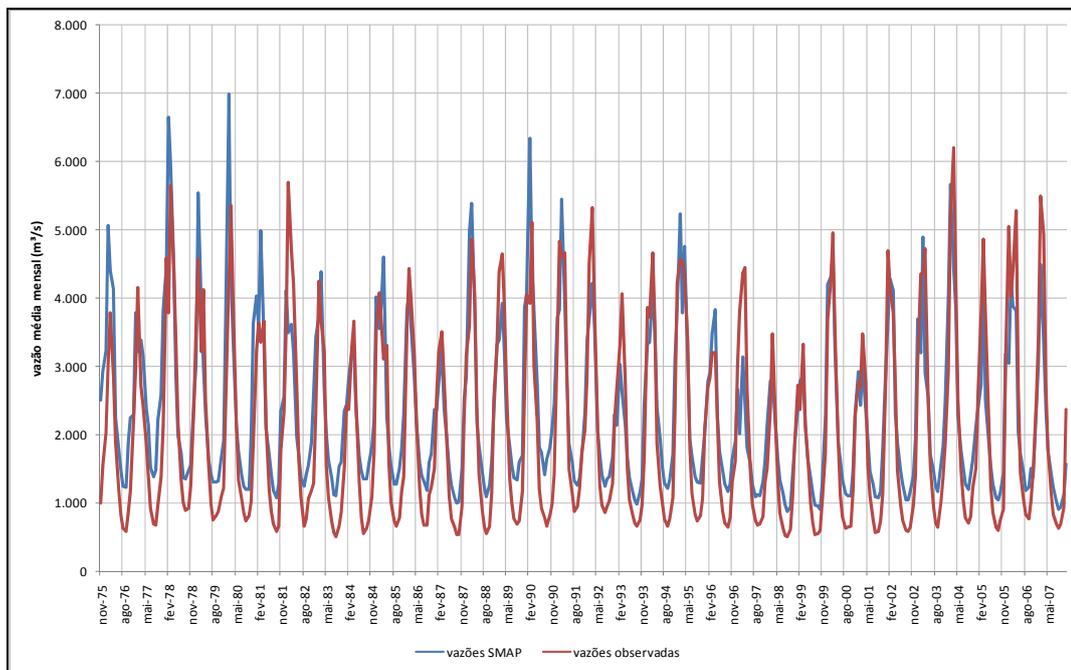


**Figura 2.9-2 - Estrutura do Modelo SMAP**

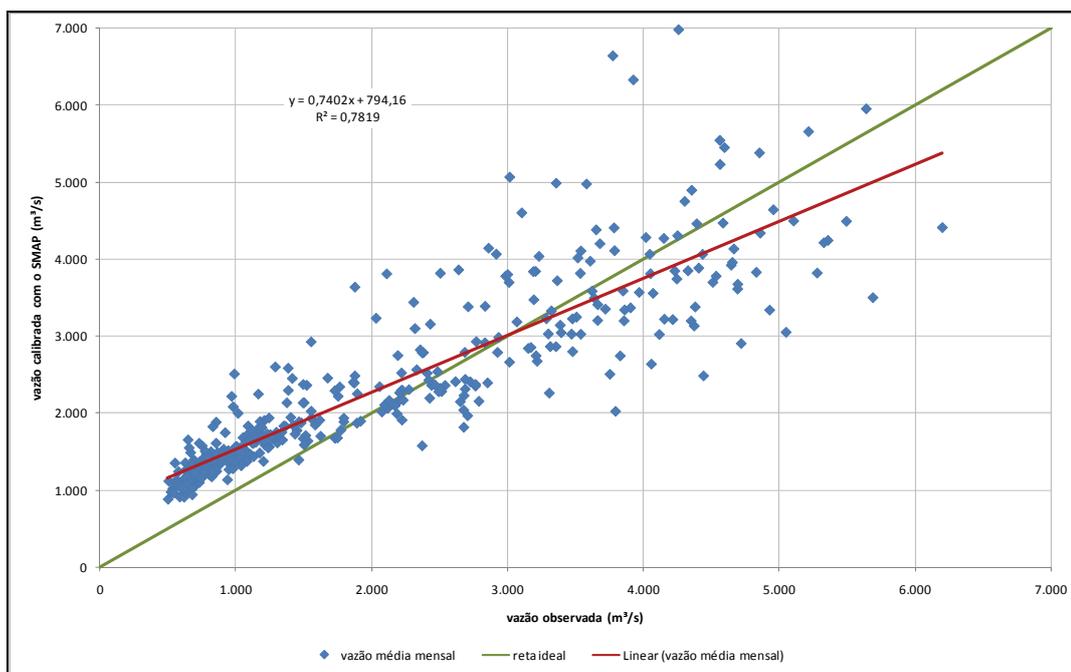
O modelo possui seis parâmetros e dados de entrada calibráveis: capacidade de saturação do solo (SAT), o coeficiente de recarga do aquífero (CREC), a taxa de geração do escoamento superficial (Pes), A taxa de deplecionamento (k) do nível d'água do reservatório subterrâneo, o teor de umidade inicial do solo e o escoamento de base. Após um ajuste manual inicial, foi utilizada a função solver do software Excel, para a otimização dos parâmetros, com todas as funções de restrição declaradas.

Para a calibração do SMAP foram utilizados: (i) dados de vazão em Jusante Foz Peixoto de Azevedo no período de 1975 a 2007 (mesmo tendo alguns meses preenchidos por correlação com estações da ANA); (ii) dados de precipitação média sobre a bacia de drenagem da estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo; (iii) dados de evaporação da estação Diamantino, da publicação Normais Climatológicas

1961-1990. Como se tratou de um período de testes de metodologia, o modelo foi calibrado para o período de nov/1975 a dez/2007. Não foi realizada a calibração em um período mais curto para posterior aferição no restante do período. Na **FIGURA 2.9-3** é apresentada a comparação entre as vazões medidas e as vazões calibradas com o modelo SMAP. Na **FIGURA 2.9-4** é apresentada a correlação entre estes dados. Os parâmetros calibrados foram: SAT=3000, CREC=3,63, Pes=10,0, k=0,001, teor de umidade inicial do solo=85%, escoamento de base=1200.



**Figura 2.9-3 – Vazões obtidas na calibração do SMAP**



**Figura 2.9-4 - Correlação ente as vazões observadas e calibradas com o SMAP**

Com o modelo calibrado, os mesmos parâmetros foram utilizados para estender a série de 1931 até 1975, utilizando também a correlação entre a chuva média na bacia, calculada por Thiessen, e a chuva na estação climatológica de Diamantino.

O MODHAC (Modelo Hidrológico Auto Calibrável) é um software desenvolvido por Lanna e Schwarzenbach. O software utiliza o conceito de simulação do funcionamento de três reservatórios fictícios (superficial, sub-superficial e subterrâneo) para simulação da fase terrestre do ciclo hidrológico. O modelo possui 14 parâmetros que são calibrados automaticamente, resolvendo-se uma função-objetivo pelo método iterativo de Rosenbrock bloqueado. Um esquema do funcionamento do modelo é apresentado na **FIGURA 2.9-5**.

Os parâmetros do modelo são os seguintes:

- RSPX = capacidade máxima do reservatório superficial
- RSSX = capacidade máxima do reservatório sub-superficial
- RSBX = capacidade máxima do reservatório subterrâneo
- RSBY = efetivos no ajuste das curvas de recessão do hidrograma
- IMAX = permeabilidade do solo
- IMIN = infiltração mínima
- IDEC = coeficiente de infiltração
- ASP = expoente da lei de esvaziamento do reservatório superficial
- ASS = expoente da lei de esvaziamento do reservatório sub-superficial
- ASBX = expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo
- ASBY = efetivos no ajuste das curvas de recessão do hidrograma
- PRED = correção da precipitação
- CEVA = parâmetro da lei de evapotranspiração do solo
- CHET = fração da evapotranspiração potencial

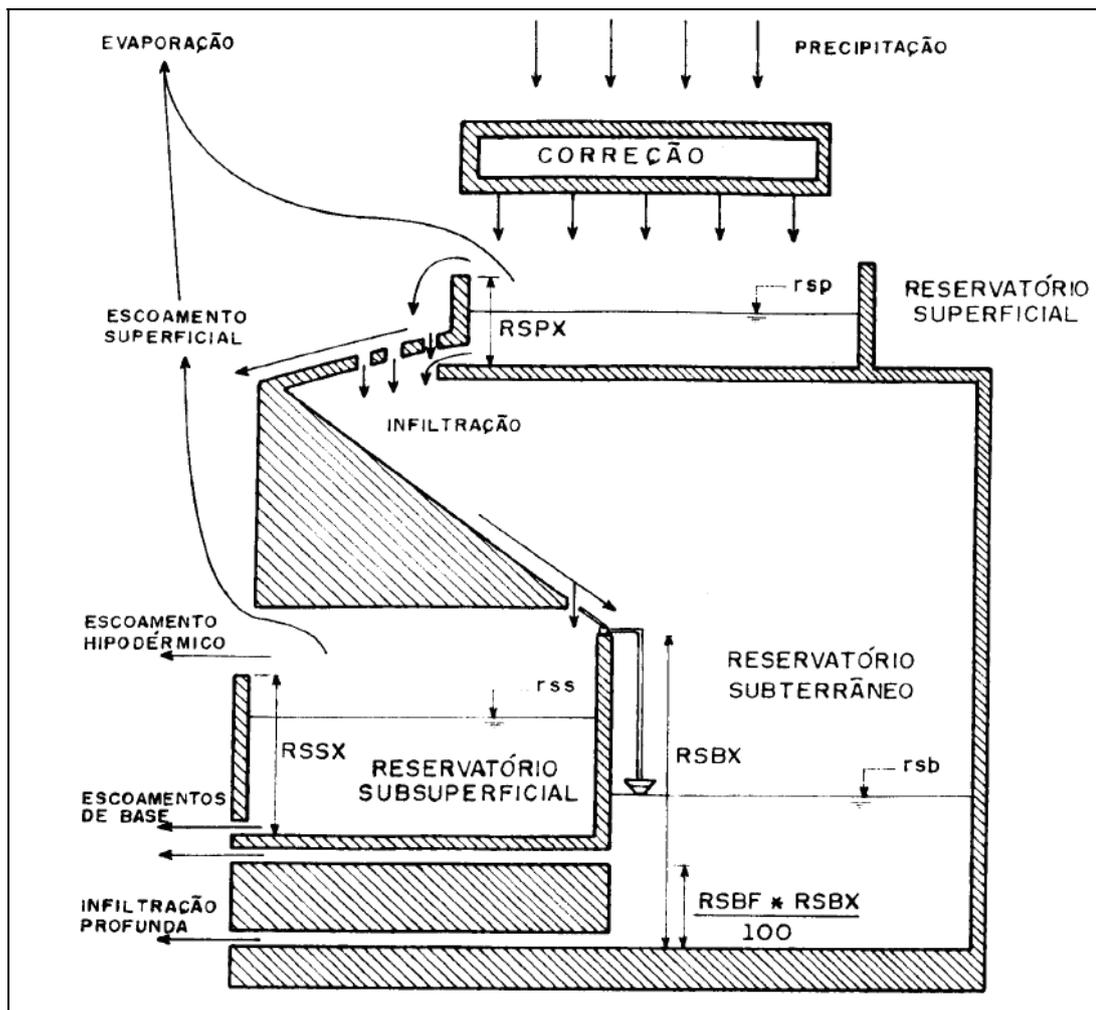


Figura 2.9-5 - Esquema do funcionamento do MODHAC

Os dados utilizados para a calibração do MODHAC foram os mesmos utilizados com o SMAP. Na FIGURA 2.9-6 é apresentado o gráfico com os dados medidos e calibrados.

Na FIGURA 2.9-7 é apresentada a correlação entre estes dados. O coeficiente de determinação foi de  $R^2=0,8845$ . No QUADRO 2.9-5 são apresentados os parâmetros calibrados para a simulação apresentada.

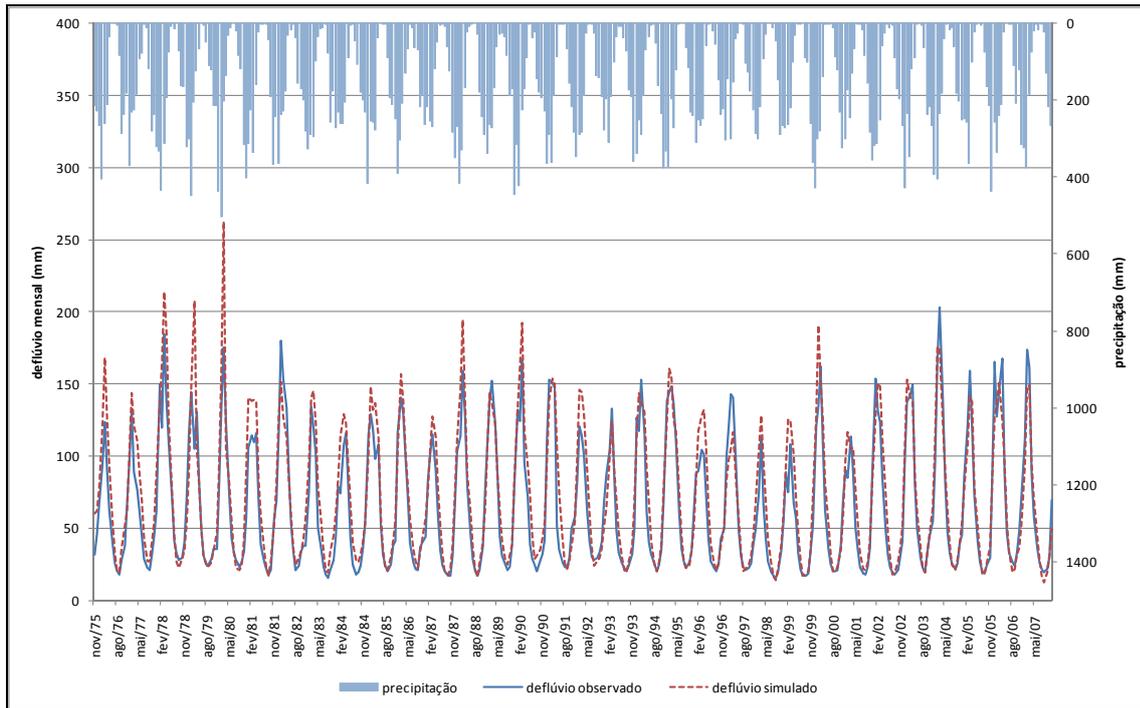


Figura 2.9-6 - Calibração do MODHAC em Jusante Foz Peixoto de Azevedo

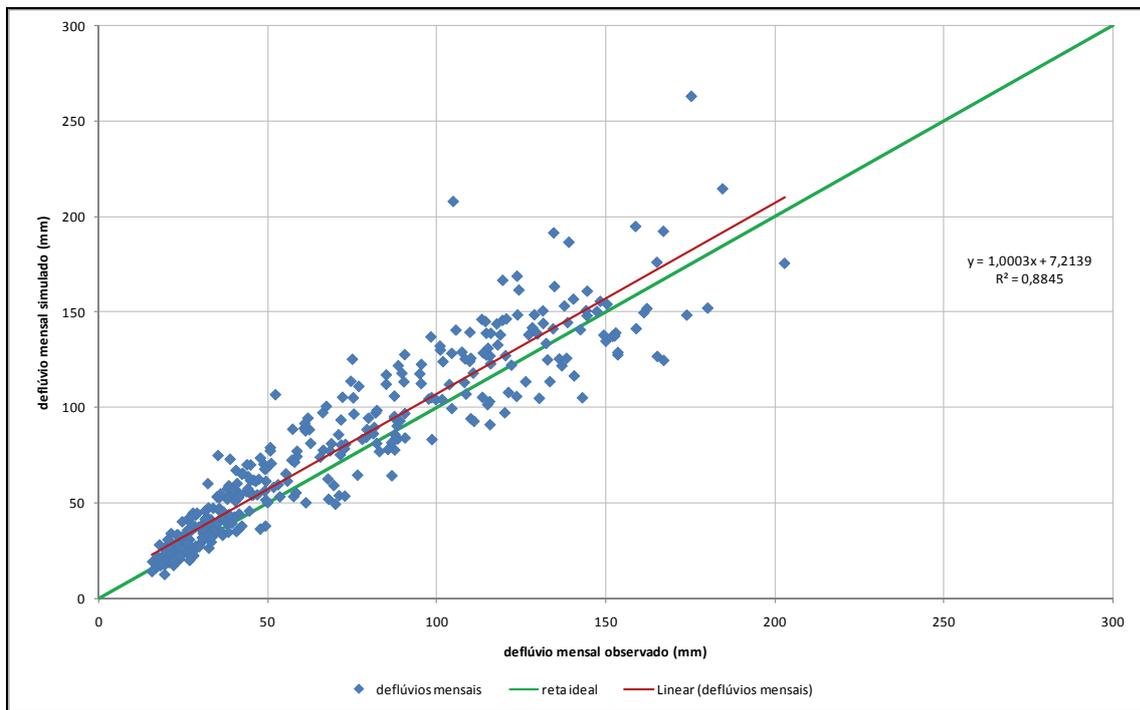


Figura 2.9-7 - Correlação ente os deflúvios medidos e calibrados com o MODHAC

**Quadro 2.9-5 - Parâmetros calibrados pelo MODHAC para a simulação do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo**

RSPX	RSSX	RSBX	RSBY	IMAX	IMIN	IDEC	ASP	ASS	ASB	ASBY	PRED	CEVA	CHET
409.3	498.8	502.5	0	199.9	9.92	0.187	0.2661	1.29E-02	0.5307	0	999	0	0

### Conclusões do Estudo

Diante dos diversos testes realizados e dos vários resultados obtidos, foram adotados dois critérios objetivos na escolha da metodologia a ser adotada para a extensão das séries de vazão: (i) foi analisado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) final da metodologia, em função dos dados de entrada. Metodologias com valores de  $R^2$  muito baixos foram descartadas antes de gerar a série de vazões médias mensais; (ii) foram comparados os valores da estatística descritiva das séries de vazão média mensal das séries geradas apenas para as metodologias escolhidas no passo anterior.

No **Quadro 2.9-6** estão resumidos os testes realizados e o valor de  $R^2$  final obtido para cada metodologia apresentada no início deste item, mantendo a mesma numeração. O  $R^2$  final é obtido multiplicando-se o valor de  $R^2$  nas etapas intermediárias de correlação ou modelagem matemática, ou, dependendo da metodologia, foram realizadas ponderações por área de drenagem.

**Quadro 2.9-6 - Metodologias Testadas para Estender a Série de Vazões Médias Mensais no Período entre 1931 e 1975**

Metodologia	Teste realizado	$R^2$ (parcial)	$R^2$ final
1	correlação: P4 Diamantino e Q Porto dos Gaúchos	0,7432	0,6619
	correlação: Q Porto dos Gaúchos e Q JFPA	0,8906	
2	correlação: P AltoTapajós, Diamantino - P média bacia	0,7745	0,6903
	modelagem MODHAC: P média bacia - Q JFPA	0,8921	
3	correlação: P AltoTapajós, Diamantino - P média bacia	0,7745	0,6056
	modelagem SMAP: P média bacia - Q JFPA	0,7819	
4	Série de vazões da Themag para Cachoeirão: correlação: P Vetor Regional - P média Cachoeirão	0,7013	0,6350
	modelagem SMAP modificado: P média Cach - Q Cachoeirão		
	Série de vazões para a incremental Cachoeirão-JFPA: correlação: P AltoTapajós, Diamantino - P média incremental	0,5861	
	modelagem MODHAC: P média incremental - Q incremental		
5	Série de vazões da Themag para Cachoeirão	0,7013	0,8263
	correlação: Q Cachoeirão (themag) - Q JFPA	0,9184	
6 (a)	correlação (polinômio): P4 AltoTapajós, Diamantino - Q JFPA	0,7744	0,7744
6 (b)	correlação (exponencial): P4 AltoTapajós, Diamantino - Q JFPA	0,8490	0,8490

**Observações:** P = precipitação; P4 = precipitação acumulada quadrimestral; Q = vazão; JFPA = Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

No quadro apresentado, para as metodologias de 1 a 3, o valor final de  $R^2$  foi obtido multiplicando-se os valores de  $R^2$  das etapas intermediárias. Para as metodologias 6(a) e 6(b), há somente uma etapa de

cálculos para transformação de precipitação em vazões médias mensais, logo, o valor final de  $R^2$  é o valor obtido na correlação.

Para as metodologias 4 e 5, como há o desmembramento da bacia de drenagem em várias sub-bacias para a execução de simulações matemáticas chuva-vazão, foram feitas ponderações de acordo com a área de drenagem.

Na metodologia 4, para se chegar ao valor do coeficiente de determinação da série de vazões obtida pela Themag para Cachoeirão, foram feitos os seguintes cálculos: (i) multiplicou-se o valor do  $R^2$  entre a precipitação na sub-bacia e o vetor regional de precipitações, pela razão entre a área de drenagem da sub-bacia e a área total da bacia de drenagem até Cachoeirão; (ii) o procedimento anterior foi repetido para todas as sub-bacias, e foi calculado o somatório destes valores de  $R^2$  ponderados por área, resultando no  $R^2$  médio entre o vetor regional de precipitações e a precipitação média sobre a bacia de drenagem até Cachoeirão; (iii) foram multiplicados os valores de  $R^2$  da modelagem chuva-vazão em cada sub-bacia pela razão da área de drenagem da sub-bacia pela área de drenagem total da bacia de drenagem até Cachoeirão; (iv) o procedimento anterior foi repetido para todas as sub-bacias e o somatório dos valores resulta no  $R^2$  médio da modelagem chuva-vazão nas várias sub-bacias; (v) a multiplicação dos valores de  $R^2$  obtido nos passos ii) e iv) resultam no  $R^2$  médio da metodologia utilizada pela Themag para gerar as vazões em Cachoeirão.

Metodologia semelhante, porém aplicada a uma única sub-bacia, foi utilizada para a obtenção do valor de  $R^2$  apresentado para a obtenção da série de vazões para a bacia incremental entre Cachoeirão e Jusante Foz Peixoto de Azevedo. Para o valor final de  $R^2$  da metodologia 4 foram somados os valores de  $R^2$  obtidos conforme descrito acima, ponderados pela razão da área de drenagem de cada trecho da bacia hidrográfica (até Cachoeirão, e incremental até Jusante Foz Peixoto de Azevedo) pela área da bacia hidrográfica do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

Para a metodologia 5 foi elaborado cálculo semelhante, porém o  $R^2$  da metodologia da Themag já havia sido calculado conforme descrito nos parágrafos anteriores, e o  $R^2$  da correlação vazão-vazão foi obtido automaticamente da correlação. Os valores de  $R^2$  intermediários foram posteriormente ponderados pela representatividade da sua área de drenagem na área total da bacia de drenagem do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

Pelos resultados do coeficiente de determinação, pode-se observar que a simulação chuva-vazão na bacia incremental entre Cachoeirão e Jusante Foz Peixoto de Azevedo não apresentou bons resultados. A determinação de uma série de vazões na bacia incremental entre as duas estações fluviométricas apresenta o somatório de imprecisões de duas curvas-chave, duas consistências diferentes, dentre outros fatores. Para o caso específico do rio Teles Pires, soma-se o fato da bacia incremental estar localizada em um trecho da bacia hidrográfica onde o formato da bacia e o regime de precipitações modificam-se significativamente. A série de precipitações está condicionada à metodologia de Thiessen para poucas estações de precipitação. Estes fatores dificultaram a calibração do modelo matemático chuva-vazão no trecho, levando a resultados ruins.

Para o caso das metodologias 6(a) e 6(b), por se tratar dos mesmos dados, porém com tentativas de ajuste de diferentes linhas de tendência, foi gerada a série de vazões apenas para a que obteve melhor ajuste na correlação, a metodologia 6(b).

Considerando-se os valores finais de coeficientes de determinação, foram escolhidas as metodologias 2, 5 e 6(b) para a geração das séries de vazão e análise das estatísticas básicas. Foram feitas análises no período coincidente entre as séries geradas e as vazões observadas (jan/1976 a dez/2006) e também para o período completo das séries estendidas (jan/1931 a dez/2006). Os resultados das estatísticas

básicas estão apresentados no **Quadro 2.9-7**. Na **Figura 2.9-8** são mostradas as curvas de permanência para as séries de dados estudadas.

A curva de permanência mostra um maior descolamento da série gerada pela metodologia 2 (modelagem chuva-vazão de toda a bacia) em relação aos dados medidos. As metodologias 5 e 6b se ajustam melhor, tanto na curva de permanência quanto nas estatísticas básicas.

**Quadro 2.9-7 - Estatística descritiva das vazões médias mensais em Jusante Foz Peixoto de Azevedo para a série observada e dados gerados, período 1976-2006**

Parâmetros comparados	Série observ.	Série gerada (jan/76-dez/06)			Série gerada (jan/31-dez/06)		
	jan/76-dez/06	Metodol.5	Metodol.6b	Metodol.2	Metodol.5	Metodol.6b	Metodol.2
Média	2.035	2.003	1.949	2.285	2.138	2.092	2.376
Erro padrão	71	71	66	78	49	48	52
Mediana	1.494	1.538	1.561	1.822	1.575	1.665	1.926
Desvio padrão	1.371	1.376	1.280	1.509	1.487	1.447	1.578
Variância da amostra	1.879.057	1.892.366	1.638.473	2.276.818	2.211.107	2.094.620	2.490.785
Curtose	-0,5742	2,9606	1,4547	-0,1481	1,1752	1,0953	0,7088
Assimetria	0,7779	1,4054	1,2337	0,8059	1,1895	1,1603	0,9585
Intervalo	5.701	9.425	7.057	7.589	9.425	8.313	9.500
Mínimo	500	446	571	445	446	527	445
Máximo	6.201	9.871	7.629	8.034	9.871	8.839	9.945
Soma	756.855	745.073	725.032	849.958	1.949.467	1.908.215	2.167.128
Contagem	372	372	372	372	912	912	912
Maior(10)	6.201	9.871	7.629	8.034	9.871	8.839	9.945
Menor(90)	500	446	571	445	446	527	445
Nível confiança (95%)	140	140	131	154	97	94	103

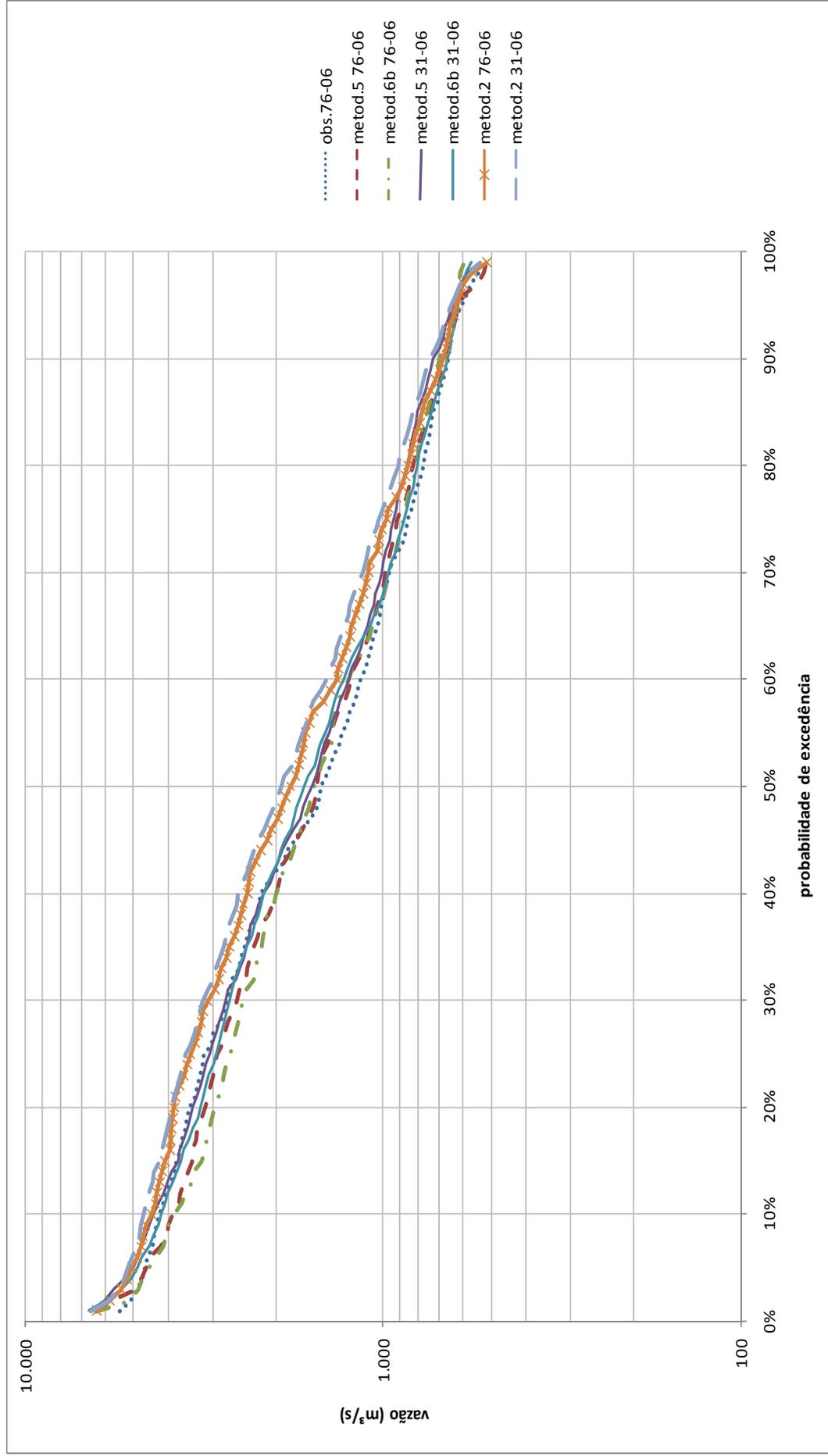


Figura 2.9-8 - Curvas de permanência da série de vazões observada e séries

Tomando como base as análises executadas, que indicam as metodologias 5 e 6(b) como as opções com maior coeficiente de determinação, optou-se pela adoção da metodologia 5. Esta metodologia guarda mais relação com o comportamento físico do escoamento na bacia hidrográfica, pois foi utilizada modelagem chuva-vazão na parte alta da bacia, dados obtidos pela simulação chuva-vazão realizada pela Themag para a estação de Cachoeirão.

A série de vazões escolhida como referência para a estação fluviométrica do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo foi aquela estendida para o período entre 1931 e 1975 com a utilização da correlação entre os dados de vazão do rio Teles Pires em Cachoeirão (série estendida da Themag) e em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, descrita pela metodologia 5.

A série de vazões médias mensais do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000), preenchida e estendida até 1931, é apresentada no **Quadro 2.9-8**, mostrando a origem de todos os preenchimentos realizados.

**Quadro 2.9-8 - Vazões Médias Mensais do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, Série Preenchida e Estendida**

(Continua)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média	mínimo	máximo
1931	3.333	4.259	5.573	3.351	2.342	1.465	1.073	889	888	1.279	1.597	2.583	2.386	888	5.573
1932	4.825	5.590	4.383	3.154	2.130	1.476	1.069	873	935	1.475	2.368	3.663	2.662	873	5.590
1933	5.008	4.672	4.511	3.693	2.153	1.394	1.046	907	861	889	1.037	2.254	2.369	861	5.008
1934	4.279	4.220	4.696	4.409	2.460	1.491	1.070	871	1.056	1.154	1.832	2.893	2.536	871	4.696
1935	3.821	4.973	4.726	4.388	2.520	1.535	1.112	920	854	993	1.677	2.042	2.463	854	4.973
1936	2.679	3.211	3.616	2.854	1.687	1.139	864	723	678	681	914	1.423	1.706	678	3.616
1937	2.232	2.754	3.159	2.758	1.787	1.150	828	681	683	816	1.185	2.421	1.705	681	3.159
1938	2.379	3.304	3.271	2.233	1.406	972	754	617	580	932	1.238	2.200	1.657	580	3.304
1939	3.402	4.649	5.988	4.068	2.267	1.479	1.097	845	808	909	1.458	2.352	2.444	808	5.988
1940	4.138	5.802	8.070	4.701	2.800	1.694	1.204	1.050	940	997	2.267	3.078	3.062	940	8.070
1941	4.333	4.627	4.852	4.245	2.375	1.478	1.164	962	915	1.162	1.868	2.769	2.562	915	4.852
1942	4.760	5.307	6.022	4.485	2.385	1.505	1.127	925	1.035	1.160	2.209	2.932	2.821	925	6.022
1943	5.195	5.041	4.707	2.844	1.768	1.231	963	812	823	1.393	2.040	2.683	2.458	812	5.195
1944	2.959	5.100	4.639	3.674	2.231	1.396	1.026	838	747	1.110	1.632	1.922	2.273	747	5.100
1945	3.232	5.998	6.579	4.494	3.013	1.758	1.238	962	845	1.072	1.972	3.603	2.897	845	6.579
1946	5.023	4.875	5.328	3.489	2.344	1.488	1.139	916	808	781	1.334	1.949	2.456	781	5.328
1947	3.187	3.524	5.693	3.651	2.067	1.335	1.020	823	771	1.087	1.356	3.087	2.300	771	5.693
1948	4.366	5.009	5.388	3.147	1.805	1.285	1.010	818	786	762	1.609	4.460	2.537	762	5.388
1949	6.456	6.194	5.336	3.284	1.973	1.321	1.009	839	750	947	1.257	2.451	2.651	750	6.456
1950	3.628	3.752	7.364	3.818	2.230	1.418	1.031	836	726	862	1.490	2.713	2.489	726	7.364
1951	4.635	4.111	3.908	2.741	1.686	1.146	880	737	665	701	914	1.338	1.955	665	4.635
1952	2.034	3.344	4.260	2.585	1.469	970	742	621	549	562	755	1.519	1.617	549	4.260
1953	2.048	3.170	5.754	3.608	1.904	1.161	849	694	926	1.114	1.342	2.482	2.088	694	5.754
1954	3.675	3.546	3.927	2.380	1.643	1.121	828	678	637	653	974	1.297	1.780	637	3.927
1955	2.536	3.098	2.715	2.741	1.771	1.159	811	650	588	784	748	2.402	1.667	588	3.098
1956	3.008	3.517	3.135	2.511	1.877	1.323	957	761	714	808	1.631	3.188	1.952	714	3.517
1957	4.745	6.238	5.347	3.708	2.390	1.462	1.063	877	983	926	1.381	2.053	2.598	877	6.238
1958	4.868	4.879	4.792	4.161	2.535	1.537	1.141	897	816	1.059	1.290	2.846	2.568	816	4.879
1959	5.925	5.534	6.657	4.261	2.379	1.680	1.191	947	837	929	1.706	2.012	2.838	837	6.657
1960	5.864	6.343	6.534	4.321	2.857	1.744	1.227	1.008	871	1.517	3.373	4.986	3.387	871	6.534
1961	7.362	6.818	5.750	4.053	2.431	1.604	1.209	1.022	900	930	1.095	2.019	2.933	900	7.362
1962	4.556	4.849	4.402	2.903	1.734	1.253	963	811	895	920	1.054	3.193	2.294	811	4.849
1963	4.152	3.775	3.465	2.091	1.425	1.003	797	679	624	612	827	1.014	1.705	612	4.152
1964	2.321	3.966	3.966	2.789	1.652	1.040	782	640	576	1.067	2.809	2.987	2.050	576	3.966
1965	3.631	4.026	3.536	2.344	1.463	1.012	785	661	627	1.322	1.856	3.077	2.028	627	4.026
1966	4.222	4.893	4.386	3.401	2.035	1.290	950	776	718	1.149	1.116	1.221	2.180	718	4.893
1967	1.708	2.903	2.865	2.254	1.316	899	695	603	562	739	1.019	1.784	1.446	562	2.903
1968	2.485	4.467	3.762	2.409	1.428	954	733	653	681	885	1.009	2.472	1.828	653	4.467
1969	4.129	3.509	3.134	2.430	1.518	1.025	767	632	603	776	1.138	2.142	1.817	603	4.129
1970	2.456	3.732	2.931	2.494	1.642	1.050	799	645	636	837	1.230	1.382	1.653	636	3.732
1971	1.944	2.915	3.276	2.291	1.486	949	759	623	636	1.133	1.266	1.959	1.603	623	3.276
1972	2.875	3.746	3.502	2.880	1.731	1.113	814	715	753	807	1.307	3.008	1.938	715	3.746
1973	3.451	3.935	4.902	3.950	2.477	1.575	1.067	866	693	861	1.587	2.320	2.307	693	4.902
1974	3.365	3.148	4.260	3.712	2.168	1.400	1.013	804	733	907	1.028	1.822	2.030	733	4.260
1975	2.360	2.646	3.317	2.734	1.689	1.073	831	675	601	763	988	1.553	1.602	601	3.317
1976	2.031	3.015	3.783	2.860	1.893	1.188	816	626	576	854	1.164	2.217	1.752	576	3.783
1977	2.985	4.154	2.709	2.431	1.871	1.374	908	689	665	968	1.384	2.110	1.854	665	4.154
1978	4.586	3.775	5.641	4.393	3.356	2.185	1.314	998	887	915	1.246	2.407	2.642	887	5.641
1979	3.539	4.563	3.206	4.117	2.514	1.529	992	751	807	872	1.106	1.208	2.100	751	4.563
1980	2.505	4.258	5.359	3.905	2.194	1.337	1.061	858	735	803	1.015	1.876	2.159	735	5.359
1981	3.231	3.622	3.357	3.664	2.170	1.178	862	680	577	653	1.764	2.330	2.007	577	3.664
1982	3.539	5.690	4.693	4.216	2.706	1.623	1.080	658	765	1.051	1.177	1.289	2.374	658	5.690
1983	2.308	4.246	3.652	3.217	1.553	1.071	733	565	505	655	853	1.521	1.740	505	4.246
1984	2.420	2.357	3.285	3.663	2.440	1.302	782	551	626	750	1.089	1.752	1.751	551	3.663
1985	3.517	4.071	3.608	3.104	3.307	1.583	1.015	735	649	773	1.158	1.385	2.075	649	4.071
1986	3.535	4.436	3.969	3.152	2.231	1.212	831	669	677	1.122	1.229	1.495	2.046	669	4.436
1987	2.539	3.209	3.507	2.852	1.794	1.082	762	632	537	535	943	2.218	1.718	535	3.507
1988	3.171	3.581	4.855	4.052	2.426	1.421	904	648	540	657	1.145	2.503	2.159	540	4.855
1989	3.322	4.381	4.646	3.857	2.679	1.352	996	766	678	729	1.169	2.639	2.268	678	4.646
1990	4.047	3.926	5.106	3.001	2.191	1.189	920	773	647	829	979	1.414	2.085	647	5.106
1991	3.366	4.831	4.597	4.655	1.598	1.080	850	720	717	878	1.509	1.977	2.232	717	4.831
1992	2.516	3.810	3.497	3.192	1.859	1.253	968	849	939	1.019	1.267	2.224	1.949	849	3.810
1993	2.651	3.300	4.059	2.788	1.495	1.036	820	698	650	751	979	1.675	1.742	650	4.059
1994	3.861	3.720	4.666	3.638	1.864	1.242	1.013	766	653	769	1.076	2.318	2.132	653	4.666
1995	4.231	4.564	4.535	4.304	3.387	1.793	1.132	830	728	809	1.051	2.075	2.453	728	4.564

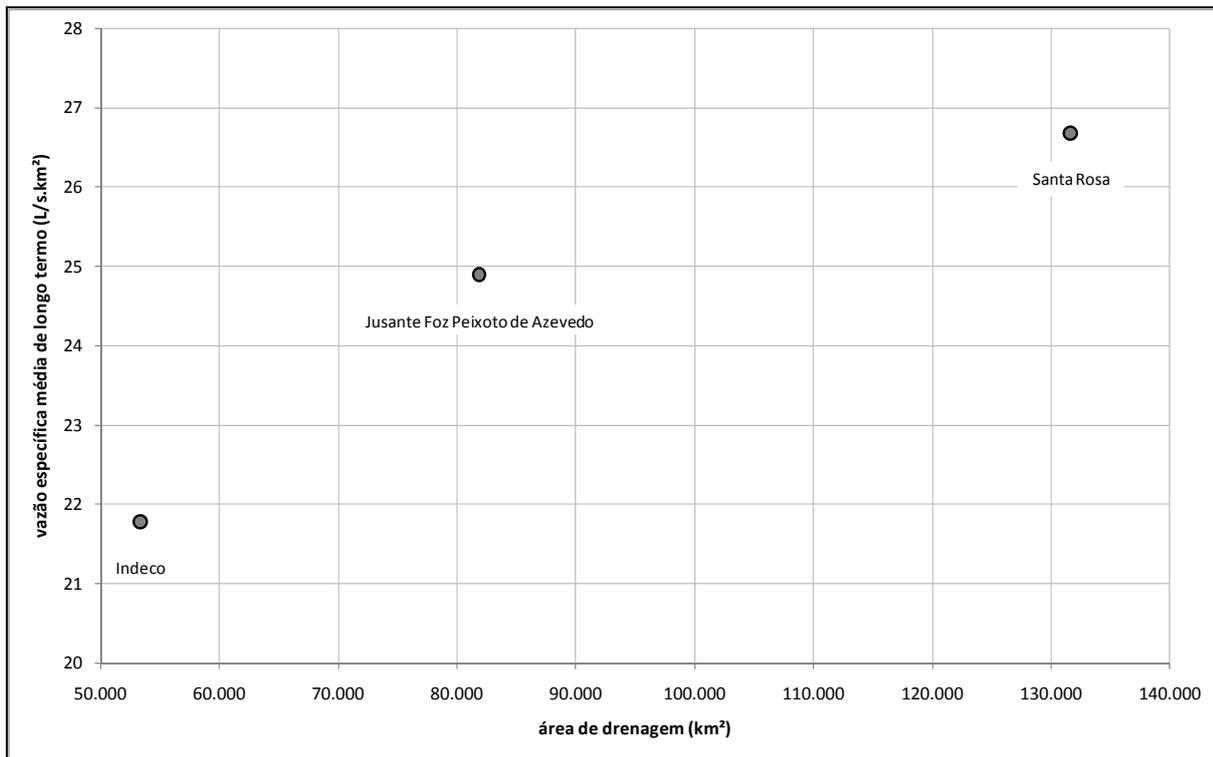
**Quadro 2.9-8 - Vazões Médias Mensais do Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, Série Preenchida e Estendida**

													(Conclusão)		
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média	mínimo	máximo
1996	2,685	2,833	3,193	3,189	2,205	1,297	863	696	644	773	1,295	1,616	1,774	644	3,193
1997	3,014	3,794	4,374	4,443	2,677	1,502	977	730	664	686	798	1,304	2,080	664	4,443
1998	1,501	2,379	3,479	2,095	1,342	838	616	522	500	606	1,075	1,890	1,404	500	3,479
1999	2,724	2,371	3,314	2,127	1,747	993	694	534	543	586	1,038	1,728	1,533	534	3,314
2000	3,679	4,251	4,957	3,477	1,917	1,097	787	625	646	654	1,174	2,274	2,128	625	4,957
2001	2,769	2,688	3,470	2,763	1,553	1,103	739	566	582	727	1,115	2,934	1,751	566	3,470
2002	4,695	4,150	3,788	2,687	1,463	962	724	598	582	638	956	1,402	1,887	582	4,695
2003	3,010	4,351	4,355	4,720	2,484	1,513	949	701	632	1,004	1,363	1,875	2,247	632	4,720
2004	2,916	5,216	6,201	4,328	2,492	1,448	1,032	778	698	789	1,205	1,494	2,383	698	6,201
2005	2,616	3,829	4,860	3,753	2,222	1,236	850	635	596	740	907	3,068	2,109	596	4,860
2006	5,051	4,018	4,407	5,279	2,676	1,434	1,032	823	760	1,022	1,462	2,465	2,536	760	5,279
2007	3,394	5,495	4,930	2,763	1,772	1,129	829	678	617	678	937	2,371	2,133	617	5,495
<b>média</b>	3,527	4,167	4,447	3,392	2,085	1,301	940	755	719	890	1,330	2,242	2,149	701	4,738
<b>mínimo</b>	1,501	2,357	2,709	2,091	1,316	838	616	522	500	535	748	1,014	1,404	500	2,903
<b>máximo</b>	7,362	6,818	8,070	5,279	3,387	2,185	1,314	1,050	1,056	1,517	3,373	4,986	3,387	940	8,070
Observações:															
Série gerada na Leme para os estudos de viabilidade dos AHE São Manoel e Teles Pires, rio Teles Pires.															
Os dados utilizados foram as leituras de cotas bi-diárias da ANA, resumos de medição de descarga líquida e seções transversais, disponíveis no Hidroweb, para o período entre nov/1975 e dez/2007															
A extensão da série para o período entre jan/1931 e out/1975 foi feita por correlação entre vazões em Cachoeirão (Themag) e Jusante Foz Peixoto de Azevedo.															
Legenda:															
cinza	valores estendidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em CACHOEIRÃO, série estendida da THEMAG														
vermelho	valores preenchidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em TRÊS MARIAS, da ANA														
azul	valores preenchidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em TELES PIRES, da ANA														
verde	valores preenchidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em SANTA ROSA, da ANA														
laranja	valores preenchidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em CACHOEIRÃO, da ANA														
roxo	valores preenchidos por correlação com dados de VAZÃO média mensal em PORTO RONCADOR, da ANA														
amarelo	valores preenchidos por correlação com dados de COTA média diária em INDECO, dados ANA bi-diários tratados														
marrom	valores preenchidos por correlação com dados de COTA média diária em SANTA ROSA, dados ANA bi-diários tratados														

### Transferência da Série de Vazões para o Local do Aproveitamento

Para transferência da série de vazões para o local dos aproveitamentos foram utilizadas as séries de vazão preenchidas para as estações de Indeco, Jusante Foz Peixoto de Azevedo e Santa Rosa.

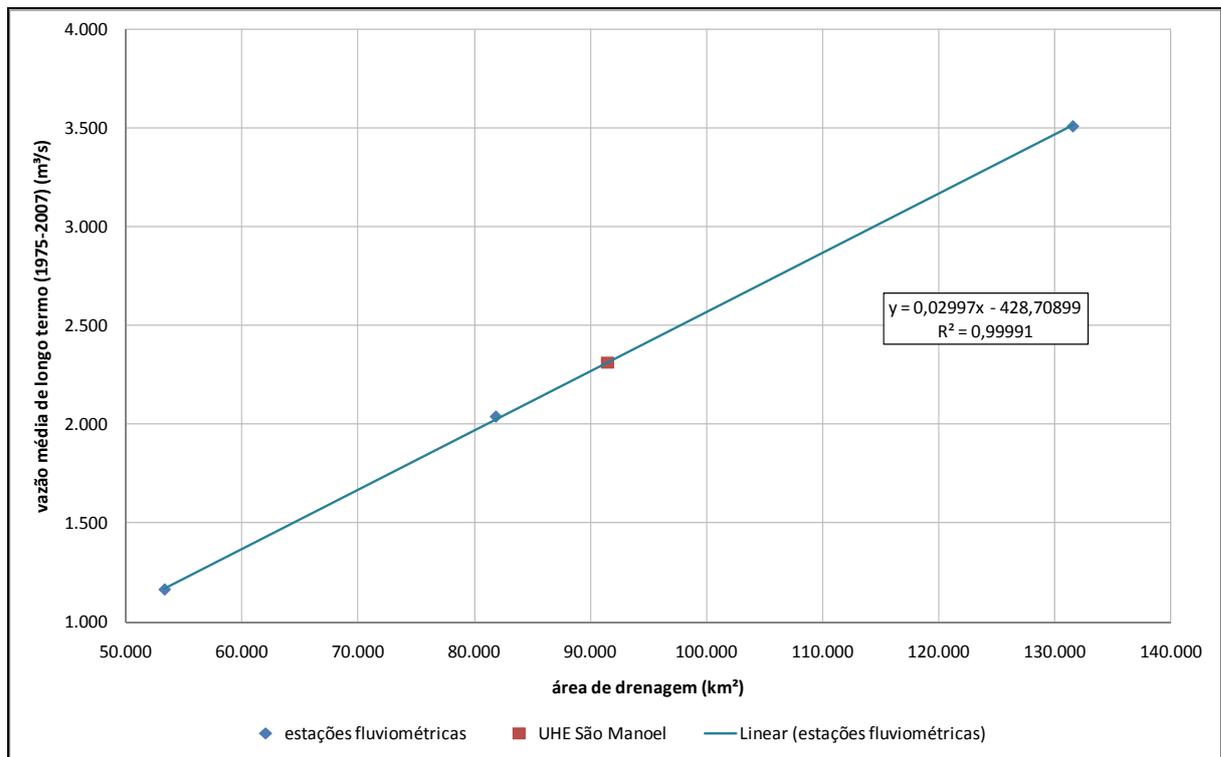
Inicialmente foi construído um gráfico de vazão específica média de longo termo em função da área de drenagem das estações utilizando-se apenas os dados das estações que foram preenchidas para o período coincidente, jan/1976 a dez/2007. Na **Figura 2.9-9**, pode-se observar o incremento de vazão específica a medida em que aumenta a área de drenagem, ocasionado pelo aumento das precipitações à medida que se desloca do sul para o norte da bacia hidrográfica do rio Teles Pires. Este acréscimo é observado apenas entre estas três estações da bacia hidrográfica, trecho onde está localizada a UHE São Manoel. Esta característica peculiar da bacia levou à adoção de um critério para transferência das vazões da estação de Jusante Foz Peixoto de Azevedo para o local do empreendimento, considerando não só a ponderação por área de drenagem como também a vazão média de longo termo das estações.



**Figura 2.9-9 – Vazões específicas médias de longo termo na bacia do rio Teles Pires, período jan/1976 a dez/2007**

Foi elaborado outro gráfico associando as áreas de drenagem com as vazões médias de longo termo (período jan/1976 a set/2007) nas três estações, conforme pode ser observado na **Figura 2.9-10**. A reta de regressão obtida foi utilizada para definir a vazão média de longo termo no local da UHE São Manoel. Desta forma, são consideradas: a vazão média de longo termo e a área de drenagem como fatores de ponderação para a obtenção da série de vazões no local dos aproveitamentos, ao invés de fazer simples ponderação por área de drenagem.

Os dados de vazão são apresentados no **Quadro 2.9-9**. A partir da reta de regressão apresentada e os valores da área de drenagem no local dos dois aproveitamentos foram obtidas as vazões médias de longo termo para o local do aproveitamento (coluna Q do quadro). Posteriormente, dividindo-se o valor da vazão média de longo termo no local do aproveitamento pela vazão média de longo termo em Jusante Foz Peixoto de Azevedo, é obtido o fator multiplicador apresentado no quadro. Este multiplicador foi truncado na 3ª casa decimal e foi utilizado para multiplicar as vazões médias mensais em Jusante Foz Peixoto de Azevedo para a obtenção das séries de vazão na UHE São Manoel, série apresentada no **Quadro 2.9-10**.



**Figura 2.9-10 - Vazões médias de longo termo (1976-2007) em função das áreas de drenagem nas estações de referência e no local da UHE São Manoel**

**Quadro 2.9-9 - Vazões médias de longo termo (jan/1976 - dez/2007) e áreas de drenagem nas estações de referência e no local da UHE São Manoel**

Local	AD (km²)	Q <sub>(1975-2007)</sub> (m³/s)	q (L/s.km²)	Multiplicador
Indeco	53.312	1.161	21,8	-
Jusante Foz Peixoto de Azevedo	81.858	2.038	24,9	-
Santa Rosa	131.594	3.511	26,7	-
UHE São Manoel	91.488	2.313	25,3	1,135

**Quadro 2.9-10 - Série de Vazões Médias Mensais na UHE São Manoel**

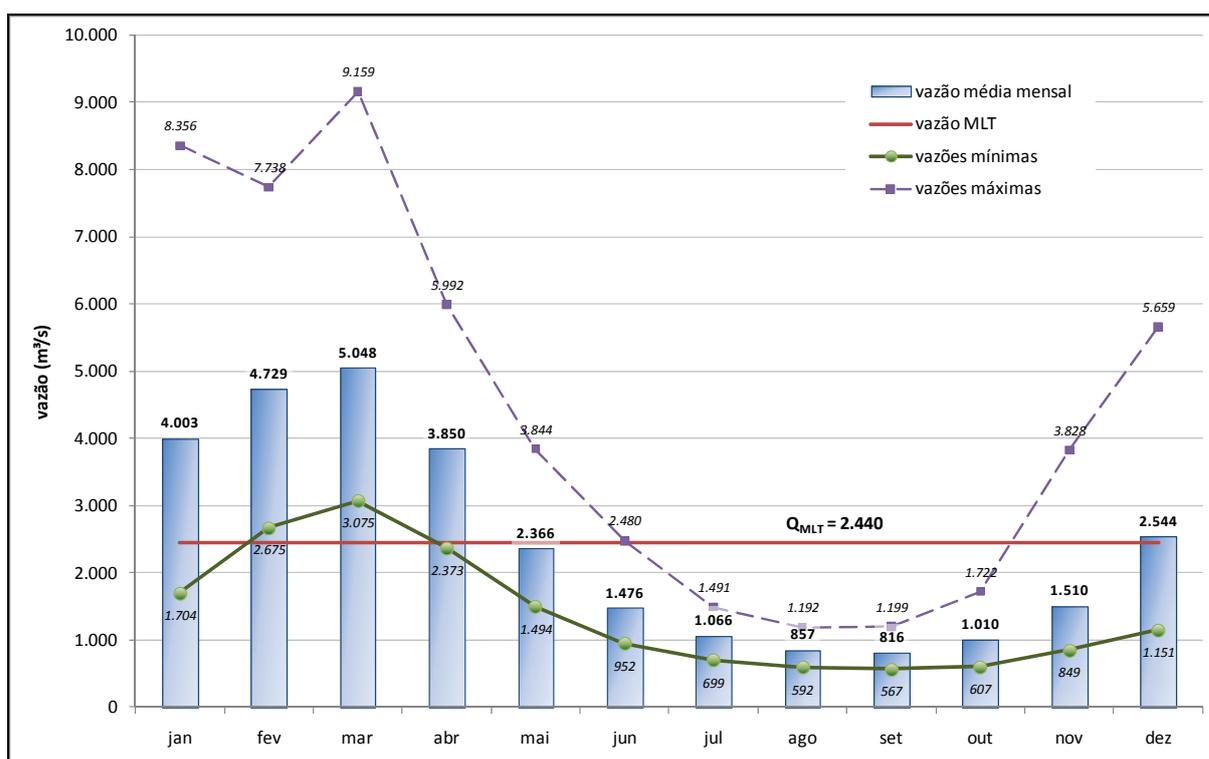
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média	mínimo	máximo
1931	3.783	4.834	6.325	3.803	2.658	1.663	1.217	1.009	1.008	1.452	1.812	2.932	2.708	1.008	6.325
1932	5.476	6.345	4.975	3.579	2.418	1.675	1.213	991	1.061	1.674	2.687	4.158	3.021	991	6.345
1933	5.684	5.303	5.119	4.191	2.443	1.583	1.188	1.029	977	1.009	1.177	2.558	2.689	977	5.684
1934	4.857	4.789	5.330	5.004	2.792	1.693	1.214	988	1.199	1.310	2.080	3.283	2.878	988	5.330
1935	4.337	5.644	5.364	4.981	2.860	1.742	1.262	1.044	969	1.128	1.903	2.318	2.796	969	5.644
1936	3.040	3.644	4.104	3.239	1.915	1.293	981	821	770	773	1.038	1.615	1.936	770	4.104
1937	2.534	3.126	3.586	3.130	2.028	1.305	940	772	775	927	1.345	2.748	1.935	772	3.586
1938	2.700	3.750	3.713	2.535	1.596	1.103	855	700	658	1.058	1.405	2.497	1.881	658	3.750
1939	3.861	5.276	6.796	4.618	2.574	1.678	1.245	960	917	1.032	1.655	2.670	2.773	917	6.796
1940	4.697	6.586	9.159	5.336	3.178	1.923	1.366	1.192	1.067	1.132	2.573	3.494	3.475	1.067	9.159
1941	4.917	5.252	5.507	4.819	2.696	1.678	1.321	1.092	1.038	1.319	2.120	3.143	2.908	1.038	5.507
1942	5.403	6.023	6.835	5.091	2.706	1.708	1.280	1.050	1.174	1.316	2.507	3.327	3.202	1.050	6.835
1943	5.896	5.721	5.342	3.228	2.007	1.397	1.093	922	934	1.581	2.315	3.045	2.790	922	5.896
1944	3.358	5.789	5.266	4.170	2.532	1.585	1.164	951	847	1.260	1.853	2.181	2.580	847	5.789
1945	3.669	6.807	7.468	5.101	3.419	1.996	1.405	1.091	959	1.217	2.239	4.089	3.288	959	7.468
1946	5.701	5.533	6.047	3.961	2.661	1.689	1.293	1.039	917	887	1.515	2.213	2.788	887	6.047
1947	3.618	4.000	6.461	4.144	2.346	1.515	1.158	934	875	1.233	1.539	3.504	2.611	875	6.461
1948	4.955	5.685	6.115	3.571	2.049	1.458	1.147	928	893	865	1.827	5.062	2.880	865	6.115
1949	7.327	7.030	6.056	3.728	2.239	1.500	1.145	952	851	1.075	1.427	2.782	3.009	851	7.327
1950	4.117	4.258	8.358	4.334	2.531	1.610	1.170	949	824	978	1.691	3.079	2.825	824	8.358
1951	5.261	4.666	4.436	3.111	1.914	1.301	999	836	755	796	1.038	1.518	2.219	755	5.261
1952	2.309	3.795	4.835	2.933	1.668	1.101	843	705	623	638	857	1.724	1.836	623	4.835
1953	2.324	3.597	6.531	4.095	2.160	1.318	963	788	1.051	1.265	1.523	2.817	2.369	788	6.531
1954	4.172	4.025	4.457	2.702	1.865	1.272	940	769	723	741	1.105	1.472	2.020	723	4.457
1955	2.879	3.516	3.081	3.111	2.011	1.315	921	738	667	890	849	2.726	1.892	667	3.516
1956	3.414	3.992	3.559	2.850	2.130	1.502	1.086	864	810	917	1.851	3.618	2.216	810	3.992
1957	5.386	7.080	6.069	4.208	2.713	1.660	1.206	995	1.116	1.051	1.567	2.330	2.948	995	7.080
1958	5.525	5.538	5.439	4.723	2.878	1.744	1.295	1.018	926	1.202	1.464	3.230	2.915	926	5.538
1959	6.724	6.281	7.556	4.837	2.700	1.907	1.352	1.074	949	1.055	1.937	2.284	3.221	949	7.556
1960	6.655	7.199	7.416	4.905	3.242	1.979	1.392	1.145	989	1.722	3.828	5.659	3.844	989	7.416
1961	8.356	7.738	6.526	4.601	2.760	1.820	1.373	1.160	1.022	1.055	1.243	2.291	3.329	1.022	8.356
1962	5.171	5.503	4.997	3.295	1.968	1.423	1.093	921	1.016	1.044	1.197	3.624	2.604	921	5.503
1963	4.712	4.284	3.932	2.373	1.617	1.139	905	771	708	694	938	1.151	1.935	694	4.712
1964	2.634	4.501	4.501	3.165	1.875	1.181	887	726	654	1.211	3.188	3.390	2.326	654	4.501
1965	4.122	4.570	4.014	2.660	1.660	1.149	891	750	712	1.501	2.107	3.492	2.302	712	4.570
1966	4.792	5.554	4.978	3.860	2.310	1.464	1.078	880	815	1.304	1.267	1.386	2.474	815	5.554
1967	1.938	3.295	3.252	2.558	1.494	1.020	789	684	638	839	1.157	2.024	1.641	638	3.295
1968	2.820	5.070	4.270	2.734	1.621	1.083	831	741	773	1.005	1.145	2.805	2.075	741	5.070
1969	4.686	3.983	3.558	2.758	1.723	1.163	870	717	685	881	1.291	2.431	2.062	685	4.686
1970	2.788	4.235	3.327	2.831	1.863	1.192	907	732	721	950	1.396	1.568	1.876	721	4.235
1971	2.207	3.309	3.718	2.600	1.687	1.077	861	707	722	1.286	1.437	2.223	1.820	707	3.718
1972	3.263	4.252	3.975	3.269	1.965	1.263	924	811	855	916	1.484	3.414	2.199	811	4.252
1973	3.917	4.466	5.564	4.483	2.812	1.787	1.211	983	786	978	1.801	2.633	2.618	786	5.564
1974	3.819	3.573	4.835	4.213	2.460	1.589	1.149	912	832	1.030	1.167	2.068	2.304	832	4.835
1975	2.679	3.003	3.765	3.103	1.917	1.218	943	766	682	866	1.121	1.762	1.819	682	3.765
1976	2.306	3.423	4.294	3.246	2.148	1.349	926	711	654	969	1.321	2.516	1.988	654	4.294
1977	3.388	4.715	3.075	2.759	2.124	1.560	1.031	782	755	1.098	1.571	2.395	2.104	755	4.715
1978	5.205	4.284	6.402	4.986	3.809	2.480	1.491	1.132	1.007	1.038	1.414	2.732	2.998	1.007	6.402
1979	4.017	5.179	3.638	4.673	2.853	1.736	1.126	852	916	990	1.255	1.371	2.384	852	5.179
1980	2.843	4.833	6.082	4.432	2.490	1.518	1.205	973	834	911	1.152	2.129	2.450	834	6.082
1981	3.667	4.111	3.811	4.158	2.463	1.337	978	772	654	742	2.002	2.645	2.278	654	4.158
1982	4.017	6.458	5.327	4.785	3.071	1.842	1.226	747	868	1.193	1.336	1.463	2.694	747	6.458
1983	2.620	4.820	4.145	3.652	1.763	1.215	831	641	573	744	969	1.726	1.975	573	4.820
1984	2.746	2.675	3.729	4.158	2.770	1.478	887	626	711	852	1.236	1.988	1.988	626	4.158
1985	3.992	4.620	4.096	3.523	3.753	1.796	1.152	834	736	877	1.315	1.572	2.356	736	4.620
1986	4.013	5.034	4.504	3.577	2.532	1.376	943	759	768	1.273	1.395	1.697	2.323	759	5.034
1987	2.882	3.643	3.980	3.237	2.036	1.228	865	718	609	607	1.070	2.518	1.949	607	3.980
1988	3.600	4.065	5.510	4.599	2.753	1.613	1.026	736	612	746	1.299	2.841	2.450	612	5.510
1989	3.771	4.973	5.274	4.378	3.041	1.534	1.130	870	769	827	1.327	2.995	2.574	769	5.274
1990	4.593	4.456	5.795	3.406	2.487	1.350	1.044	878	735	941	1.111	1.605	2.367	735	5.795
1991	3.820	5.484	5.217	5.283	1.814	1.226	965	814	814	997	1.713	2.244	2.533	814	5.484
1992	2.856	4.324	3.970	3.623	2.110	1.422	1.099	964	1.066	1.157	1.438	2.524	2.213	964	4.324
1993	3.009	3.745	4.607	3.165	1.696	1.175	931	792	738	853	1.111	1.901	1.977	738	4.607
1994	4.383	4.222	5.296	4.129	2.116	1.410	1.150	870	741	873	1.221	2.631	2.420	741	5.296
1995	4.802	5.180	5.147	4.885	3.844	2.036	1.285	942	826	918	1.193	2.355	2.784	826	5.180
1996	3.047	3.216	3.624	3.620	2.503	1.472	980	789	731	877	1.470	1.834	2.014	731	3.624
1997	3.421	4.307	4.964	5.042	3.039	1.705	1.109	828	754	779	906	1.480	2.361	754	5.042
1998	1.704	2.700	3.948	2.377	1.523	952	699	592	567	688	1.220	2.145	1.593	567	3.948
1999	3.092	2.691	3.761	2.415	1.983	1.127	788	607	616	665	1.178	1.961	1.740	607	3.761

### Quadro 2.9-10 - Série de Vazões Médias Mensais na UHE São Manoel

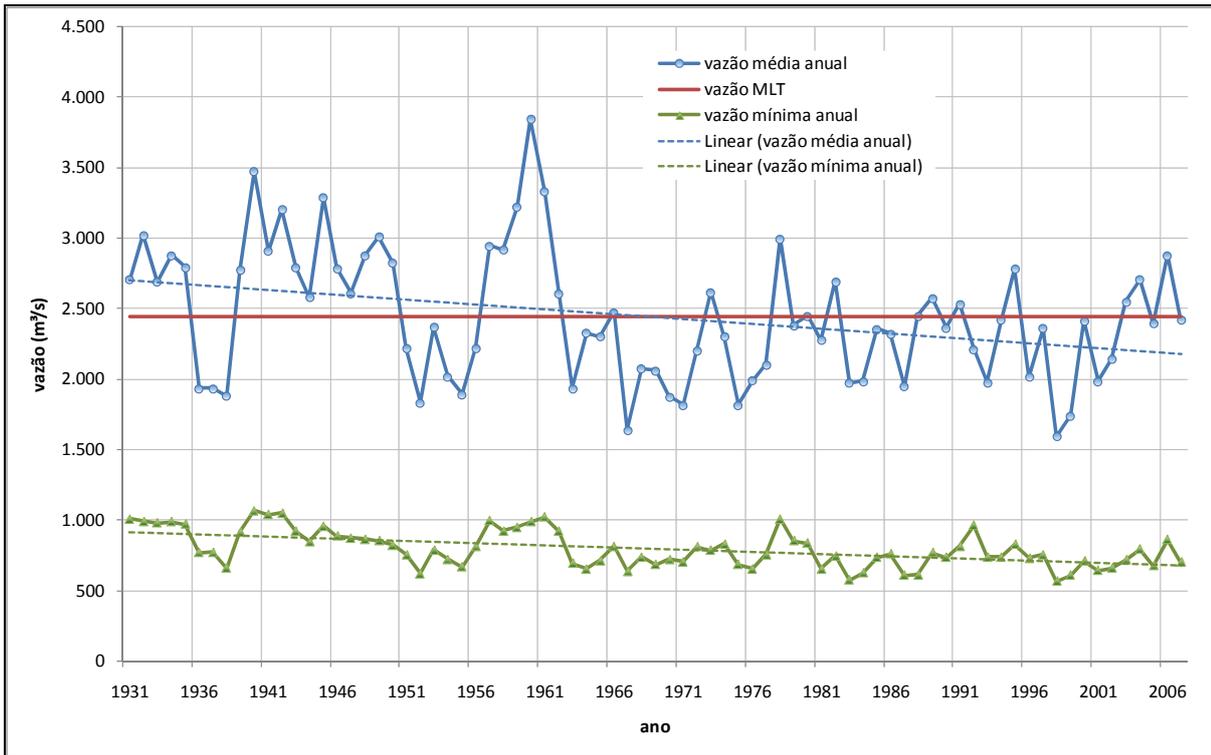
(conclusão)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média	mínimo	máximo
2000	4.176	4.825	5.626	3.947	2.176	1.245	894	709	733	742	1.333	2.580	2.416	709	5.626
2001	3.143	3.050	3.939	3.136	1.763	1.252	839	642	661	825	1.266	3.330	1.987	642	3.939
2002	5.328	4.711	4.299	3.050	1.661	1.092	821	679	660	724	1.085	1.592	2.142	660	5.328
2003	3.417	4.939	4.943	5.357	2.820	1.717	1.077	795	718	1.139	1.548	2.128	2.550	718	5.357
2004	3.310	5.920	7.038	4.912	2.829	1.644	1.171	883	793	896	1.368	1.695	2.705	793	7.038
2005	2.969	4.346	5.516	4.259	2.523	1.403	965	721	676	840	1.029	3.482	2.394	676	5.516
2006	5.732	4.561	5.002	5.992	3.037	1.628	1.171	934	862	1.160	1.660	2.798	2.878	862	5.992
2007	3.852	6.237	5.595	3.137	2.011	1.282	941	769	701	769	1.064	2.691	2.421	701	6.237
<b>média</b>	4.003	4.729	5.048	3.850	2.366	1.476	1.066	857	816	1.010	1.510	2.544	2.440	796	5.378
<b>mínimo</b>	1.704	2.675	3.075	2.373	1.494	952	699	592	567	607	849	1.151	1.593	567	3.295
<b>máximo</b>	8.356	7.738	9.159	5.992	3.844	2.480	1.491	1.192	1.199	1.722	3.828	5.659	3.844	1.067	9.159

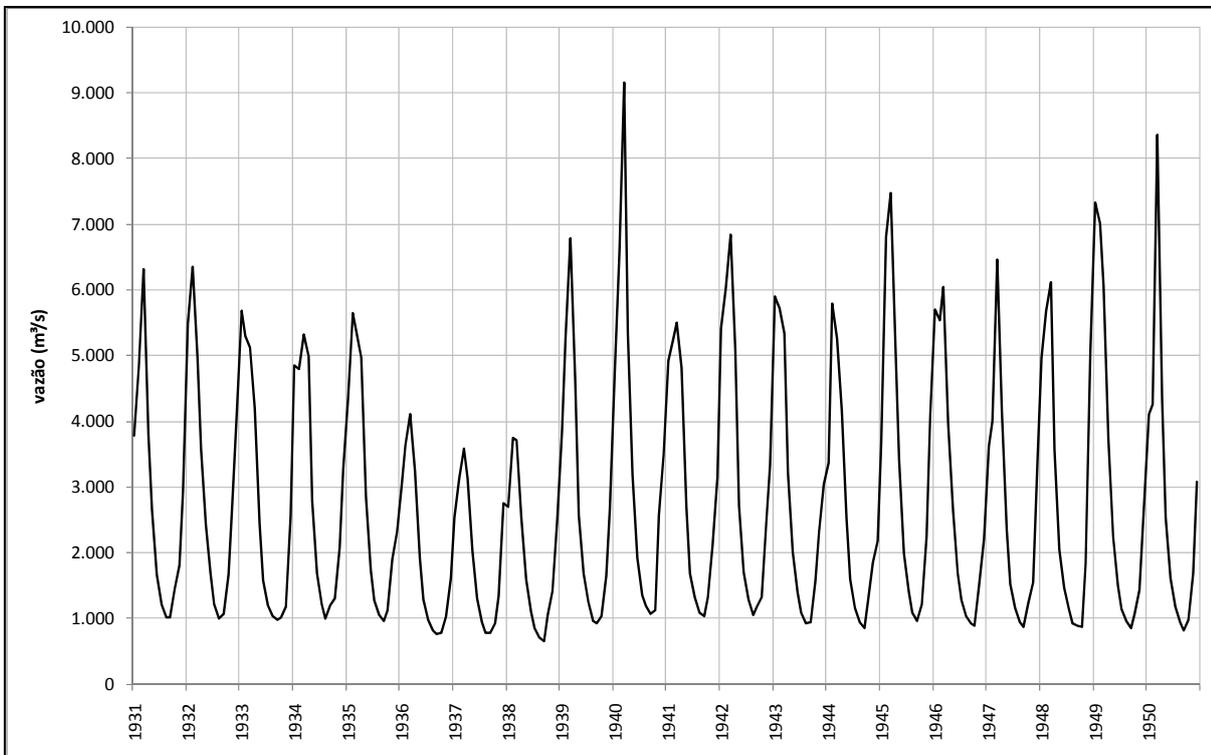
A partir da série de vazões médias foram plotados os gráficos apresentados a seguir, sendo: hidrograma médio mensal (**Figura 2.9-11**); hidrograma de vazões médias anuais (**Figura 2.9-12**); hidrograma de vazões médias mensais, organizados em gráficos de 20 anos (**Figura 2.9-13 a Figura 2.9-16**).



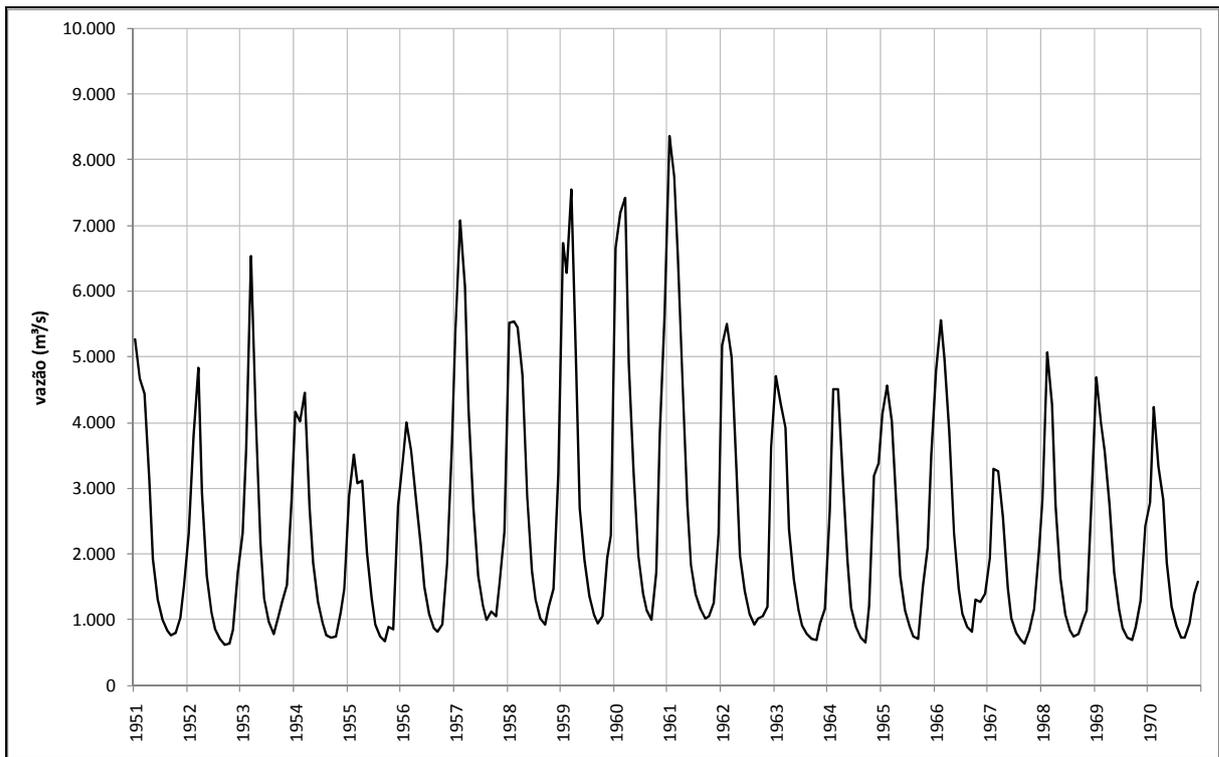
**Figura 2.9-11 - Hidrograma médio mensal do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007**



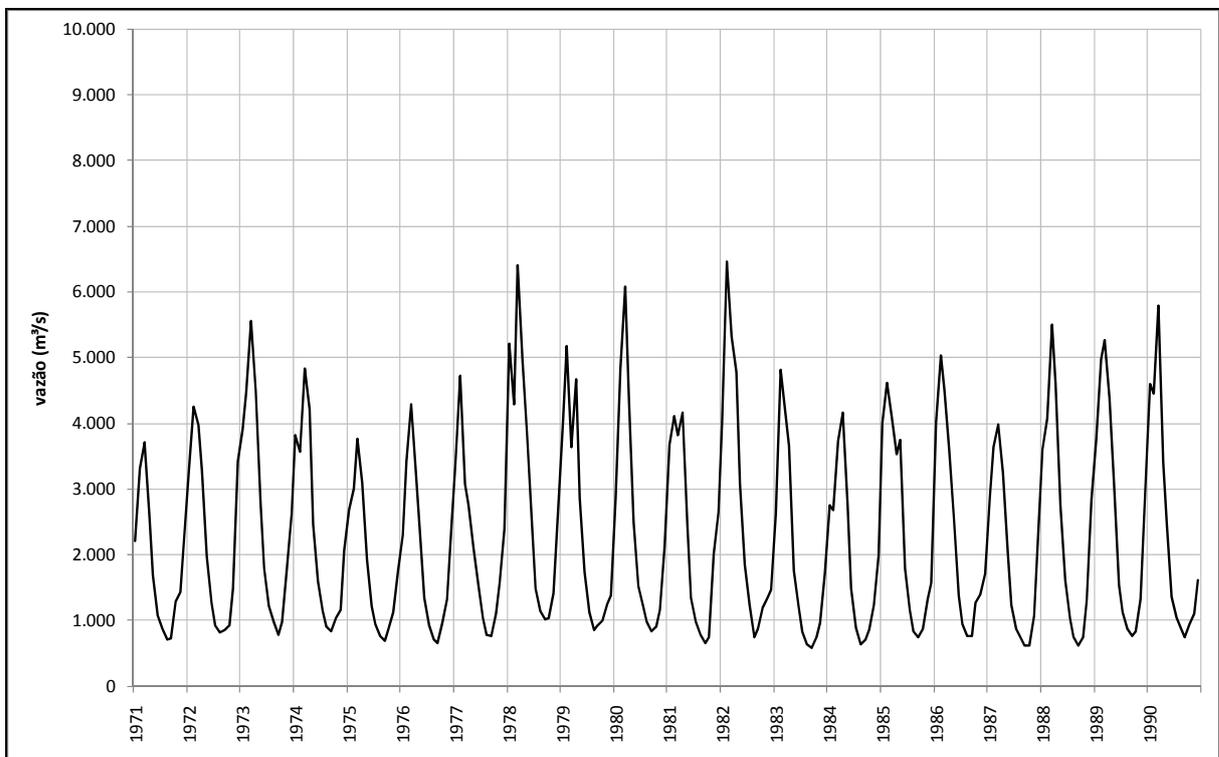
**Figura 2.9-12 - Hidrograma de Vazões Médias Anuais do Rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007**



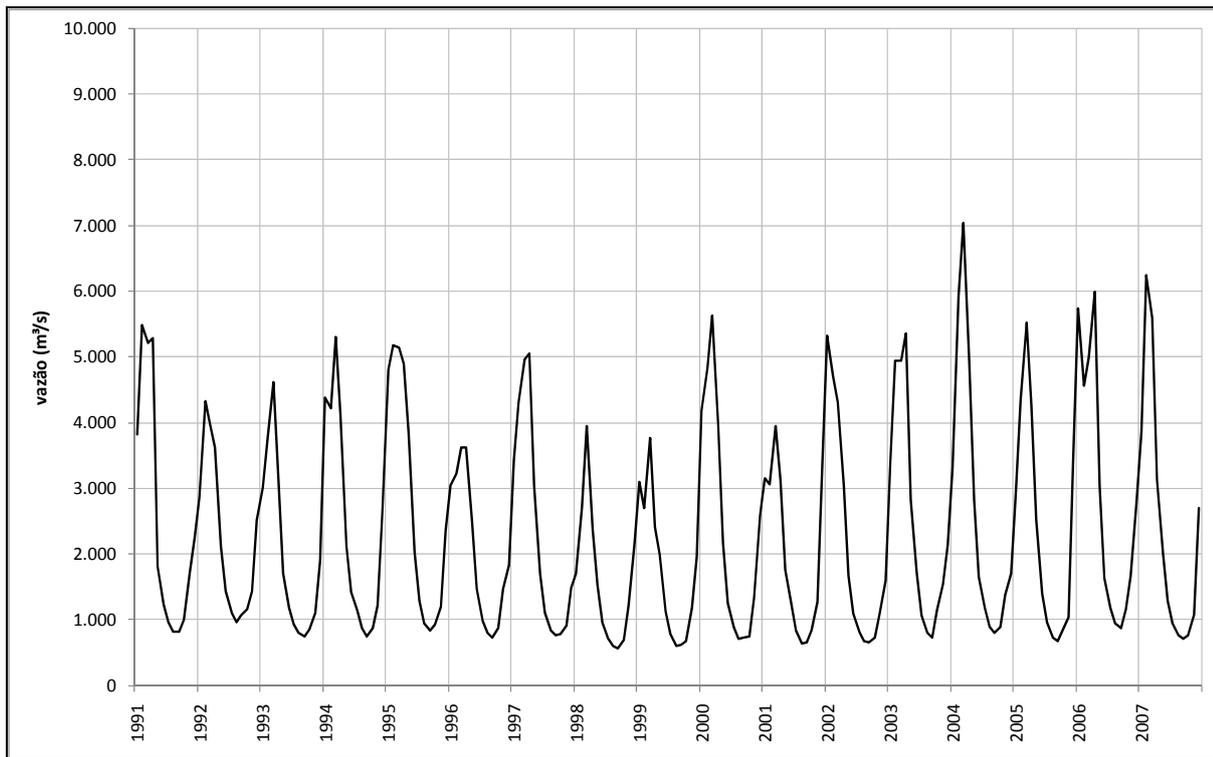
**Figura 2.9-13 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 1950**



**Figura 2.9-14 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1951 a 1970**



**Figura 2.9-15 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1971 a 1990**



**Figura 2.9-16 - Hidrograma de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1991 a 2007**

#### 2.9.1.1.2 Vazões Máximas

Em virtude da proximidade entre a estação fluviométrica do rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000) e o local do empreendimento, onde não se dispõe de série de dados de vazões máximas diárias, optou-se por calcular as cheias no local da estação fluviométrica, e transferi-las para o local da UHE São Manoel.

Para a elaboração do estudo de vazões máximas foi utilizada a série de vazões médias diárias da estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo, período de 1975 a 2007. A série de vazões médias diárias máximas para cada mês é apresentada no **Quadro 2.9-11**.

**Quadro 2.9-11 - Série de Vazões Médias Diárias Máximas de Cada Mês (m<sup>3</sup>/s), rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1975	---	--	--	-	-	-	-	-	----	782	1375	1788
1976	2446	4096	4314	3526	2488	1500	923	697	739	970	1855	2456
1977	3490	4548	3538	2772	2013	1482	1081	768	878	1195	1702	3514
1978	5444	5017	6812	6174	-	-	1246	1212	970	962	1375	3982
1979	4108	6144	4457	-	-	1179	1129	-	885	939	1284	-
1980	-	-	-	-	1807	1614	1221	919	793	1054	1392	2582
1981	3973	3930	4260	4233	2861	1423	988	725	618	804	2722	2722
1982	4888	6291	5361	4522	4121	1446	1207	-	1101	1171	1297	1809
1983	2968	4769	4151	4098	2088	1284	851	635	525	915	1226	1862
1984	2749	2823	3508	4211	3187	1807	934	618	710	1138	1404	2039
1985	4105	4026	3886	4070	679	-	-	-	679	988	1413	2013
1986	4483	4667	4249	3611	2861	1491	926	715	762	1535	1401	1915
1987	2877	3681	3904	3454	2200	1320	895	658	565	583	1401	2749
1988	3621	4999	5275	5227	3412	1702	1099	735	556	764	1682	3215
1989	3865	4957	4925	4728	3504	1475	1178	835	720	1047	1343	3642
1990	5264	5444	6994	3406	2764	1522	963	918	667	1053	1029	1665
1991	5112	5492	5635	5725	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	1495	1060	908	1021	1158	1500	2728
1993	2867	4623	4826	3613	1812	1150	908	732	691	964	1272	3075
1994	4499	3921	4961	4590	2521	1637	1225	870	687	980	2053	2749
1995	4900	5165	5165	4549	4026	2418	1377	940	779	874	1633	2348
1996	3301	3260	3516	3736	3264	1741	996	730	669	881	1685	1949
1997	3634	4078	5061	5218	3554	1787	1201	820	696	845	974	1650
1998	2108	3715	3783	3143	1646	991	693	543	521	727	1432	2193
1999	3127	2807	3736	2987	2108	1219	812	593	665	679	1242	2604
2000	4399	4802	5585	4728	2854	1331	910	701	735	737	1362	3007
2001	3007	3063	3839	3664	2123	1398	874	641	602	908	1925	4242
2002	5425	4645	4458	3504	1781	1190	802	686	639	730	1116	2035
2003	4535	5027	5103	5314	3504	2032	1124	784	691	1316	1708	2101
2004	3533	6692	6676	5439	3387	1781	1173	868	754	932	1423	2193
2005	3240	4030	5415	5237	2850	1566	999	708	641	769	1178	4694
2006	6159	4841	4881	5712	4594	1826	1171	893	878	1441	1605	3252
2007	4043	6749	6392	4008	2247	1395	921	787	677	825	1352	3171

Analisando o quadro é possível verificar que as vazões médias diárias máximas anuais ocorrem com maior frequência no mês de março, seguidos dos meses de fevereiro e abril. Podem ocorrer, com menos frequência, vazões máximas anuais no mês de janeiro. Portanto, este período de janeiro a abril seria a época esperada para a ocorrência da vazão máxima anual, com maior probabilidade de ocorrência no mês de março. A vazão máxima média diária do histórico ocorreu em março/1990, com valor de 6994 m<sup>3</sup>/s. As menores vazões máximas anuais, considerando-se apenas os anos com dados completos, ocorreram em abril/1996 e março/1999, com vazão de 3736 m<sup>3</sup>/s.

### Metodologia

A partir da série de vazões médias diárias máximas mensais foram selecionadas as vazões médias diárias máximas anuais em cada ano hidrológico, definido de outubro de um ano a setembro do ano seguinte, e também no período de estiagem, definido de junho a novembro do mesmo ano. As séries de vazões médias diárias máximas anuais de cada ano hidrológico e do período de estiagem, bem como as estatísticas de média, desvio padrão (s) e coeficiente de assimetria (g) são apresentadas no **Quadro 2.9-12**.

**Quadro 2.9-12 - Séries de Vazões Médias Diárias Máximas Anuais no Ano Hidrológico (Outubro a Setembro) e no Período de Estiagem (Junho a Novembro), e Estatísticas Descritivas, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000)**

Período de Cheias Anuais			Período de Estiagem - Junho - Novembro		
Ano Hidrológico			Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)
Out	-	Set			
1975	-	1976	4314	1975	-
1976	-	1977	4548	1976	1855
1977	-	1978	6812	1977	1702
1978	-	1979	6144	1978	1375
1979	-	1980	-	1979	1284
1980	-	1981	4260	1980	1614
1981	-	1982	6291	1981	2722
1982	-	1983	4769	1982	1446
1983	-	1984	4211	1983	1284
1984	-	1985	4105	1984	1807
1985	-	1986	4667	1985	1413
1986	-	1987	3904	1986	1535
1987	-	1988	5275	1987	1401
1988	-	1989	4957	1988	1702
1989	-	1990	6994	1989	1475
1990	-	1991	5725	1990	1522
1991	-	1992	-	1991	-
1992	-	1993	4826	1992	1500
1993	-	1994	4961	1993	1272
1994	-	1995	5165	1994	2053
1995	-	1996	3736	1995	2418
1996	-	1997	5218	1996	1741
1997	-	1998	3783	1997	1787
1998	-	1999	3736	1998	1432
1999	-	2000	5585	1999	1242
2000	-	2001	3839	2000	1362
2001	-	2002	5425	2001	1925
2002	-	2003	5314	2002	1190
2003	-	2004	6692	2003	2032
2004	-	2005	5415	2004	1781
2005	-	2006	6159	2005	1566
2006	-	2007	6749	2006	1826
				2007	1395
Tamanho da Amostra			30		31
Mínimo			3736		1190
Média			5119		1634
Máximo			6994		2722
Desvio Padrão (s)			993.4		345.2
Assimetria (g)			0.338		1.372

A partir da definição das séries de vazões médias diárias máximas anuais e do período de Estiagem (junho a novembro) foram ajustadas as distribuições Gumbel e Exponencial de dois parâmetros, a partir dos métodos dos momentos.

As curvas de frequência das distribuições Gumbel e Exponencial são dadas pelas seguintes equações:

$$\text{Gumbel: } X(T) = \mu - \alpha \cdot \left[ \ln \left( -\ln \left( \frac{T-1}{T} \right) \right) \right]$$

$$\text{Exponencial: } X(T) = \beta_0 - \beta_1 \cdot \ln \left( \frac{1}{T} \right)$$

Para a distribuição Gumbel, pelo método dos momentos, os parâmetros  $\alpha$  e  $\mu$  são estimados conforme as equações a seguir:

$$\alpha = 0,78 \cdot s$$

$$\mu = \bar{x} - 0,577 \cdot \alpha$$

onde:  $\bar{x}$  é o valor da média aritmética;  $s$  é valor do desvio padrão da amostra.

Para a distribuição Exponencial, os parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são dados por:

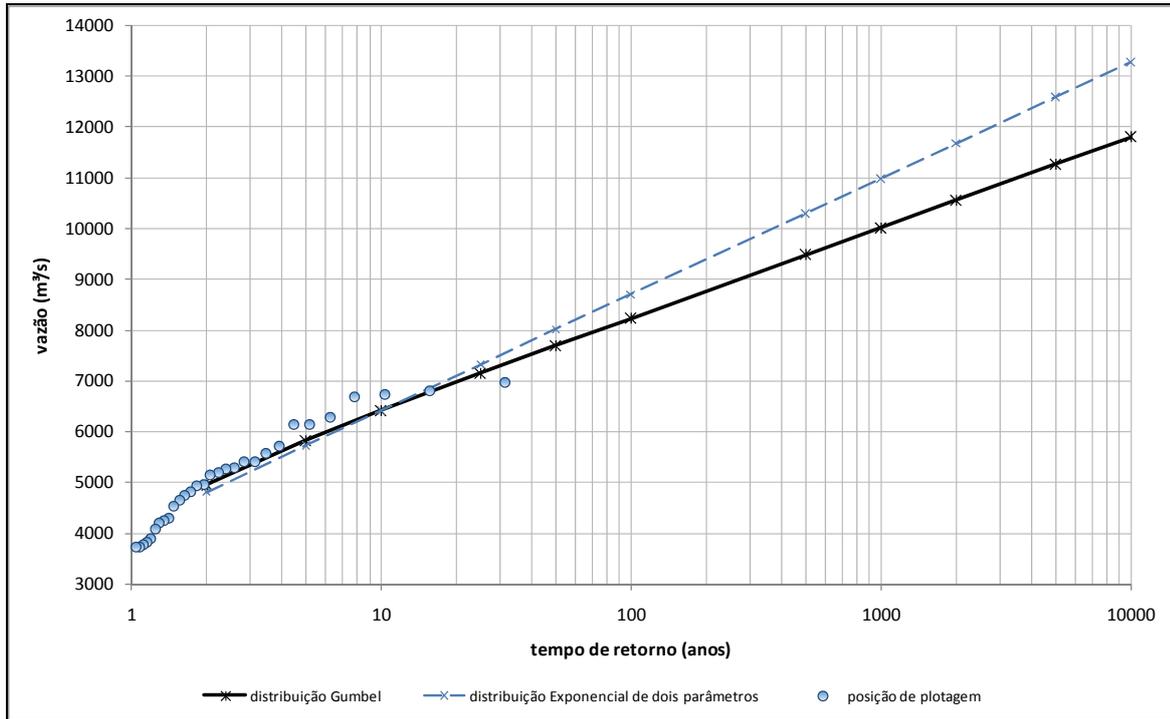
$$\beta_0 = \bar{x} - s$$

$$\beta_1 = s$$

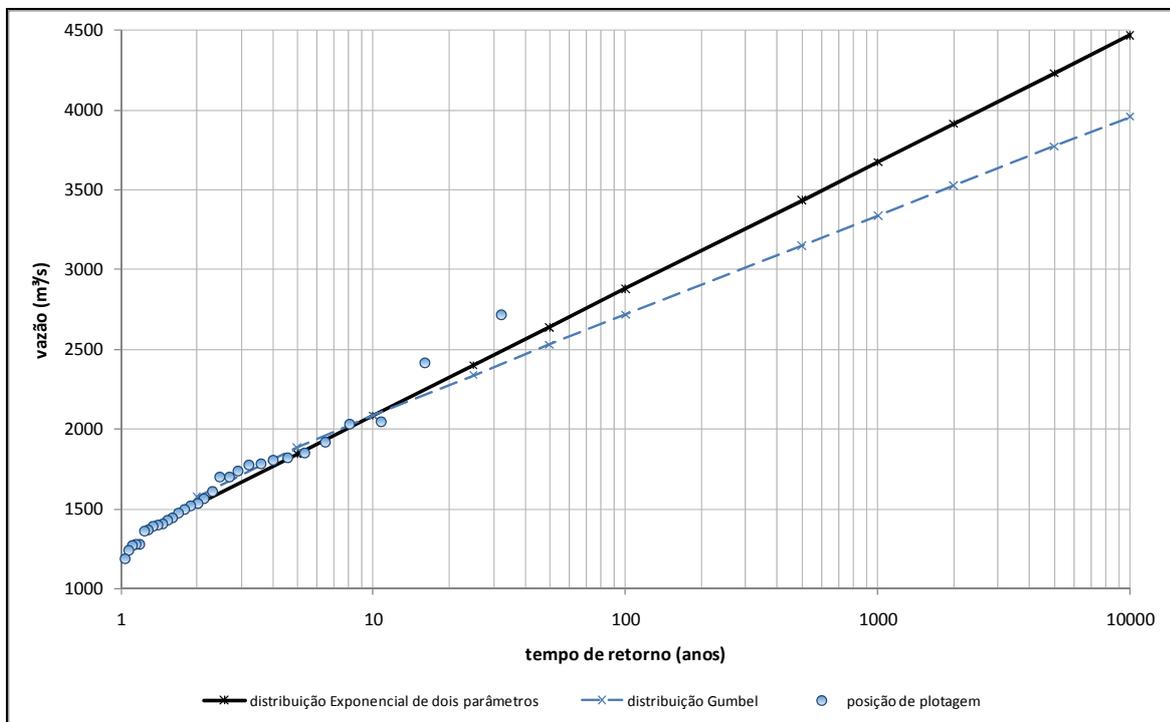
Os resultados dos estudos de frequência de cheias, para a estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo, são apresentados no **Quadro 2.9-13**, na **Figura 2.9-17** e **Figura 2.9-18**.

**Quadro 2.9-13 - Vazões Máximas Médias Diárias para Diversas Recorrências, nos Períodos de Cheias Anuais e de Estiagem (junho a novembro) – Distribuições Gumbel e Exponencial – Rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo**

Período	TR (anos)	Q (m <sup>3</sup> /s)	
		Gumbel	Exponencial
Cheias Anuais	2	4.956	4.814
	5	5.834	5.725
	10	6.415	6.413
	25	7.150	7.323
	50	7.694	8.012
	100	8.235	8.700
	500	9.485	10.299
	1000	10.022	10.988
	2000	10.559	11.676
	5000	11.269	12.587
10000	11.806	13.275	
Junho - Novembro	2	1.577	1.528
	5	1.882	1.844
	10	2.084	2.084
	25	2.340	2.400
	50	2.529	2.639
	100	2.717	2.878



**Figura 2.9-17 - Estação Fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo – Vazões Máximas Médias Diárias - Período de Cheias Anuais**



**Figura 2.9-18 - Posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo - Vazões Máximas Médias Diárias - Período de Estiagem (junho a novembro)**

Para a seleção da distribuição de probabilidades, acatou-se a recomendação do “Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedouro - MME - ELETROBRÁS - 1987”, que indica preferencialmente a distribuição exponencial de dois parâmetros para valores de assimetria entre 1,0 e 2,5. Para o valor de assimetria próximo do limite inferior do intervalo citado, a distribuição de Gumbel é considerada adequada.

Para o período de cheias anuais com o valor de assimetria de 0,34 foi adotada a distribuição de Gumbel. Para o período de estiagem com o valor de assimetria de 1,37 foi adotada a distribuição Exponencial de dois parâmetros.

## Resultados

A bacia hidrográfica de drenagem do posto hidrométrico Jusante Foz Peixoto de Azevedo tem expressiva área de drenagem ( $A_D=81.858 \text{ km}^2$ ), tal que não se esperam diferenças significativas entre as máximas vazões médias diárias e as máximas das vazões diárias observadas às 7 e 17 horas, assim como para o local de implantação do empreendimento. Entretanto, conservadoramente, optou-se por majorar os valores de vazões máximas médias diárias pelo coeficiente de Füller, que é dado pela equação a seguir:

$$Q_{INST} = Q \cdot \left( 1 + \frac{2,66}{A_D^{0,3}} \right)$$

onde:  $A_D$  é área de drenagem do posto ( $\text{km}^2$ );  $Q_{INST}$  – vazão instantânea ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $Q$  – vazão média diária ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Para a estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo, o valor do coeficiente de Füller é 1,089.

Multiplicando os valores de vazão da estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo pelo coeficiente de Füller, igual a 1,089, e pelo valor 1,135, que corresponde ao fator multiplicador de transferência de vazões do posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo para o local do aproveitamento, foram obtidos os valores das cheias anuais para o local da UHE São Manoel. O fator multiplicador foi obtido analisando-se a vazão média de longo termo nas estações fluviométricas próximas do local do aproveitamento. Para as vazões do período de estiagem, utilizadas no dimensionamento das estruturas de desvio, não foi aplicado o coeficiente de Füller. Os resultados dos estudos de frequência de cheias, para o local da UHE São Manoel, são apresentados no **Quadro 2.9-14**.

**Quadro 2.9-14 - Vazões Máximas de Projeto para Diversas Recorrências, Períodos de Cheias Anuais e de Estiagem, rio Teles Pires no local da UHE São Manoel**

Período	TR (anos)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Cheias Anuais	2	6.126
	5	7.211
	10	7.929
	25	8.838
	50	9.510
	100	10.179
	500	11.724
	1000	12.387
	2000	13.051
	5000	13.929
10000	14.592	
Junho - Novembro	2	1.734
	5	2.093
	10	2.365
	25	2.724
	50	2.995
	100	3.267

### 2.9.1.1.3 Vazões Mínimas

O estudo de vazões mínimas foi realizado visando à determinação das vazões mínimas de referência para o local da UHE São Manoel. Foram selecionadas as seguintes vazões mínimas como referência, que serão explicadas oportunamente:  $Q_{7,10}$ , Q mínima diária, Q mínima mensal,  $Q_{90\%}$ ,  $Q_{95\%}$ , Q média das mínimas.

#### Metodologia para Cálculo da $Q_{7,10}$

Para elaboração do estudo de vazões mínimas que dependem de dados diários, especialmente a  $Q_{7,10}$ , foi utilizada a série de vazões médias diárias da estação de Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000), período de 1975 a 2007. A partir da série de vazões foram obtidas amostras de vazões mínimas médias com 1, 7, 15 e 30 dias de duração. As amostras obtidas e suas respectivas estatísticas descritivas são apresentadas no **Quadro 2.9-15**.

**Quadro 2.9-15 - Séries de Descargas Mínimas Anuais, Média de “t” Dias de Duração, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000)**

Ano	Vazões mínimas (m <sup>3</sup> /s)			
	t=1	t=7	t=15	t=30
1975	-	-	-	-
1976	537	540	543	558
1977	602	617	627	641
1978	-	-	-	-
1979	-	-	-	-
1980	641	683	697	728
1981	550	558	560	571
1982	-	-	-	-
1983	468	472	484	497
1984	502	514	524	548
1985	-	-	-	-
1986	570	605	638	667
1987	499	508	516	530
1988	521	527	532	536
1989	632	642	647	655
1990	619	623	634	645
1991	-	-	-	-
1992	793	805	823	845
1993	625	631	640	649
1994	627	641	646	652
1995	691	698	707	726
1996	613	623	634	644
1997	613	623	640	658
1998	472	483	488	499
1999	491	492	497	503
2000	565	570	579	599
2001	517	520	537	556
2002	530	531	536	555
2003	602	603	612	630
2004	658	660	672	690
2005	556	566	585	594
2006	711	711	720	747
2007	568	590	601	612
n° eventos	27	27	27	27
média	584	594	604	620
mínimo	468	472	484	497
máximo	793	805	823	845
desvio padrão	77,0	78,8	80,7	83,8

Com base nas séries de vazões mínimas foram ajustadas duas distribuições: uma empírica e a distribuição de probabilidades de Weibull. A distribuição empírica de frequência foi ajustada com base na posição de plotagem definida pela equação de Cunnane, conforme apresentado a seguir:

$$TR = \frac{n - 2 \cdot \alpha + 1}{m - \alpha}$$

onde: TR = tempo de retorno, em anos; n = número de eventos; m = posição do valor da amostra, em ordem crescente;  $\alpha$  = parâmetro igual a 0,4.

A distribuição de Weibull possui a seguinte função de quantis:

$$x = \bar{x} \cdot s$$

$$k = \alpha + \left\{ \beta \cdot \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{TR} \right) \right]^{\frac{1}{\lambda}} - 1 \right\}$$

$$\alpha = \left[ 1 - \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\lambda} \right) \right] \cdot \beta$$

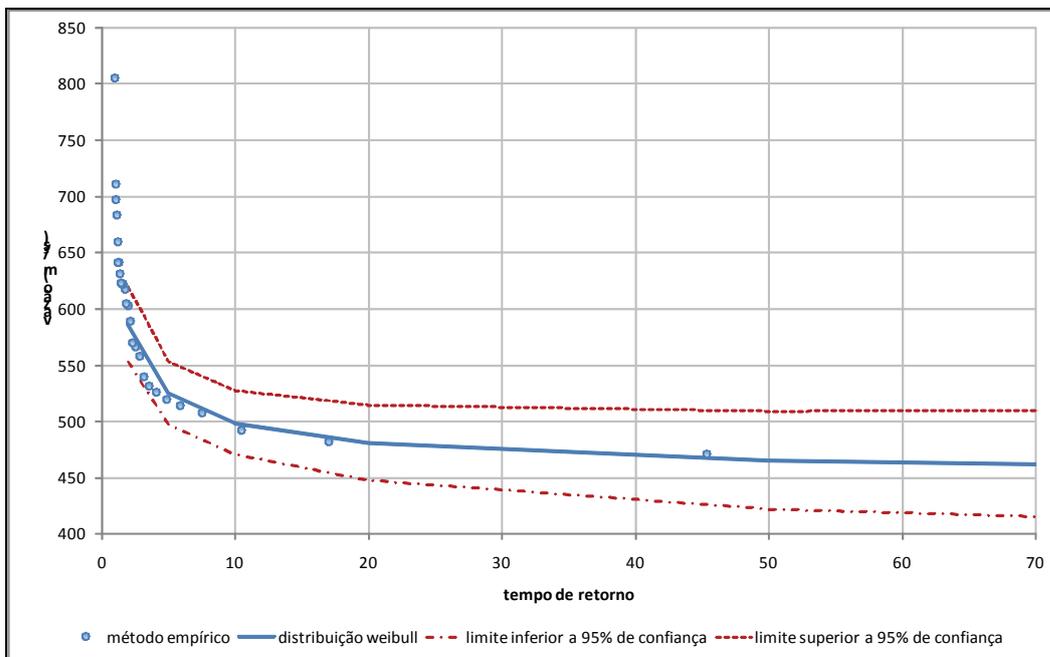
$$\beta = \left\{ \Gamma \left( 1 + \frac{2}{\lambda} \right) - \left[ \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\lambda} \right) \right]^2 \right\}^{-0,5}$$

$$\lambda = \frac{1}{C_0 + C_1 \cdot g + C_2 \cdot g^2 + C_3 \cdot g^3 + C_4 \cdot g^4}$$

onde:  $x$  = vazão mínima em  $m^3/s$ , associada ao tempo de retorno TR (em anos);  $\bar{x}$  = média amostral;  $s$  = desvio padrão amostral;  $g$  = assimetria amostral;  $\alpha, \beta, \lambda$  = parâmetros da distribuição de Weibull;  $\Gamma$  = função gama.  $C_0$  a  $C_4$  são constantes, iguais a:  $C_0=0,277757913$ ,  $C_1=0,3132617714$ ,  $C_2=0,057567091$ ,  $C_3=-0,0013038566$  e  $C_4=-0,0081523408$ .

Na **Figura 2.9-19** é apresentado o ajuste de distribuição dos dados da amostra de 7 dias de duração, segundo a posição de plotagem de Cunanne, a distribuição de Weibull, e intervalos superior e inferior, com confiança de 95%.

O ajuste da distribuição de Weibull aos dados foi considerado bom, e a distribuição foi utilizada como referência para a determinação do valor da  $Q_{7,10}$ , igual a  $499 m^3/s$ , no local da estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

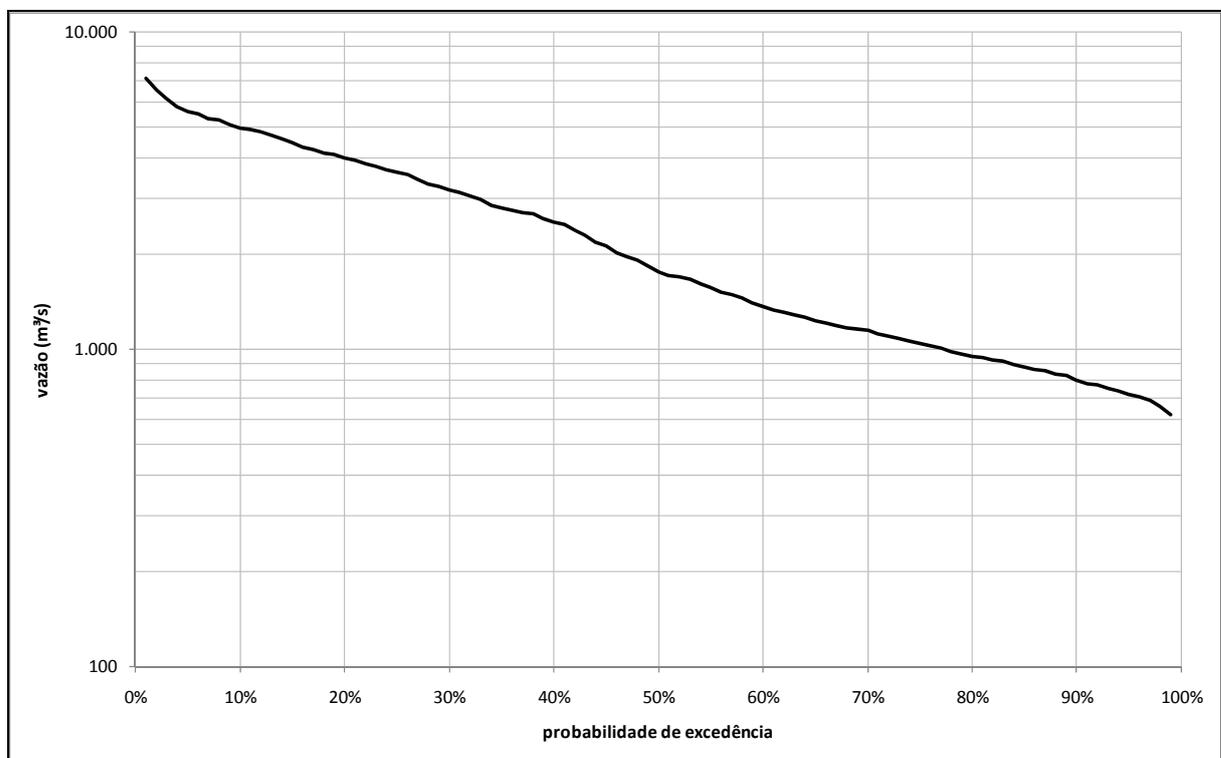


**Figura 2.9-19 - Ajuste das vazões mínimas com 7 dias de duração, pelas distribuições de Weibull e Empírica, rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo**

A vazão mínima estimada para o rio Teles Pires em Jusante Foz Peixoto de Azevedo foi transferida para o local da UHE São Manoel com a utilização do fator multiplicador obtido nos estudos de determinação da série de vazões médias mensais, que considera o efeito do aumento da vazão específica média de longo termo ( $k = 1,135$ ). O valor da  $Q_{7,10}$  calculada para o rio Teles Pires na UHE São Manoel é de  $566 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Vazões Mínimas Obtidas da Curva de Permanência

Para a obtenção dos valores referenciais de permanência de estiagem, foi elaborada a curva de permanência no local da barragem a partir da série de vazões médias mensais definida previamente. A série de vazões médias mensais é mais interessante que os valores diários devido ao fato do período ser maior que a série medida, embora realizado por extensão de séries. A curva de permanência no local da UHE São Manoel é apresentada na **Figura 2.9-20**, e no **Quadro 2.9-16** são apresentados os valores de permanência.



**Figura 2.9-20 - Curva de permanência de vazões médias mensais do rio Teles Pires da UHE São Manoel, período 1931 a 2007**

**Quadro 2.9-16 - Permanência de vazões do rio Teles Pires na UHE São Manoel, período 1931 a 2007**

Permanência	Vazão (m³/s)	Permanência	Vazão (m³/s)
5%	5.619	55%	1.569
10%	4.991	60%	1.368
15%	4.470	65%	1.226
20%	4.013	70%	1.145
25%	3.618	75%	1.041
30%	3.172	80%	951
35%	2.800	85%	878
40%	2.524	<b>90%</b>	<b>796</b>
45%	2.114	<b>95%</b>	<b>723</b>
50%	1.753		

### Outras Vazões Mínimas de Referência

As outras vazões mínimas de referência foram obtidas das séries de dados diários disponível para a estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo, e transferidas para o local da UHE São Manoel, e da série de vazões médias mensais reconstituída para o local do empreendimento.

- Vazão mínima mensal = 567 m³/s, em setembro/1998
- Vazão mínima diária = 531 m³/s, em 1/outubro/1983
- Vazão Média das Mínimas = 796 m³/s (obtida das vazões médias mensais)

#### 2.9.1.1.4 Resumo das Características do Regime Hidrológico

O rio Teles Pires no local da UHE São Manoel apresenta-se com grande variação entre as vazões mínimas e máximas (567 a 9159 m³/s), com período de estiagem bem marcado entre os meses de junho a outubro, e período úmido bem marcado de dezembro a maio. Novembro é um mês de transição, tem anos em que se apresenta mais caudaloso e anos que se apresenta como final de estiagem, na média, pode ser caracterizado como o mês de término do período de estiagem. Desta forma o período de estiagem se estende de junho a novembro (**Figura 2.9-11**).

A vazão específica média de longo prazo do rio Teles Pires no local do aproveitamento é de 26,7L/s.km², a vazão específica com 95% de permanência é de 7,9 L/s.km². Os valores podem ser considerados razoáveis, nem muito altos como de algumas bacias amazônicas e não muito baixos como de bacias localizadas na região centro-oeste do país. Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), na bacia amazônica as disponibilidades médias variam de 19,2 L/s.km² a até 75,1 L/s.km², dependendo da bacia. Algumas destas bacias encontram-se inseridas, em grande parte, na região centro-oeste do país. Para as sub-bacias do Tocantins-Araguaia, quase todo inserido na região centro-oeste do país, segundo dados do PNRH, as disponibilidades médias variam de 12,4 a 17,1 L/s.km², e as mínimas ( $q_{95\%}$ ) variam de 1,55 a 5,89 L/s.km². A bacia do rio Teles Pires encontra-se em uma região de transição de características de precipitação, de regime de chuvas bem características da Amazônia ao norte da bacia e com características de clima do centro-oeste ao sul da bacia.

A precipitação anual média sobre a bacia de drenagem até o local de monitoramento é de 1896 mm, para o período de 1976 a 2007. O deflúvio médio anual é de 785 mm, para o mesmo período. A evapotranspiração real é de 1111 mm, valor razoável para o tipo de vegetação observada na bacia

hidrográfica, com parte da área coberta por florestas tropicais. O percentual de escoamento superficial é de 44%. A seguir são apresentadas as principais vazões características médias, máximas e mínimas.

A vazão característica média é a vazão média de longo termo, sendo:

- $Q_{MLT}$ : 2.440 m<sup>3</sup>/s

As vazões características máximas podem ser resumidas nos seguintes números:

- vazão máxima observada: 7.938 m<sup>3</sup>/s em 08/mar/1990
- vazão máxima da série de vazões médias mensais: 9.159 m<sup>3</sup>/s em mar/1940
- vazão média das máximas (cheia média anual): 5.378 m<sup>3</sup>/s
- vazão com TR=100 anos: 10.179 m<sup>3</sup>/s
- vazão decamilenar (TR=10000 anos): 14.592 m<sup>3</sup>/s

As vazões características mínimas podem ser resumidas nos seguintes números:

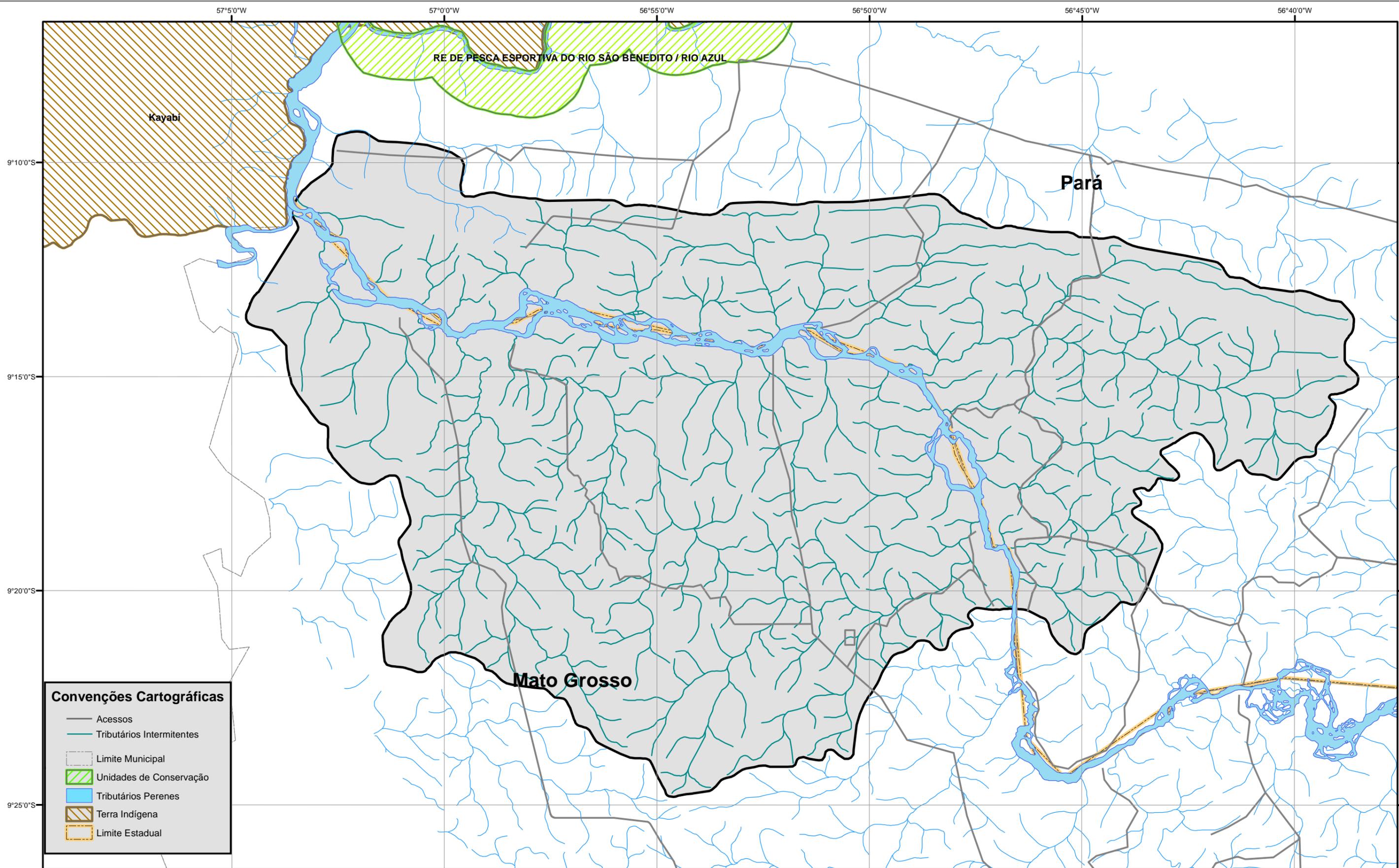
- vazão mínima: 531 m<sup>3</sup>/s em 01/out/1983
- vazão mínima da série de vazões médias mensais: 567 m<sup>3</sup>/s em set/1998
- vazão média das mínimas: 796 m<sup>3</sup>/s
- $Q_{7,10}$ : 566 m<sup>3</sup>/s
- $Q_{95}$ : 723 m<sup>3</sup>/s
- $Q_{90}$ : 796 m<sup>3</sup>/s
- $Q_{99}$ : 623 m<sup>3</sup>/s

Comparando-se a vazão de longo termo do AHE São Manoel com o do AHE Teles Pires (2.414 m<sup>3</sup>/s), percebe-se um incremento pouco significativo. Todos os contribuintes laterais do AHE São Manoel se caracterizam como drenagens curtas, de pequena ordem, que escoam basicamente os volumes precipitados durante a estação chuvosa e que secam integral ou parcialmente durante a estação seca (**Figura 2.9-21**). Nesse período, a lâmina d'água no trecho final da calha dos rios é definida pelo próprio rio Teles Pires (Foto **2.9-1**).



**Foto 2.9-1 – Aspecto da foz de igarapé invadido pelo rio Teles Pires durante o período seco.**

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.



**Convenções Cartográficas**

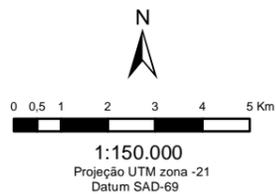
- Acessos
- Tributários Intermitentes
- Limite Municipal
- ▨ Unidades de Conservação
- ▨ Tributários Perenes
- ▨ Terra Indígena
- ▨ Limite Estadual

**LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**



**REFERÊNCIAS**

- Malha Rodoviária Digital do Estado do Mato Grosso escala 1:250.000 - SEPLAN 2002.
- Rede Hidrográfica Digital do estado do Mato Grosso escala 1:250.000 - SEPLAN 2002.
- Base Cartográfica Digital da Amazônia Legal escala 1:250.000 - IBGE 2000.
- Limites Digitais das Unidades de Conservação e Terras Indígenas - SEPLAN 2002.
- Imagens CBERS 168/109, 168/110 e 168/111 de 09/07/2006; 169/109, 169/110 e 169/111 de 21/09/2007..
- Malha Municipal Digital IBGE/2005.



PROJ.	DES.	CONF.
VISTO		
COORDENADOR DE ÁREA		
APROV.		
GERENTE DE PROJETO		
DATA		

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA UHE SÃO MANOEL**

**Rios Perenes e Temporários na  
Bacia de Contribuição Colateral da UHE São Manoel**

Nº  
**Figura 2.9- 21**  
BACIA DO RIO  
TELES PIRES

Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso.

### 2.9.1.2 Hidrossedimentologia

O rio Apiacás é um marco na Área de Influência Indireta da UHE São Manoel por delimitar dois padrões distintos de ambientes fluvial: erosivo, a montante, e de deposição, a jusante.

O padrão erosivo é caracterizado pela calha mais estreita (inferior a 500 metros), com margens declivosas, sujeita a variação de nível superior a 10 metros entre período seco e chuvoso, ilhas rochosas, acidentes geográficos e declividade acentuada. A grande velocidade da água promove o deslocamento de material particulado pelo rio, em cuja calha não se apresentam curvas ou meandros onde se visualize sedimentação significativa. Poucas são as praias arenosas existentes nesse trecho.

Em contrapartida, a partir da foz do rio Apiacás, a calha do rio Teles Pires se amplia, com mais de 500 metros de largura. O leito do rio é predominantemente arenoso, com raras corredeiras e menor oscilação do nível da água. As margens estão menos sujeitas a erosão, assim como os depósitos de areia que se formam em vários pontos ao longo do rio. Um único acidente geográfico rompe momentaneamente esse padrão – a Cachoeira Rasteira – de baixa declividade, e distante 96 km do eixo proposto para a UHE São Manoel.

#### 2.9.1.2.1 Transporte Sólido

Para a caracterização quantitativa do transporte sólido do rio Teles Pires no local da UHE São Manoel, foram feitas coletas de sedimentos no local, mas também foram utilizados dados da Agência Nacional de Águas – ANA, disponíveis no sítio de internet do Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas (<http://hidroweb.ana.gov.br>).

Para a determinação da produção sólida total no local da UHE São Manoel foram feitos os seguintes estudos para determinação da produção sólida total média: foram utilizados dados de concentração de sólidos em suspensão e de vazão líquida; determinação de uma curva-chave de sedimentos; e transformação da série de vazões líquidas em série de vazões sólidas.

Devido à natural dispersão dos dados de medição de vazão sólida e da pouca representatividade de dados monitorados em um único ano hidrológico, além dos dados monitorados no local de implantação da UHE São Manoel, foram utilizados os dados de estações da ANA no rio Teles Pires, no rio Tapajós e no rio Arinos, além dos dados monitorados nos estudos da UHE Teles Pires, outro empreendimento em estudo na bacia do rio Teles Pires. Para estas análises, inicialmente, foram selecionadas as estações apresentadas no **Quadro 2.9-17**.

**Quadro 2.9-17 - Estações Hidrossedimentométricas Estudadas**

Código	Nome	AD (km <sup>2</sup> )	Rio	Responsável
17120000	Porto dos Gaúchos	36.913	rio Arinos	ANA
17128000	Ponte MT-206	5.000	rio Paranaíta	Leme/Concremat
17280000	Cachoeirão	34.589	rio Teles Pires	ANA
17380000	Jusante Foz Peixoto de Azevedo	81.819	rio Teles Pires	ANA
17382000	TPR-329 (Jusante) Teles Pires	90.704	rio Teles Pires	Leme/Concremat
17383000	TPR-287 (Montante)	91.488	rio Teles Pires	Leme/Concremat
17430000	Barra do São Manuel - Jusante	332.163	rio Tapajós	ANA

Foram obtidos dados de medição da concentração de sólidos em suspensão (C<sub>ss</sub>) associados à medição de vazão líquida, tanto dos dados monitorados no local quanto das estações da ANA. Para a definição da vazão sólida em suspensão foi utilizada a equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C_{ss}$$

onde: Q<sub>ss</sub> é a vazão sólida em suspensão (em toneladas/dia); Q é a vazão líquida (em m<sup>3</sup>/s); C<sub>ss</sub> é a concentração de sólidos em suspensão (em ppm).

A vazão sólida total foi obtida com a aplicação do método simplificado de Colby, de 1957. No **Quadro 2.9-18** são apresentados os dados levantados em campo para os estudos da UHE São Manoel. No **Quadro 2.9-19** são apresentados os dados de sedimentos obtidos do banco de dados da ANA e tratados nos estudos.

**Quadro 2.9-18 - Dados de sedimentos dos levantamentos de campo para os estudos da UHE São Manoel**

Código	Data	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>ss</sub> (t/dia)	Q <sub>st</sub> (t/dia)	% não amostrado
17128000	29-fev-08	300	544	1.103	50,6%
17128000	26-mai-08	107	740	1.315	43,8%
17128000	12-jun-08	76	574	1.025	44,0%
17128000	22-jun-08	62	133	374	64,4%
17128000	05-ago-08	21	24	207	88,5%
17128000	10-set-08	10	14	94	84,9%
17128000	07-nov-08	40	110	335	67,2%
17128000	16-dez-08	122	180	510	64,8%
17128000	17-fev-09	182	392	882	55,5%
17382000	05-dez-07	2.331	3.827	8.481	54,9%
17382000	13-dez-07	2.539	4.826	9.942	51,5%
17382000	12-abr-08	5.392	6.522	11.801	44,7%
17382000	01-mai-08	4.121	6.409	10.655	39,9%
17382000	25-mai-08	2.351	4.672	6.313	26,0%
17382000	29-mai-08	2.253	4.088	5.662	27,8%
17382000	02-jun-08	2.055	2.486	3.628	31,5%
17382000	24-jun-08	1.409	1.826	2.507	27,2%
17382000	24-jul-08	1.015	1.052	1.971	46,6%
17382000	29-jul-08	932	1.208	2.111	42,8%
17382000	09-ago-08	858	890	1.570	43,3%
17382000	20-ago-08	768	863	1.466	41,1%
17382000	30-set-08	691	716	1.206	40,6%
17382000	14-out-08	889	768	1.487	48,4%
17382000	15-nov-08	2.853	4.437	6.520	32,0%
17382000	04-dez-08	2.704	3.270	5.114	36,0%
17383000	16-mai-08	5.909	10.721	29.825	64,1%
17383000	12-jul-08	984	1.445	2.470	41,5%
17383000	25-jul-08	815	915	1.598	42,7%
17383000	11-ago-08	728	692	1.158	40,3%
17383000	14-ago-08	708	734	1.203	39,0%
17383000	17-set-08	598	620	996	37,7%
17383000	01-out-08	713	739	961	23,1%
17383000	24-out-08	828	1.288	1.628	20,9%
17383000	18-nov-08	1.179	407	704	42,1%
17383000	26-nov-08	2.402	2.283	3.954	42,3%
17383000	07-dez-08	3.233	2.793	5.313	47,4%
17383000	14-dez-08	3.002	1.037	2.458	57,8%
17383000	15-fev-09	3.718	6.425	11.134	42,3%
17383000	22-fev-09	4.501	5.056	10.091	49,9%
17383000	24-fev-09	4.676	10.504	18.023	41,7%

### Quadro 2.9-19 - Dados de sedimentos de estações da ANA

(continua)

Código	Data	Q (m³/s)	Qss (t/dia)	Qst (t/dia)	% não amostrado
17280000	28-jun-07	589	430	627	31,4%
17280000	22-out-07	449	301	415	27,6%
17380000	08-jul-96	904	9.051	10.796	16,2%
17380000	10-out-96	648	564	892	36,7%
17380000	21-jul-97	889	1.222	1.960	37,7%
17380000	20-out-97	616	486	773	37,1%
17380000	27-jan-98	2.035	6.302	10.067	37,4%
17380000	28-abr-98	1.625	1.631	3.070	46,9%
17380000	28-jul-98	548	1.551	1.984	21,8%
17380000	04-nov-98	811	748	1.229	39,2%
17380000	30-mai-00	1.551	2.211	3.972	44,3%
17380000	05-ago-00	672	803	1.234	34,9%
17380000	31-out-00	683	704	1.137	38,1%
17380000	06-jul-05	981	1.003	1.667	39,9%
17380000	07-out-05	826	797	1.354	41,1%
17380000	06-out-06	825	736	1.217	39,5%
17380000	05-jul-07	925	683	1.228	44,4%
17380000	27-out-07	733	465	814	42,9%
17430000	30-abr-96	12.346	8.491	17.333	51,0%
17430000	21-set-96	3.511	5.582	7.380	24,4%
17430000	09-abr-97	18.891	3.558	13.053	72,7%
17430000	26-jul-97	4.164	3.112	4.930	36,9%
17430000	23-nov-97	3.665	6.067	8.105	25,1%
17430000	23-jan-98	5.893	4.058	6.861	40,9%
17430000	20-abr-98	9.174	7.364	13.607	45,9%
17430000	23-jul-98	3.067	1.362	2.133	36,1%
17430000	20-out-98	2.950	1.695	2.499	32,2%
17430000	22-jan-99	11.373	6.102	13.502	54,8%
17430000	22-abr-99	8.239	8.734	14.964	41,6%
17430000	28-jul-99	2.841	1.026	1.649	37,8%
17430000	26-out-99	2.878	1.455	2.246	35,2%
17430000	22-jan-00	15.013	5.526	15.231	63,7%
17430000	25-mai-00	6.971	11.082	16.675	33,5%
17430000	31-jul-00	3.131	2.010	3.012	33,3%
17430000	27-out-00	2.984	998	1.638	39,1%
17430000	04-out-01	2.481	1.335	1.951	31,6%
17430000	30-jan-02	15.609	7.094	17.884	60,3%
17430000	13-mai-02	6.825	3.562	6.956	48,8%
17430000	10-set-02	2.115	71	172	58,6%
17430000	25-nov-02	3.502	3.507	4.921	28,7%
17430000	07-nov-03	4.859	4.757	7.125	33,2%
17430000	09-ago-05	3.504	2.119	3.279	35,4%
17430000	19-nov-05	3.813	1.318	2.361	44,2%
17430000	26-fev-06	20.987	13.799	33.224	58,5%
17430000	01-jul-06	5.533	2.825	5.090	44,5%

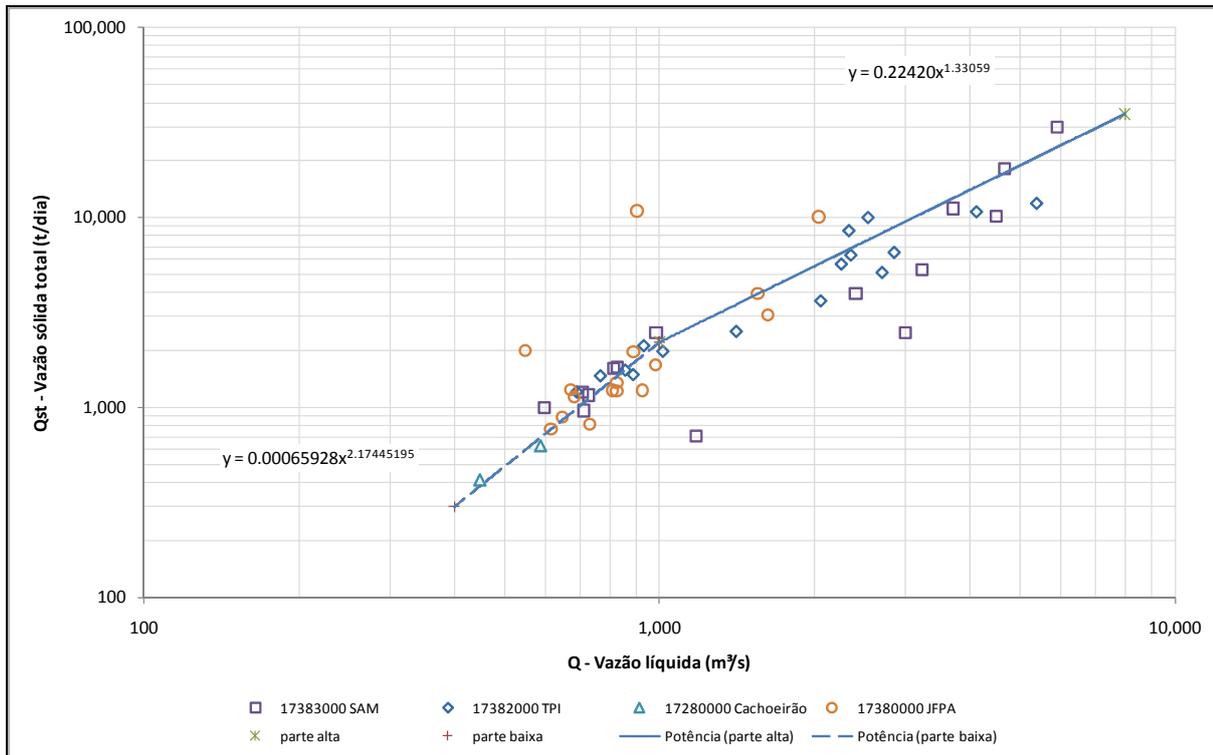
**Quadro 2.9-19 - Dados de sedimentos de estações da ANA (continuação)**

(conclusão)

Código	Data	Q (m³/s)	Qss (t/dia)	Qst (t/dia)	% não amostrado
17430000	22-set-06	3.317	848	1.516	44,0%
17430000	08-dez-06	6.512	4.913	8.387	41,4%
17120000	04-set-96	397	276	668	58,6%
17120000	11-dez-96	558	440	1.148	61,6%
17120000	13-jun-97	684	19.322	24.365	20,7%
17120000	16-set-97	433	129	446	71,2%
17120000	11-dez-97	660	1.500	2.960	49,3%
17120000	27-mar-98	1.057	909	2.442	62,8%
17120000	18-jun-98	428	216	620	65,2%
17120000	19-set-98	315	131	379	65,4%
17120000	20-set-00	401	390	896	56,5%
17120000	24-abr-02	803	1.334	2.905	54,1%
17120000	25-nov-02	458	161	546	70,6%
17120000	10-mar-03	1.092	851	2.572	66,9%
17120000	23-jun-03	595	375	1.143	67,2%
17120000	26-jul-04	549	613	1.463	58,1%
17120000	25-out-04	537	483	1.225	60,6%
17120000	01-ago-05	421	175	549	68,2%
17120000	09-nov-05	447	354	892	60,3%
17120000	21-jul-06	507	242	744	67,5%
17120000	21-abr-07	765	449	1.371	67,3%
17120000	14-ago-07	411	145	475	69,5%
17120000	05-dez-07	825	939	2.278	58,8%

Apesar de terem sido utilizados muitos dados de outros locais nos estudos, o rio Tapajós em Barra do São Manoel – Jusante (17430000) apresenta capacidade de transporte sólido menor que as demais estações. Os dados da estação do rio Arinos em Porto dos Gaúchos (17120000), apesar de ter área de drenagem compatível com estações do rio Teles Pires, apresenta característica de maior capacidade de transporte sólido.

Foram utilizados apenas os dados do rio Teles Pires para ajuste de uma curva-chave de sedimentos. A curva média foi ajustada visualmente, por duas equações de potência, quebrada em duas tendências para tentar representar melhor a extrapolação na parte superior. Ressalta-se que esta quebra não significa um aspecto físico do transporte sólido no rio, mas uma metodologia para simplificar a obtenção dos dados de transporte sólido e realizar uma extrapolação mais coerente com os dados observados. A curva-chave de sedimentos ajustada é apresentada na **Figura 2.9-22**.



**Figura 2.9-21 - Curva-chave de sedimentos para o rio Teles Pires no local da UHE São Manoel**

A dispersão observada nos pontos do gráfico é natural em uma curva-chave de sedimentos, sendo que há dois pontos monitorados em Jusante Foz Peixoto de Azevedo e dois pontos monitorados no local da implantação da UHE São Manoel que não foram considerados no traçado das linhas de tendência da curva-chave de sedimentos.

A partir da curva-chave de sedimentos e da série de vazões médias mensais do rio Teles Pires na UHE São Manoel, foi definido o histórico de produção sólida média mensal, conforme apresentado no **Quadro 2.9-20**.

A produção sólida média estimada para o local da UHE São Manoel pode ser resumida nos valores a seguir:

- 7.854 t/dia;
- 2.866.665 t/ano;
- 1.791.665 m<sup>3</sup>/ano, considerando o peso específico de depósito igual a 1,6 t/m<sup>3</sup>;
- 31,3 t/km<sup>2</sup>/ano.

O valor pode ser considerado relativamente baixo e compatível com a bacia amazônica, em uma região onde há ocupação antrópica parcial na bacia hidrográfica. Ressalta-se que para o transporte de sólidos totais, o valor das medições foi bastante majorado pela metodologia simplificada de Colby, que indicou uma carga não amostrada (que, para simplificação, pode ser considerado como sedimento de arraste) da ordem de 40%.

### Quadro 2.9-20 - Vazões Sólidas Totais, Médias Mensais, UHE São Manoel (t/dia)

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	média
1931	12.923	17.907	25.607	13.013	8.078	4.328	2.858	2.226	2.224	3.612	4.854	9.206	8.903
1932	21.138	25.711	18.603	12.004	7.121	4.370	2.845	2.092	2.380	4.368	8.197	14.653	10.290
1933	22.214	20.252	19.326	14.808	7.222	4.053	2.766	2.287	2.029	2.225	2.734	7.677	8.966
1934	18.018	17.685	20.389	18.748	8.626	4.432	2.849	2.077	2.800	3.150	5.828	10.702	9.609
1935	15.499	22.004	20.563	18.632	8.907	4.604	3.000	2.331	1.992	2.581	5.179	6.734	9.335
1936	9.660	12.293	14.402	10.511	5.222	3.097	2.045	1.388	1.208	1.220	2.311	4.163	5.627
1937	7.580	10.026	12.033	10.043	5.636	3.135	1.865	1.218	1.228	1.807	3.263	8.444	5.523
1938	8.249	12.770	12.604	7.584	4.099	2.507	1.519	984	861	2.373	3.460	7.433	5.370
1939	13.277	20.117	28.172	16.846	7.739	4.381	2.944	1.950	1.768	2.294	4.302	8.125	9.326
1940	17.233	27.019	41.906	20.422	10.246	5.251	3.332	2.780	2.398	2.595	7.737	11.623	12.712
1941	18.317	19.993	21.296	17.829	8.232	4.379	3.185	2.472	2.312	3.181	5.980	10.098	9.773
1942	20.761	23.993	28.390	19.182	8.275	4.486	3.054	2.348	2.725	3.171	7.475	10.893	11.230
1943	23.321	22.406	20.452	10.461	5.560	3.433	2.475	1.787	1.838	4.049	6.722	9.682	9.349
1944	11.027	22.757	20.063	14.707	7.573	4.060	2.693	1.912	1.488	2.991	4.998	6.209	8.379
1945	12.404	28.235	31.937	19.233	11.295	5.518	3.460	2.472	1.948	2.856	6.429	14.330	11.676
1946	22.298	21.432	24.119	13.734	8.090	4.418	3.096	2.316	1.767	1.642	3.822	6.329	9.422
1947	12.175	13.918	26.342	14.589	6.842	3.824	2.674	1.839	1.594	2.909	3.906	11.667	8.523
1948	18.504	22.217	24.482	11.969	5.714	3.634	2.640	1.814	1.666	1.558	4.904	19.040	9.845
1949	31.140	29.469	24.165	12.671	6.430	3.772	2.635	1.917	1.502	2.421	3.530	8.582	10.686
1950	14.463	15.126	37.103	15.482	7.570	4.145	2.713	1.903	1.401	2.034	4.425	9.825	9.682
1951	20.038	17.081	15.971	9.961	5.218	3.123	2.129	1.446	1.157	1.300	2.311	3.836	6.964
1952	6.699	12.976	17.908	9.212	4.345	2.500	1.471	999	763	803	1.526	4.541	5.312
1953	6.758	12.085	26.718	14.358	6.132	3.177	1.965	1.271	2.350	3.007	3.850	8.728	7.533
1954	14.717	14.031	16.073	8.256	5.043	3.030	1.865	1.206	1.054	1.113	2.514	3.681	6.049
1955	8.983	11.721	9.835	9.959	5.573	3.169	1.783	1.101	886	1.655	1.495	8.355	5.376
1956	11.272	13.880	11.912	8.863	6.017	3.280	2.455	1.552	1.349	1.767	4.993	12.177	6.668
1957	20.674	29.750	24.234	14.889	8.301	4.317	2.823	2.109	2.545	2.351	4.001	6.779	10.231
1958	21.388	21.455	20.949	17.361	8.980	4.612	3.104	2.254	1.804	2.810	3.654	10.471	9.903
1959	27.778	25.371	32.438	17.918	8.250	5.194	3.287	2.420	1.905	2.362	5.301	6.603	11.569
1960	27.400	30.417	31.646	18.255	10.525	5.456	3.417	2.633	2.081	4.534	13.128	22.080	14.298
1961	37.090	33.485	26.692	16.764	8.492	4.881	3.354	2.681	2.264	2.363	2.938	6.630	12.303
1962	19.587	21.276	18.710	10.751	5.416	3.517	2.476	1.782	2.247	2.330	2.794	12.204	8.591
1963	17.307	15.249	13.604	6.946	4.170	2.616	1.716	1.212	1.007	966	1.857	2.653	5.775
1964	7.983	16.282	16.284	10.193	5.077	2.745	1.645	1.065	849	2.839	10.291	11.167	7.202
1965	14.483	16.614	13.980	8.089	4.318	2.647	1.661	1.143	1.020	3.776	5.931	11.616	7.106
1966	17.697	21.538	18.618	13.272	6.702	3.653	2.431	1.617	1.367	3.133	3.013	3.396	8.036
1967	5.307	10.754	10.565	7.677	3.753	2.258	1.274	936	804	1.457	2.670	5.623	4.423
1968	8.740	19.077	15.179	8.387	4.185	2.446	1.429	1.112	1.221	2.214	2.634	8.681	6.275
1969	17.181	13.837	11.907	8.484	4.539	2.690	1.577	1.037	937	1.618	3.091	7.175	6.173
1970	8.608	15.017	10.889	8.786	5.036	2.778	1.726	1.083	1.050	1.908	3.431	4.004	5.360
1971	6.307	10.812	12.626	7.845	4.410	2.429	1.543	1.004	1.053	3.075	3.566	6.371	5.087
1972	10.614	15.094	13.801	10.640	5.405	3.001	1.797	1.354	1.516	1.762	3.719	11.273	6.665
1973	13.535	16.115	21.591	16.197	8.707	4.765	2.837	2.053	1.266	2.031	4.813	7.977	8.491
1974	13.086	11.977	17.911	14.911	7.289	4.075	2.647	1.748	1.430	2.287	2.701	5.784	7.154
1975	8.163	9.502	12.840	9.927	5.232	2.860	1.879	1.195	930	1.560	2.562	4.677	5.110
1976	6.686	11.309	15.295	10.539	6.085	3.276	1.806	1.016	847	1.992	3.188	7.509	5.796
1977	11.157	17.321	9.807	8.489	5.993	3.974	2.292	1.250	1.159	2.493	4.012	7.032	6.248
1978	19.758	15.249	26.022	18.658	13.038	7.368	3.744	2.595	2.219	2.313	3.488	8.381	10.236
1979	13.995	19.623	12.268	17.115	8.879	4.582	2.577	1.508	1.761	2.087	2.977	3.349	7.560
1980	8.836	17.902	24.305	15.953	7.407	3.833	2.818	2.011	1.440	1.743	2.655	6.013	7.910
1981	12.397	14.432	13.047	14.655	7.299	3.237	2.032	1.216	850	1.115	5.540	8.026	6.987
1982	13.996	26.323	20.375	17.663	9.790	4.960	2.884	1.133	1.569	2.782	3.234	3.651	9.030
1983	7.924	17.834	14.593	12.327	4.678	2.852	1.428	813	637	1.122	1.990	4.549	5.896
1984	8.438	8.146	12.676	14.651	8.534	3.700	1.645	771	1.017	1.505	2.916	5.491	5.791
1985	13.878	16.859	14.361	11.755	12.786	4.796	2.657	1.440	1.097	1.605	3.166	4.015	7.368
1986	13.976	18.900	16.299	11.995	7.575	3.364	1.877	1.173	1.203	3.034	3.428	4.445	7.272
1987	8.997	12.288	13.826	10.503	5.667	2.892	1.555	1.038	727	723	2.408	7.517	5.678
1988	12.095	14.217	21.311	16.756	8.466	4.157	2.278	1.095	736	1.129	3.117	8.825	7.848
1989	12.865	18.593	20.104	15.692	9.662	3.889	2.590	1.575	1.207	1.412	3.206	9.470	8.355
1990	16.727	16.067	22.791	11.236	7.396	3.279	2.330	1.607	1.092	1.870	2.532	4.129	7.588
1991	13.091	21.176	19.818	20.152	4.860	2.884	1.973	1.378	1.364	2.119	4.502	6.449	8.314
1992	8.888	15.436	13.776	12.201	5.940	3.514	2.495	1.970	2.396	2.670	3.567	7.542	6.700
1993	9.530	12.750	16.793	10.190	4.445	2.728	1.826	1.286	1.102	1.509	2.531	5.172	5.822
1994	15.716	14.954	20.215	14.518	5.964	3.476	2.648	1.574	1.112	1.588	2.870	7.968	7.717
1995	17.747	19.632	19.464	18.157	13.201	5.665	3.073	1.874	1.409	1.771	2.781	6.877	9.304
1996	9.690	10.409	12.202	12.186	7.457	3.681	2.039	1.277	1.081	1.605	3.674	4.932	5.853
1997	11.300	15.354	18.549	18.939	9.653	4.475	2.525	1.417	1.155	1.240	1.719	3.708	7.503
1998	4.470	8.250	13.679	6.964	3.851	1.914	980	684	622	948	2.866	6.075	4.275
1999	9.880	8.214	12.822	7.110	5.472	2.579	1.271	721	746	879	2.736	5.391	4.818
2000	14.738	17.862	21.913	13.670	6.191	2.944	1.670	1.012	1.087	1.117	3.224	7.767	7.766
2001	10.097	9.703	13.635	10.069	4.677	2.966	1.458	816	867	1.406	3.011	10.903	5.801
2002	20.382	17.300	15.317	9.700	4.320	2.474	1.392	921	867	1.057	2.451	4.084	6.689
2003	11.283	18.423	18.446	20.526	8.740	4.517	2.429	1.298	1.038	2.617	3.934	6.010	8.272
2004	10.817	23.446	29.516	18.291	8.777	4.263	2.715	1.627	1.288	1.678	3.338	4.441	9.183
2005	9.362	15.540	21.345	15.131	7.536	3.452	1.975	1.048	913	1.462	2.286	11.573	7.635
2006	22.463	16.570	18.740	23.827	9.648	4.208	2.714	1.838	1.547	2.682	4.317	8.649	9.767
2007	13.236	25.130	21.751	10.070	5.573	3.062	1.870	1.207	986	1.207	2.388	8.212	7.891
média	14.234	17.610	19.219	13.377	7.002	3.721	2.318	1.563	1.417	2.111	3.882	7.793	7.854

### 2.9.1.2.2 Granulometria dos Sedimentos

Para a análise granulométrica dos sedimentos foram feitas coletas em campo do material do leito e dos sedimentos em suspensão. As coletas de material do leito foram feitas com três amostras, uma próxima da margem esquerda, uma próxima da margem direita e uma no meio do leito. No **Quadro 2.9-21** são apresentados os resultados resumidos da granulometria do material do leito. Para os sedimentos em suspensão foram feitas coletas de sedimentos no mesmo dia de medições de descarga líquida, os resultados das análises de granulometria dos sedimentos em suspensão são apresentados no **Quadro 2.9-22**.

**Quadro 2.9-21 - Granulometria do Material do Leito, Amostras Coletadas a Montante do Local da Barragem**

Data	Amostra	Local	% passa para diversas aberturas da peneira (mm)						
			2	1,18	0,6	0,43	0,3	0,15	0,08
24-out-08	664-08	ME	100,0%	99,6%	96,6%	76,1%	36,5%	2,5%	0,2%
24-out-08	665-08	meio	100,0%	99,5%	96,5%	83,3%	44,4%	3,8%	0,4%
24-out-08	666-08	MD *	86,5%	86,4%	86,1%	85,3%	78,9%	16,5%	2,6%
18-nov-08	695-08	ME		100,0%	98,3%	86,5%	50,0%	2,2%	0,2%
18-nov-08	696-08	meio		100,0%	98,1%	85,9%	43,0%	2,5%	0,3%
18-nov-08	697-08	MD		100,0%	98,1%	85,5%	48,4%	2,2%	0,2%
14-dez-08	838-08	ME		100,0%	99,1%	97,1%	90,5%	30,4%	6,3%
14-dez-08	839-08	meio			100,0%	98,6%	92,1%	30,3%	5,6%
14-dez-08	840-08	MD			100,0%	98,7%	92,3%	29,3%	5,4%
22-fev-09	233-09	ME		100,0%	98,8%	87,8%	55,6%	3,0%	0,3%
22-fev-09	234-09	MD		100,0%	98,9%	87,2%	52,1%	2,3%	0,2%
24-fev-09	236-09	ME		100,0%	98,1%	88,6%	60,4%	3,9%	0,4%
24-fev-09	237-09	meio		100,0%	98,7%	90,1%	63,5%	4,0%	0,5%
24-fev-09	238-09	MD		100,0%	98,2%	87,9%	59,1%	3,5%	0,4%
MÉDIA *			100,0%	99,9%	98,4%	88,7%	60,6%	9,2%	1,6%

ME = margem esquerda; meio = amostra retirada no meio do canal; MD = margem direita.

\* os dados de 24/out/08, margem direita, foram desconsiderados nos cálculos de valores médios

**Quadro 2.9-22 - Granulometria dos Sedimentos em Suspensão, Estação Fluviométrica da UHE São Manoel Montante (17383000)**

Data	% passa para diversas aberturas da peneira (mm)											
	0,0039	0,0055	0,0078	0,0110	0,0156	0,0221	0,0312	0,0442	0,0625	0,1250	0,2500	
16mai08	42%	48%	57%	77%	83%	88%	92%	96%	98%	100%		
12jul08	30%	37%	45%	77%	83%	88%	91%	95%	97%	100%		
25jul08	38%	44%	53%	78%	86%	91%	94%	97%	99%	100%		
11ago08	33%	40%	52%	77%	83%	88%	92%	96%	97%	100%		
14ago08	29%	36%	42%	76%	82%	89%	93%	96%	98%	100%		
17set08	36%	43%	53%	79%	85%	90%	94%	97%	99%	100%		
01out08	36%	43%	50%	77%	84%	89%	95%	98%	99%	100%		
24out08	32%	38%	45%	71%	77%	85%	90%	95%	98%	100%		
26nov08	29%	34%	39%	57%	62%	68%	76%	87%	93%	98%	100%	
07dez08	32%	37%	42%	55%	61%	67%	73%	87%	93%	98%	100%	
15fev09	31%	37%	41%	53%	59%	64%	69%	89%	94%	98%	100%	
22fev09	37%	43%	48%	62%	68%	73%	80%	88%	94%	99%	100%	
24fev09	24%	31%	36%	53%	59%	65%	71%	87%	92%	99%	100%	
MÉDIA		33%	39%	46%	69%	75%	80%	85%	93%	96%	99%	100%

Os dados de granulometria foram inicialmente plotados juntos, para observação da dispersão entre os dados das granulometrias das amostras, conforme apresentado na **Figura 2.9-23**. Posteriormente foram plotados apenas os dados médios das amostras do material em suspensão e do material do leito, conforme mostrado na **Figura 2.9-24**.

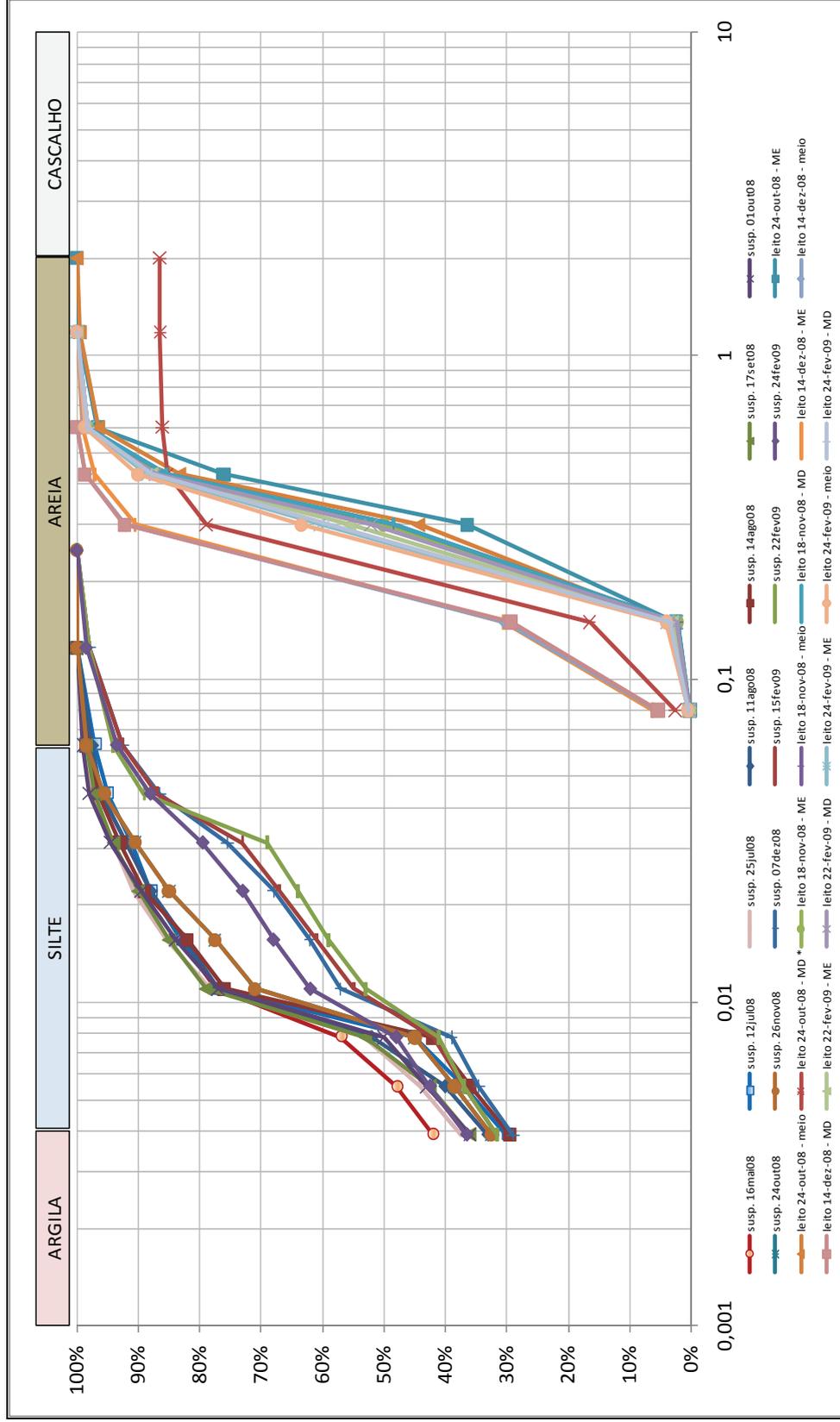


Figura 2.9-223 - Curvas Granulométricas dos Sedimentos em Suspensão e do Material do Leito



Figura 2.9-24 - Curva Granulométrica Média do Material do Leito e dos Sedimentos em Suspensão

O sedimento em suspensão possui granulometria majoritariamente de silte, e o sedimento do leito possui granulometria na faixa das areias. Os dados médios indicam que os sedimentos em suspensão possuem a seguinte composição de granulometria: 33% argila, 63% silte e 4% areia. O material do leito, para valores médios, tem a composição granulométrica na faixa das areias.

Para a obtenção da granulometria média dos sedimentos, foram considerados, para simplificação, o valor médio de transporte sólido não amostrado obtido nos cálculos realizados com a metodologia simplificada de Colby, considerando o material não amostrado como transporte por arraste. A média dos cálculos pela metodologia foi de 41% de sedimentos não amostrados, considerando apenas as amostras do rio Teles Pires nas estações 17382000 e 17383000. Desta forma a granulometria média dos sedimentos em transporte na região da UHE São Manoel é composto por: 43% areia, 37% silte e 20% argila. Os valores são semelhantes àqueles utilizados nos estudos de inventário para a faixa das areias e diferentes para as faixas de argila e silte. Os dados do inventário são, respectivamente, 45%, 20% e 35%.

## **2.9.2 Recursos Hídricos Subterrâneos**

### **2.9.2.1 Introdução**

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos no âmbito dos estudos ambientais da UHE São Manoel, englobando suas Áreas de Abrangência Regional (AAR), de Influência Indireta (AII), de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA), está estruturada a partir de uma discussão metodológica, seguida das descrições das unidades hidroestratigráficas e de seus aspectos hidrogeológicos, partindo de uma abordagem regional para o enfoque local da ADA. Também é apresentada uma avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos ocorrentes na região.

Em termos gerais, os estudos hidrogeológicos da UHE São Manoel tiveram por objetivo fornecer subsídios para o diagnóstico ambiental, embasando avaliações sobre a viabilidade da implantação do empreendimento, com a definição dos limites dos sistemas aquíferos e da disponibilidade hídrica subterrânea.

### **2.9.2.2 Procedimentos Metodológicos**

Para a identificação e representação cartográfica das unidades aquíferas ocorrentes na AAR, considerada neste estudo como sendo toda a bacia do rio Teles Pires, foram analisados os principais trabalhos geológicos e hidrogeológicos disponíveis, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Os principais levantamentos de abrangência regional avaliados foram:

- Mapa de Domínios / Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000, (BOMFIM et al., 2006);
- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Projeto Província Mineral de Alta Floresta, Folhas SC. 21-X-C Alta Floresta, SC. 21-V-D Rio São João da Barra, SC. 21-Z-B escala 1:250.000, CPRM (2005);
- Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso – ZSEE-MT, escala 1:250.000, SEPLAN-MT (2002).

Considerando as escalas diferenciadas dos trabalhos retromencionados, foi promovida uma compatibilização das informações, sendo adotada para a caracterização da AAR o conceito de domínios hidrogeológicos conforme definido por BOMFIM et al.(2006).

Para a AII, AID e ADA da UHE São Manoel a descrição da hidrogeologia assume a forma clássica de abordagem do assunto, individualizando as unidades aquíferas em função de suas características litológicas e hidrodinâmicas.

As informações complementares sobre as unidades aquíferas fissuradas e seus aspectos genéticos, ligados aos processos tectônicos que afetaram as rochas regionais, foram embasados nos trabalhos de mapeamento geológico do Projeto PROMIN – Alta Floresta (CPRM, 2005). Os trabalhos de campo executados no âmbito desta caracterização e os contatos com empresas de perfuração de poços tubulares da região complementaram os estudos hidrogeológicos.

Os trabalhos de campo foram realizados no período de outubro-novembro/2007, sendo desenvolvidas as seguintes atividades:

- Reconhecimento dos principais elementos constituintes e interferentes nos sistemas hidrogeológicos da área;
- Identificação de pontos de água subterrânea (surgências, poços escavados e poços “semi-artesianos”) encontrados nas áreas de influência do empreendimento.

Os estudos das unidades aquíferas presentes na AID e ADA focaram a caracterização hidrogeológica e hidrodinâmica dos aquíferos presentes nestas áreas, constando da identificação das zonas de recarga e descarga, comportamento do fluxo subterrâneo, análise das propriedades hidráulicas e dos aspectos que determinam a vulnerabilidade dos sistemas aquíferos.

### **2.9.2.3 Caracterização Hidrogeológica da Área de Abrangência Regional**

Para a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos da AAR adotou-se o conceito do Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (BOMFIM et al., 2006), escala 1:2.500.000, publicado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Nesse trabalho as diversas unidades geológicas ocorrentes no território brasileiro foram agrupadas em grandes domínios hidrogeológicos, os quais são entendidos como “*grupo de unidades geológicas com afinidades hidrogeológicas, tendo como base principalmente as características das rochas*”. Com esse enfoque, as unidades geológicas ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Teles Pires foram agrupadas em seis domínios hidrogeológicos, conforme apresentado no Mapa Hidrogeológico da AAR (**DESENHO 2.9-1**) e relacionado a seguir:

- Domínio 1 - Formações Cenozóicas (Aquífero Poroso).
- Domínio 2 - Bacias Sedimentares (Aquífero Poroso).
- Domínio 3 - Poroso / Fissural (Aquífero Misto).
- Domínio 4 - Metassedimentos/Metavulcânicas (Aquífero Fissural).
- Domínio 5 - Vulcânicas (Aquífero Fissural).
- Domínio 6 - Cristalino (Aquífero Fissural).

Os seis domínios hidrogeológicos individualizados na bacia hidrográfica do rio Teles Pires estão associados a um conjunto de rochas que compõe três grandes unidades tectonoestruturais: o Cráton Amazônico, com faixas móveis paleo a neoproterozóicas e coberturas proterozóicas; a Província Tocantins, representada pela Faixa Paraguai; e as coberturas fanerozóicas relacionadas às bacias do Alto Tapajós, do Parecis e do Paraná, além de sedimentos cenozóicos, aluviões recentes e manto de alteração das rochas regionais.

Considerando esse ambiente geotectônico, o conceito de domínio hidrogeológico está embasado na forma de ocorrência, armazenamento e circulação da água subterrânea pelos diversos tipos litológicos que compõem o substrato da região. De maneira geral, é utilizado o conceito de porosidade das rochas para individualizar os domínios hidrogeológicos (BOMFIM et al., 2006).

Nos domínios 1 e 2 foram agrupadas rochas sedimentares que constituem aquíferos granulares ou porosos, cuja principal característica é apresentar porosidade primária, ou seja, nesses domínios hidrogeológicos a circulação e o armazenamento da água subterrânea ocorre nos interstícios desenvolvidos na fase de formação das rochas. Nos domínios 4, 5 e 6 as águas subterrâneas estão associadas à porosidade secundária (aquíferos fissurados/fraturados), desenvolvida pela ação de eventos tectônicos que atuam sobre as rochas gerando as descontinuidades estruturais como: fraturas, falhas, fissuras e outros. O domínio hidrogeológico 3 apresenta uma situação mista, ou seja, observa-se um sistema de porosidade primário que é expandido pelos eventos tectônicos.

A seguir, apresenta-se a descrição dos domínios hidrogeológicos da bacia do rio Teles Pires. As áreas de abrangência desses domínios podem ser visualizadas no Mapa Hidrogeológico da AAR constante do **DESENHO 2.9-1**.

- **Domínio 1 – Formações Cenozóicas (Aquífero Poroso)**

Estão agrupados neste domínio os aquíferos granulares desenvolvidos em sedimentos de idade cenozóica que compõem a Formação Ronuro, as coberturas detrítico-lateríticas e os depósitos aluvionares.

A Formação Ronuro, ocorrente no centro-leste da bacia do rio Teles Pires, é caracterizada pela presença de sedimentos do tipo areia, silte, argila, além de cascalhos e lateritas não litificados, onde desenvolve um sistema aquífero livre que, mesmo ainda inexplorado por captações, mostra características de um sistema aquífero de média a alta favorabilidade para captações de águas subterrâneas.

Os aquíferos associados às coberturas coluviais, eluviais e manto de alteração são constituídos de sedimentos do tipo areia, silte, argila e cascalho (lateritizados ou não), lateritas ferruginosas, sedimentos coluvionares e eluvionares indiferenciados, que guardam uma íntima relação com as litologias de origem e com as condições climáticas atuantes.

Os depósitos aluvionares mais expressivos estão localizados ao longo das calhas de drenagem dos rios Teles Pires, Paranaíta, Apiacás, Peixoto de Azevedo, Santa Helena, São João da Barra e Verde, entre outros. Comumente, a camada aluvionar é heterogênea, formada de sedimentos clásticos mal selecionados, constituídos de níveis arenosos, silticos, argilosos e cascalhos. Esse sistema possui características de um aquífero livre ou semiconfinado, cuja recarga se dá pelas águas pluviais que se infiltram diretamente por descenso. O fluxo na zona granular é função de sua permeabilidade e da porosidade primária, ou seja, tende a apresentar uma alta transmissividade quando aumenta o percentual de fragmentos de rocha com granulometria de areia a cascalho.

Observa-se que as unidades aquíferas associadas aos sedimentos cenozóicos (Domínio Hidrogeológico 1) na bacia do rio Teles Pires são muito pouco exploradas para fins de captação para abastecimento, com isso não foram encontrados dados hidrodinâmicos para avaliar seu potencial hidrogeológico. Normalmente, as captações existentes são do tipo poços escavados (cisternas/cacimbas), usados para suprir pequenas demandas da população rural e de pequenos núcleos urbanos.

- **Domínio 2 – Bacias Sedimentares (Aquífero Poroso)**

Os aquíferos porosos associados às bacias sedimentares (Domínio Hidrogeológico 2) representam os principais reservatórios de águas subterrâneas do Brasil. Na bacia do rio Teles Pires esses aquíferos estão presentes em duas regiões. Uma delas está localizada na porção norte da bacia, onde o afloram sedimentos associados à Bacia Sedimentar do Alto Tapajós, representadas pelas Formações Capoeiras, Igarapé Ipixuna, São Manoel, Navalha e Unidades I e J. Nestas formações geológicas as litologias descritas são: quartzo-arenito, siltito, argilito, arenito calcítico, siltito calcífero e níveis de conglomerado. Sob o ponto de vista hidrogeológico esta unidade aquífera é desconhecida, entretanto, a descrição dos seus sedimentos mostra uma composição com uma alta razão areia/argila, indicando que esta unidade aquífera deve apresentar uma favorabilidade hidrogeológica classificada como média à alta

A outra ocorrência do Domínio Hidrogeológico 2 está localizada na região do alto curso do rio Teles Pires, estando associada às rochas sedimentares dos Grupos Parecis (Bacia Sedimentar do Parecis) e Bauru (Bacia Sedimentar do Paraná). Essas unidades litoestratigráficas são constituídas por conglomerados, arenitos finos a conglomeráticos, calciruditos, calciarenitos, siltitos e argilitos. Esta parte do domínio hidrogeológico 2 apresenta poços com altas vazões.

De um modo geral, o Domínio Hidrogeológico 2 é caracterizado por um sistema aquífero poroso (granular), livre a semiconfinado, e, normalmente, com permeabilidade alta. A produtividade dos poços que captam água subterrânea exclusivamente neste domínio é função da granulometria dos sedimentos, ou seja, em áreas onde predominam os termos arenosos os poços tubulares perfurados apresentam produtividade média a muito alta. Nas fácies pelíticas, a produtividade é muito baixa, constituindo num aquífero.

Segundo dados do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso – ZSEE-MT, o Domínio Hidrogeológico 2 tem uma grande importância no abastecimento regional da porção sul da bacia do rio Teles Pires, onde foram inventariados poços perfurados nas Formações Utiriti e Salto das Nuvens com vazões de até 200 m<sup>3</sup>/h e vazões específicas em torno de 1 m<sup>3</sup>/h/m.

- **Domínio 3 – Poroso / Fissural (Aquífero Misto)**

Neste domínio hidrogeológico foram agrupadas as unidades de natureza sedimentar, sem ou com baixo grau de metamorfismo. Os litotipos apresentam litificação acentuada e uma forte compactação que, muitas vezes, reduzem significativamente a porosidade primária do sistema aquífero.

Na bacia do rio Teles Pires são observadas três faixas de ocorrência do Domínio Hidrogeológico 3. Duas delas estão localizadas na porção norte da bacia, sendo representadas pelos Grupos Beneficente e Caiabis (Formação Dardanelos). Os litotipos dessas unidades geológicas são caracterizados como arenitos, arcóseos, siltitos e argilitos vermelhos, com intercalações locais de conglomerados polimíticos. A terceira faixa de ocorrência está localizada na porção sul da bacia, sendo representada pelos Grupos Alto Paraguai e Cuiabá, unidades constituídas por metaconglomerado petromítico, com matriz areno-argilosa, quartzito, dolomito, arenito, arcóseo com níveis conglomeráticos, siltito e intercalações de filito.

O Domínio Hidrogeológico 3 apresenta permeabilidade relativa média a baixa, com fluxo contínuo, podendo ser localmente descontínuo devido à diferenciação litológica ou à presença de fraturas. O aquífero é livre a confinado, podendo, em algumas situações, atuar como camada confinante quando superposto a camadas mais permeáveis.

Nas ocorrências desse domínio localizadas na porção norte da bacia do rio Teles Pires, os poços tubulares apresentam vazão específica média de  $0,25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Já na porção sul, os dados do ZSEE-MT indicam uma vazão específica média de  $0,18 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  e a vazão média de  $8,13 \text{ m}^3/\text{h}$ . Estes dados indicam que esse domínio hidrogeológico apresenta uma favorabilidade hidrogeológica classificada como de baixa à média para aproveitamento das águas subterrâneas.

- **Domínio 4 – Metassedimentos / Metavulcânicas (Aquífero Fissural)**

Os sistemas aquíferos fraturados, também denominados fissurados, que foram considerados por BOMFIM et al (2006) no Domínio Hidrogeológico 4 têm com principal característica a circulação e o armazenamento das águas subterrâneas condicionadas a um sistema de porosidade secundária, desenvolvido nas rochas devido aos eventos tectônicos.

Este domínio hidrogeológico está instalado num conjunto de rochas supracrustais e plutônicas, metamorfizadas em fácies anfíbolito alto a granulito, acrescidas dos terrenos tipo *greenstones belts*. Na AAR este domínio tem como litotipos: anfíbolitos, corpos ígneos básicos (metagabros, metanoritos e enderbitos), metacherts, formação ferrífera bandada e calciossilicáticas pertencentes às unidades litoestratigráficas do Complexo Bacaeri-Mogno e da Seqüência Metavulcano-Sedimentar São Marcelo Cabeça.

Na bacia do rio Teles Pires não são registrados poços construídos neste domínio. Dados do ZSEE-MT referenciam poços tubulares em terrenos de *greenstones belts*, localizados a noroeste de Cuiabá, com vazões médias variando entre  $2,94$  e  $8,03 \text{ m}^3/\text{h}$ , indicando uma baixa favorabilidade hidrogeológica.

- **Domínio 5 – Vulcânicas (Aquífero Fissural)**

Os recursos hídricos subterrâneos desse domínio estão instalados em uma seqüência de rochas de filiação vulcânica e metavulcânica, que apresenta um comportamento hidrodinâmico característico de um sistema fissural. Nesse domínio a circulação e armazenamento das águas subterrâneas ocorrem, preferencialmente, através de um sistema de porosidade secundária associado à foliação e/ou superfícies interderrames.

O Domínio Hidrogeológico 5 é representado na bacia hidrográfica do rio Teles Pires por uma seqüência de rochas efusivas félsicas e depósitos piroclásticos de fluxo, intercalados com derrames intermediários e rochas vulcanoclásticas, pertencentes à Suíte Colíder.

Este aquífero é praticamente inexplorado na região e a bibliografia consultada não aponta nenhum poço captando água subterrânea deste domínio hidrogeológico. De maneira geral, pode-se afirmar que o domínio apresenta grande expressão em área. O comportamento hidrodinâmico é livre a semiconfinado, a permeabilidade relativa é média a baixa.

- **Domínio 6 – Cristalino (Aquífero Fissural)**

Conforme BOMFIM et al (2006), o Domínio Cristalino é constituído por granitóides, gnaisses, granulitos, migmatitos, corpos básicos e ultrabásicos, ou seja, aqueles litótipos que compõem o

denominado aquífero fissural clássico. Esse domínio é caracterizado pela ausência de porosidade primária, impondo que o fluxo, a alimentação e a descarga das águas subterrâneas estejam associados à fissuras, fraturas, juntas ou ainda à falhas que ocorrem nessas litologias. A principal consequência das características mencionadas é a anisotropia e a heterogeneidade no armazenamento e circulação das águas subterrâneas por este domínio hidrogeológico.

O Domínio Hidrogeológico 6 ocupa uma extensa faixa na porção centro-norte da bacia do rio Teles Pires, sendo composto pelas seguintes unidades geológicas associadas ao Arco Magmático Juruena: Suítes Vitória e Nova Canaã, Intrusivas Básicas Guadalupe, Suítes Intrusivas Matupá, Flor da Serra, Teles Pires, Juruena e Paranaíta, Granitos Apiacás, São Romão, São Pedro e Nhandu, Alcalinas Rio Cristalino e Complexos Nova Monte Verde e Cuiú-Cuiú.

Dados estatísticos sobre a produtividade de poços neste domínio hidrogeológico, constantes do ZSEE-MT, indicam que os valores médios de capacidade específica variam entre 0,13 e 0,34 m<sup>3</sup>/h/m e as vazões encontradas ficam entre 4,77 e 7,89 m<sup>3</sup>/h. Deve-se ressaltar que devido à pequena quantidade de poços existentes na área em estudo foram considerados dados de poços encontrados no entorno da bacia, porém respeitando os critérios hidrogeológicos de similaridade da natureza do aquífero.

#### **2.9.2.4 Caracterização Hidrogeológica da Área de Influência Indireta**

A caracterização hidrogeológica da AII está pautada na interpretação dos dados básicos existentes acrescida das informações levantadas nos trabalhos de campo. A análise da bibliografia mostra que a região norte do Estado de Mato Grosso é desprovida de trabalhos sistemáticos sobre a hidrogeologia regional. Nos trabalhos de campo observou-se que a captação de águas subterrâneas é praticamente inexistente na área, não sendo constatados poços tubulares profundos. Desta forma, os dados hidrodinâmicos citados neste estudo foram, em grande parte, compilados de trabalhos executados em regiões limítrofes à AII da UHE São Manoel, em terrenos com características hidrogeológicas semelhantes às da área em pauta.

Na AII da UHE São Manoel observa-se uma larga predominância do sistema aquífero de natureza fissurado, desenvolvido em rochas graníticas e riolíticas das unidades litoestratigráficas que compõem o Arco Magmático Juruena. Subordinadamente, verifica-se litótipos de gênese sedimentar representados por arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados pertencentes ao Grupo Beneficente. Também ocorrem aquíferos instalados em sedimentos aluvionares recentes, solos coluvionares e regolitos (manto de alteração das rochas cristalinas).

Serão descritas a seguir as unidades aquíferas instaladas nesses ambientes geológicos no âmbito da AII da UHE São Manoel, sendo o Mapa Hidrogeológico da AII, na escala 1:100.000, apresentado no **DESENHO 2.9-2**.

##### **a) Descrição dos Aquíferos**

- **Aquíferos porosos**

Os aquíferos porosos na AII da UHE São Manoel são desenvolvidos no manto de alteração (regolito) das rochas graníticas e riolíticas das unidades Suíte Intrusiva Juruena, Granito Teles Pires e Suíte Colíder. Também são verificados aquíferos porosos nos sedimentos do Grupo Beneficente, nas coberturas detríticas e nas aluviões.

De forma geral, todo esse conjunto de sedimentos funciona como um aquífero de natureza granular livre, tendo como característica marcante uma alta heterogeneidade em seu comportamento

hidrogeológico. Porém, algumas particularidades devem ser destacadas no comportamento do meio instalado neste aquífero.

O manto de alteração das rochas cristalinas apresenta uma ampla distribuição na AII, conformando grande parte da superfície do relevo. Essa unidade pode ser classificada como um aquífero (condutividade hidráulica  $1 \text{ a } 10^{-3} \text{ cm/s}$ ) em situações onde os sedimentos são preferencialmente arenosos, na situação inversa esta unidade é classificada com aquífero (condutividade hidráulica  $10^{-3} \text{ a } 10^{-5} \text{ cm/s}$ ). Entretanto, nas duas situações o sistema funciona como uma importante fonte de recarga das rochas fraturadas subjacentes, pois atua como um meio de captação da água precipitada, diminuindo a perda por escoamento e minimizando os efeitos da evaporação.

As aluviões compõem um domínio permoporoso constituído por areias, de granulação fina a média, ocorrentes nas planícies fluviais. Este sistema apresenta como características hidrogeológicas alta permeabilidade e alta capacidade de armazenamento nas porções mais detríticas. Outra característica do aquífero poroso é apresentar a superfície da água, ou lençol, sob os efeitos da pressão atmosférica, caracterizando um aquífero livre.

Os aquíferos porosos associados ao Grupo Beneficente estão instalados na zona de ocorrência dos sedimentos friáveis ou parcialmente consolidados desta unidade. Como característica hidrogeológica observa-se um sistema livre a semiconfinado, localmente descontínuo, com permeabilidade variando entre média a baixa. Esta unidade ocorre na porção norte-noroeste da AII.

Quanto à recarga, todas as unidades componentes do sistema aquífero poroso são alimentadas diretamente pela infiltração vertical das águas pluviais. Ressalta-se que os aquíferos aluvionares também recebem águas do rio na época das chuvas, quando o rio assume características de um rio influente. Outra característica do sistema aquífero poroso é o seu alto potencial de vulnerabilidade aos efeitos dos agentes poluidores, especialmente nas zonas mais superficiais.

Com base nos dados coletados em campo e na literatura disponível, foram levantadas algumas propriedades físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos porosos, conforme apresentado no **Quadro 2.9-23**.

**Quadro 2.9-23 – Características gerais das unidades aquíferas**

Sistemas Aquíferos	Tipo	Profundidade de Ocorrência (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazões (m <sup>3</sup> /h)	Vazões Específicas (m <sup>3</sup> /h/m)
Poroso	Aluviões	~20	Entre 0,0 e 1	ND	1 – 9	0,42**
	Cobertura Detríticas	ND	~10	ND	ND	ND
	Saprolito	~30	~10	ND	ND	ND
	Sedimentos Proterozóicos	> 300	ND	ND	7,05**	0,19**
Fraturado	Suíte Colíder	30 – 200 *	0 – 30 **	26 – 41**	2,94**	0,05**
	Suítes Graníticas	30 – 200 *	0 – 30**	26 – 41**	6,46	0,16

\* Profundidade estimada para fraturas abertas.

\*\* Dados de poços localizados no entorno da AII da UHE São Manoel compilados do ZSEE-MT (2002).

#### • Aquíferos fraturados

Regionalmente, o sistema aquífero predominante é de natureza fraturada (fissurada) desenvolvida sobre um conjunto de rochas cristalinas, vulcânicas (Suíte Colíder) ou intrusivas (Suíte Intrusiva Juruena e Granito Teles Pires). Este sistema mostra a circulação e o armazenamento da água

subterrânea condicionados à presença de uma porosidade secundária, desenvolvida pelos efeitos dos eventos tectônicos e pela meteorização que afetaram as rochas regionais. Essas características trazem como reflexo uma distribuição heterogênea das zonas de acumulação de água, que variam lateralmente e em profundidade.

No domínio das rochas efusivas da Suíte Colíder e dos granitos Teles Pires e Juruena o sistema aquífero fraturado apresenta um comportamento hidrogeológico heterogêneo e descontínuo quanto ao armazenamento e circulação das águas. A recarga é feita indiretamente pela infiltração vertical das águas pluviais que abastecem o aquífero poroso sobreposto, o qual, após saturação, transmite suas águas para o sistema fissurado através das descontinuidades das rochas.

A diferença observada entre os sistemas aquíferos instalados nestes dois conjuntos de rochas cristalinas está na granulação da rocha matriz. Os granitos, com cristais mais bem desenvolvidos, apresentam um comportamento diferenciado quando submetido aos eventos tectônicos, ou seja, mostram tendência em apresentar um maior grau de fraturamento, com isso torna-se mais eficiente no armazenamento da água subterrânea. As características hidrogeológicas dos aquíferos fraturados ocorrentes na AII da UHE São Manoel são apresentadas no **Quadro 2.9-24**.

#### **b) Pontos de Água Subterrânea Inventariados na AII**

Quanto à caracterização dos pontos de água subterrânea, na AII da UHE São Manoel foram encontradas poucas nascentes ou captações. Nesta área aparecem três tipos de captações de água subterrânea: cisternas, poços “semi-artesianos” e caixas coletoras ou pequenas barragens em nascentes naturais.

As nascentes ou surgências naturais nos domínios do sistema aquífero fraturado ocorrem em duas situações: no contato do manto de alteração com a rocha fresca ou entre camadas do manto de alteração que apresentam permeabilidades distintas. No sistema poroso do Grupo Beneficente as nascentes ocorrem nas encostas dos morros, entre duas camadas de sedimentos de permeabilidades diferentes que provocam o afloramento do lençol freático. Em alguns locais de nascentes difusas ocorre a formação de veredas. As veredas, normalmente, apresentam uma camada de solo orgânico e argila turfácea, recoberta por uma vegetação típica de zona úmida, com presença de buritis e espécies herbáceas.

Os poços utilizados para captação de água subterrânea – cacimbas e poços “semi-artesianos” – estão restritos aos aquíferos rasos ou freáticos. A penetração é feita na parte decomposta das rochas cristalinas, nas coberturas detríticas e nas aluviões.

A captação por cacimba, também conhecida como cisterna, é uma escavação manual com diâmetro variável, geralmente entre 0,90 a 1,20m, e profundidade suficiente apenas para penetrar a zona saturada, logo abaixo do nível do lençol freático. Na região estas escavações ficam entorno de 15 metros, sendo a exploração da água feita por meio de sarrilhos manuais ou pequenas bombas de sucção.

Poço “semi-artesiano” é uma denominação popular utilizada para captação da água que circula pela rocha decomposta. Estas captações são construídas a partir da abertura de furos com diâmetro entre 100 e 150mm, numa profundidade que, raramente, ultrapassa 40 metros. O revestimento é feito com tubo PVC, de 100mm, ranhurado na porção que fica em contato com a zona saturada do aquífero. Completando o poço, usa-se como pré-filtro uma camada de brita zero entre o revestimento e as paredes do furo. Acima do pré-filtro, o anel externo ao tubo PVC é preenchido com argila compactada. Próximo à superfície é usado cimento para vedação, como forma de impedir a infiltração direta de

água superficial na captação. Na região, a perfuração desses poços é feita com equipamentos rudimentares que usam percussão ou jato d'água como elemento cortante.

### **2.9.2.5 Caracterização Hidrogeológica das Áreas de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA)**

O diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos na AID e ADA da UHE São Manoel envolveu o refinamento dos dados secundários com os trabalhos de campo, os quais consistiram na execução de perfis geológicos pelas estradas, trilhas e ao longo do rio Teles Pires, cobrindo todas as unidades aquíferas. Nos perfis realizados foram cadastrados e caracterizados os pontos de afloramento ou captação de água subterrânea.

De maneira geral, o sistema hidrológico subterrâneo regional está ligado, fundamentalmente, às características geológicas da área. O Mapa Hidrogeológico da AID e ADA (**DESENHO 2.9-3**), na escala 1:100.000, sintetiza as informações das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada, apresentando a distribuição das unidades aquíferas granular e fraturada, a direção do fluxo subterrâneo e uma classificação dos aquíferos quanto a vulnerabilidade.

O aquífero de natureza granular está associado aos sedimentos do Grupo Beneficente, às seqüências aluvionares e ao manto de alteração, também denominado aquífero superior. Enquanto o sistema fraturado, aquífero inferior, está instalado no domínio das rochas cristalinas sãs ou pouco alteradas. A seguir é apresentada a descrição desses aquíferos.

#### **a) Descrição dos Aquíferos**

- **Aquífero poroso**

Os aquíferos porosos ou granulares ocorrentes na ADA e AID da UHE São Manoel são representados pelo manto de alteração das rochas cristalinas, pelos depósitos coluvionares, pelas aluviões do rio Teles Pires e de seus principais afluentes e pelos sedimentos das Unidades 1, 2, 3 e 4 do Grupo Beneficente.

O sistema aquífero granular instalado nos regolitos apresenta uma ampla distribuição regional. No geral, apresenta a composição mineralógica e espessura bastante variáveis, mantendo uma íntima relação com a litologia de origem e as condições climáticas atuantes. Sob o ponto de vista hidrogeológico, este aquífero apresenta uma grande capacidade de reservação e uma baixa capacidade de transmissão das águas subterrâneas. Outra característica deste sistema é apresentar alta taxa de variação sazonal de vazões, sofrendo grande influência da pluviometria.

A partir dos trabalhos de campo pôde se observar que o sistema aquífero desenvolvido no manto de alteração apresenta características distintas para os termos litológicos riolíticos da Suíte Colíder e graníticos do Granito Teles Pires. Os riolitos formam um manto de alteração, predominantemente, argiloso, com baixa ou nenhuma capacidade de circulação das águas, caracterizando um comportamento hidrogeológico que pode ser comparado a um aquífero (condutividade hidráulica entre  $10^{-3}$  e  $10^{-5}$  cm/s). Já os granitos mostram o manto de alteração com maior percentagem de sedimentos arenosos, com isto aumenta a capacidade de armazenamento e transmissão das águas subterrâneas, sem, no entanto, constituírem sistemas aquíferos de produtividade relevante. Devido a esta baixa produtividade, os aquíferos granulares instalados em saprolitos não são individualizados no mapa hidrogeológico.

Os solos colúviais são raros, descontínuos e pouco espessos na AID e ADA, não configurando aquíferos expressivos. Neste sistema, as águas subterrâneas circulam na posição do fluxo hipodérmico aumentado o volume nas áreas onde o solo fica mais espesso, situação normalmente observada nas partes inferiores das vertentes. Estes aquíferos não serão individualizados no mapa hidrogeológico.

Deve ser ressaltado que, mesmo apresentando baixas produtividades, os aquíferos/aquitardos instalados nos saprolitos e em solos colúviais têm significativa importância na recarga dos aquíferos fissurados sotopostos.

A unidade aquífera desenvolvida em sedimentos aluvionares apresenta uma expressiva distribuição na ADA da UHE São Manoel, notadamente no trecho compreendido entre o eixo do barramento e a ilha da Perdição. Este sistema aquífero intergranular é constituído pelos sedimentos clásticos, com areias finas e médias intercaladas por lentes de cascalho e argila. A espessura média observada em algumas antigas cavas de garimpo é da ordem de 6 a 10 metros. Quanto às suas características hidrogeológicas, esses aquíferos são de natureza livre, descontínuos, apresentando uma permeabilidade média estimada da ordem  $10^{-5}$  a  $10^{-3}$  cm/s. O valor da permeabilidade foi estimado com base na granulometria dos sedimentos aluvionares seguindo a proposta de FETTER (1994).

Os aquíferos desenvolvidos nos sedimentos proterozóicos do Grupo Beneficente estão incluídos no sistema poroso, tendo em vista o predomínio de litologias friáveis (arenitos puros de baixa consistência). Entretanto, nessa unidade também ocorrem sedimentos com acentuada litificação e forte compactação que, muitas vezes, reduzem significativamente a porosidade primária. Nessa situação, os aquíferos mostram características mistas, ou seja, a circulação das águas subterrâneas também ocorre através do sistema de fissuras desenvolvido pelos eventos tectônicos que atuaram sobre as rochas mais litificadas. O Grupo Beneficente tem sua ocorrência limitada à porção norte da AID, onde destaca na topografia como cristas alinhadas na direção E-W.

As características hidrogeológicas do aquífero instalado nos litótipos do Grupo Beneficente podem ser estimadas com base em aquíferos semelhantes que ocorrem de outros pontos do Estado de Mato Grosso, como aqueles instalados na Formação Dardanelos, unidade com características litológicas, estruturais e cronológicas similares à unidade em discussão. Conforme apresentado no Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso – ZSEE-MT (SEPLAN-MT, 2002), as características hidrodinâmicas de 7 poços perfurados na Formação Dardanelos mostram uma vazão específica média é de 0,19 m<sup>3</sup>/h/m. Estes dados indicam que este sistema aquífero apresenta uma boa favorabilidade hidrogeológica para exploração das águas subterrâneas. Conforme exposto, espera-se que os aquíferos instalados nos arenitos do Grupo Beneficente apresentem resultados na mesma ordem de grandeza.

A zona de recarga do sistema aquífero poroso está localizada nos altos topográficos. Já a zona de descarga está posicionada nas drenagens localizadas no nível de base regional, no caso o rio Teles Pires. Constitui exceção a esta situação geral a descarga que ocorre em nascentes localizadas em meia encosta, no domínio das coberturas elúvio-colúviais e regolitos, onde as surgências naturais representam o contato de duas camadas de permeabilidades diferentes que expõe a superfície piezométrica.

A grande importância desta unidade na região está ligada a sua enorme capacidade de reter águas e alimentar, de forma lenta e constante, o sistema aquífero fraturado durante todo o ano, além de colaborar na manutenção das vazões das drenagens superficiais regionais. No que se refere ao uso, pode-se afirmar que as águas subterrâneas do aquífero poroso são insignificantes. Porém, captações nessa unidade podem atender o suprimento de pequenas demandas domésticas da população rural. Neste caso, deve-se optar por captações singelas como os poços escavados (cisternas), em áreas onde o

nível freático é raso, e as caixas coletoras para as surgências de meia encosta nos regolitos, que oferecem água de boa qualidade com custo reduzido de implantação.

Outra característica dessa unidade é o seu potencial de vulnerabilidade aos efeitos dos agentes poluidores, especialmente nas zonas mais superficiais. Essa vulnerabilidade será tanto maior quanto mais elevada for a participação de areias em sua composição. Na AID e ADA da UHE São Manoel a preocupação quanto ao risco de contaminação está restrita ao mercúrio proveniente da atividade garimpeira, entretanto, observa-se atualmente que os garimpos estão quase que integralmente paralisados na região.

- **Aquífero fraturado**

O sistema aquífero fraturado nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel está instalado, preponderantemente, sobre um conjunto de rochas vulcânicas da Suíte Colíder. Completa esse quadro a ocorrência de uma pequena faixa de granitos e microgranitos intrusivos, aflorantes na área de remanso do reservatório, pertencentes à unidade denominada Granito Teles Pires.

A unidade aquífera fraturada apresenta a infiltração, o escoamento e a reservação das águas subterrâneas ocorrendo através de fraturas, fendas e diáclases nas rochas cristalinas regionais. Esta característica traz como reflexo uma distribuição heterogênea das zonas de acumulação de água, que variam lateralmente e em profundidade.

Lateralmente, a variação se deve ao grau de fraturamento, sendo maior nos planos de fraturas decorrentes da tectônica rúptil. Em profundidade, apresenta uma diminuição rápida da permeabilidade em razão do fechamento das fraturas com o aumento da profundidade, tornando-se raras ou ausentes abaixo de algumas dezenas de metros.

O melhor entendimento para a ocorrência de água neste sistema pode ser obtido a luz da evolução geotectônica da região. Conforme visto no item referente aos aspectos geotectônicos regionais desta caracterização, as rochas na AID e ADA da UHE São Manoel foram afetadas por eventos tectônicos de natureza dúctil e rúptil a rúptil-dúctil. Para a hidrogeologia o sistema capaz de gerar fraturas abertas, portanto com capacidade de armazenar e transmitir água subterrânea, são as famílias de fraturas geradas num domínio rúptil devido a esforços de descompressão ou alívio (**Foto 2.9-2**).



**Foto 2.9-2 - Fraturamento em riolito da Suíte Colíder nas margens do rio Teles Pires próximo à ilha Macacos.**

Os trabalhos de campo indicaram que nas áreas de influência da UHE São Manoel ocorrem zonas de cisalhamento transcorrentes geradas em regime compressivo, as quais estão dispostas, preferencialmente, na direção NW-SE. Os diagramas em rosáceas, construídos a partir de medidas de atitudes de fraturas, mostram as seguintes concentrações de direções: NW-SE (paralelas as zonas de cisalhamento), NE-SW (geradas num evento descompressivo) e o sistema NS (obliquo a Zona de cisalhamento).

Aplicando o modelo geotectônico de zonas de cisalhamento simples, pode-se concluir que as fraturas NE-SW são formadas na fase de descompressão (alívio) do evento tectônico que atuou sobre as rochas regionais, portanto são mais propícias ao armazenamento e a circulação das águas subterrâneas. Já as fraturas nas direções NW-SE foram geradas durante o evento compressivo, associando-se às descontinuidades com menor probabilidade de se mostrarem abertas, ou seja, oferecem menor potencial para armazenar e transmitir as águas subterrâneas. As fraturas, NS e EW são obliquas à zona de cisalhamento, podendo conter águas caso não estejam preenchidas por veios de quartzo.

Este modelo foi confirmado em vários pontos visitados durante os trabalhos de campo, como, por exemplo, ao longo do curso do rio Teles Pires, próximo à ilha Esperança, onde o sistema de fraturas em riolitos apresenta atitude N30E/sub, representativas da fase de alívio. Portanto, esta é uma das descontinuidades estruturais que deve ser pesquisada numa opção de perfuração de poços tubulares para abastecimento ou, no eixo da barragem, para bloquear possíveis zonas de fuga de água do reservatório.

Para o sistema aquífero fraturado não existem dados que permitam estimar as profundidades máximas das descontinuidades abertas, portanto não é possível precisar as profundidades limites para projetar

poços tubulares nesse aquífero. Entretanto, dados transportados de outras regiões, com o mesmo tipo litológico e estrutural apontam que os poços tubulares não devem penetrar mais do que 150m.

Também não são disponíveis dados que permitam estimar a produtividade de poços perfurados no sistema aquífero fraturado na AID e ADA da UHE São Manoel. Entretanto, dados levantados junto a uma empresa de perfuração de poços tubulares atuante na região indicam vazões variando entre 1,5 a 9,0m<sup>3</sup>/h e vazões específicas entre 0,01 a 0,16m<sup>3</sup>/h/m para poços nos municípios de Alta Floresta e Apiacás. Esses dados caracterizam poços de potencial baixo resultantes da predominância de aquíferos de baixa produtividade.

A recarga do sistema aquífero fissurado é feita pela infiltração das águas pluviais, que pode ocorrer de forma indireta, quando as águas de chuva são captadas pelo manto de alteração, pelas coberturas detríticas e pelos sedimentos do Grupo Beneficentes, passando gradativamente para o subleito fendilhado. Outro processo de recarga ocorre pela infiltração direta nas descontinuidades das rochas, especialmente em leitos de drenagens naturais. Entretanto, esta última situação é menos freqüente, em vista que as fissuras são localizadas e não possuem conexões hidráulicas de grandes extensões. Ainda, deve-se considerar como fonte de recarga a infiltração da águas que escoam dos aquíferos aluviais sobrepostos.

A descarga desse sistema ocorre em formas de surgências pontuais ou difusas, perenes ou sazonais que são responsáveis pela manutenção das vazões da drenagem superficial durante o período da seca.

## **b) Modelo Hidrogeológico Conceitual**

Considerando as características dos aquíferos porosos e fraturados retromencionadas, discute-se a seguir o modelo hidrogeológico conceitual para as Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel.

A distribuição dos sistemas aquíferos, a direção do fluxo subterrâneo e as relações entre os sistemas aquíferos que ocorrem na área em estudo encontram-se representados no Mapa Hidrogeológico da AID e ADA (**DESENHO 2.9-3**) e no perfil hidrogeológico esquemático (**Figura 2.9-25**).

O mapa hidrogeológico mostra a distribuição dos aquíferos, a direção do fluxo subterrâneo e as relações entre os sistemas aquíferos que ocorrem na área em estudo. No geral, é possível afirmar que a hidrogeologia da região possibilita uma interpretação relativamente simples, onde as unidades aquíferas interagem de forma diferenciada com o sistema hidrológico superficial.

Nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada os sistemas aquíferos podem ser agrupados em dois grupos: o aquífero superior e o aquífero inferior.

O sistema aquífero superior, de natureza granular, tem um comportamento hidrogeológico homogêneo, onde a camada superficial é aflorante, portanto um aquífero livre. Estas características permitem inferir que este sistema aquífero tem o fluxo das águas subterrâneas, de modo geral, concordantes com a topografia local. Nesta situação, o fluxo é predominantemente vertical até atingir a zona saturada e, a partir daí, o escoamento torna-se paralelo à superfície do terreno, sendo direcionado para as áreas de descarga, representadas pelos corpos de água superficial.

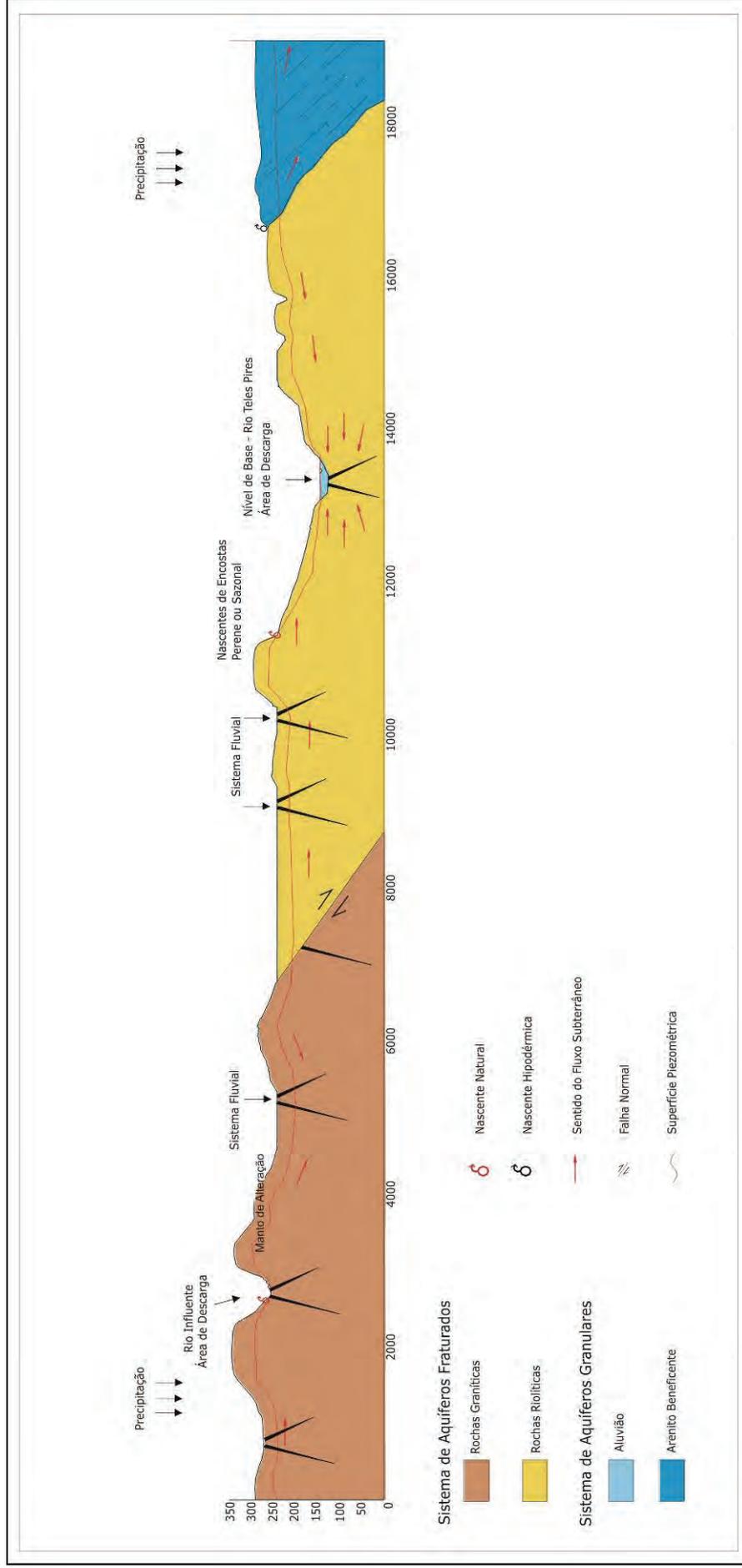


Figura 2.9-235 - Perfil hidrogeológico esquemático.

Neste conjunto as unidades aquíferas que oferecem melhores condições hidrogeológicas estão instaladas nas aluviões e nos litótipos friáveis do Grupo Beneficente. Estas unidades assumem um papel importante na manutenção do equilíbrio ambiental regional, pois possuem grande capacidade de infiltração e armazenamento das águas de chuva, as quais irão alimentar a vegetação e manter a vazão de base dos cursos de águas no período de estiagem.

No caso das aluviões ainda destaca-se a particularidade de alterar a direção do fluxo subterrâneo em função do regime pluviométrico. Durante as cheias, o rio tende a alimentar a aluvião (rio influente), direcionando o fluxo no sentido das suas margens. No período seco o aquífero passa a alimentar o rio (rio efluente), o fluxo tende a ser perpendicular ao leito do rio.

Os aquíferos profundos são desenvolvidos ao longo das descontinuidades estruturais. A circulação das águas subterrâneas é feita através dos fissuramentos, com isso a trama e a dimensão dessas descontinuidades é que definem o potencial do aquífero. Essa característica torna esse meio hidrogeológico fortemente anisotrópico e heterogêneo quanto às reservas de água.

No que se refere ao fluxo das águas subterrâneas dos aquíferos fraturados, ou inferior, não é possível avaliar com precisão o sentido de escoamento. Contudo, tendo em vista que escoamento ocorre exclusivamente ao longo dos planos das descontinuidades estruturais, pode-se inferir, com boa margem de acerto, que o escoamento ocorre por gradientes, ou seja, na parte não saturada o fluxo é descendente e na zona saturada o escoamento é direcionado para o nível de base regional. Assim na AID e ADA o sentido geral das águas subterrâneas regionais é a calha do rio Teles Pires.

### **c) Relação Entre as Águas Superficiais e os Aquíferos**

Nas Áreas de Influência Direta (AID) e Diretamente Afetada (ADA) da UHE São Manoel os cursos d'água mantêm relação direta com os sistemas aquíferos. Os cursos d'água de maior porte apresentam um regime de escoamento durante todo o ano hidrológico, sendo que o deflúvio superficial nos períodos secos é mantido pelas águas subterrâneas restituídas dos sistemas aquíferos presentes na bacia hidrográfica.

Na análise por unidade, o aquífero fissurado apresenta a maior expressão territorial, sendo o responsável pelo maior volume de água que flui pelos rios durante o período seco do ano hidrológico. Nesse sistema não ocorre comunicação direta entre o rio e o aquífero, entretanto, é possível afirmar que a descarga do aquífero para o rio é efetiva durante todo o ano. Os pontos de descarga subterrânea (surgências pontuais ou difusas) estão localizados em cotas mais elevadas em relação ao leito natural das drenagens, assim, as águas, após a nascente, podem infiltrar no sistema poroso ou escoar superficialmente.

No sistema aquífero granular é necessário analisar as seguintes situações: os aquíferos instalados nos sedimentos do Grupo Beneficente possuem os pontos de descarga na mesma situação descrita para os aquíferos fissurados e contribuem com um grande aporte de água para os rios por meio de nascentes de encostas. Os aquíferos aluviais mantêm uma interação direta com os cursos d'água, no período de águas altas são alimentados pelos rios e esta situação é invertida nos períodos de seca. Na AID e ADA os aquíferos aluvionares são pouco expressivos e apresentam maior extensão ao longo do rio Teles Pires nas proximidades da ilha da Perdição.

### **d) Caracterização Físico-Química e Bacteriológica das Águas Subterrâneas**

A abordagem das características físico-químicas das águas subterrâneas da área de influência da UHE São Manoel foi feita com base na análise das águas coletadas em dois poços rasos, do tipo cisterna,

localizados em propriedades rurais da margem esquerda do rio Teles Pires, na região do Campo do Aragão. Ressalta-se que não existem núcleos urbanos na AID/ADA da UHE São Manoel, sendo que as cidades mais próximas do empreendimento, Paranaíta e Alta Floresta, tem seus abastecimentos de água supridos por mananciais superficiais.

As análises foram feitas pelo laboratório BIO-AGRI Ambiental, onde foram determinados entre outros os parâmetros: Alumínio Dissolvido, Antimônio, Berílio, Boro, Cádmiio, Chumbo, Cianeto, Cloro residual, Cobalto, Cromo, Fluoreto, Lítio, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Prata, Selênio, Sulfato, Sulfeto, Urânio, Vanádio, Arsênio, óleos e graxas, Corantes Artificiais. Para estes elementos os resultados se mostraram abaixo do limite de detecção do laboratório, ou seja, atendem os padrões de potabilidade, para consumo humano, estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Os demais parâmetros físicos químicos (**Quadro 2.9-24**), mesmo apresentando valores determináveis, também atendem as exigências da referida Portaria. A última coluna do **Quadro 2.9-16** mostra os padrões de potabilidade de água para consumo humano trazendo os valores máximos recomendados pelo Ministério da Saúde (Portaria MS nº 518/2004). No que se referem aos parâmetros microbiológicos, os valores determinados para coliformes totais mostram resultados acima dos limites de potabilidade para consumo humano. Os valores de coliformes fecais estiveram alterados para a coleta realizada em abril de 2009. Entretanto, os valores de DBO e DQO indicam que as águas não mostram contaminação mais persistente derivada de uma fonte como esgoto doméstico.

**Quadro 2.9-24 - Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**

Parâmetros	Unidade	Poço 1		Poço 2			MS (Port. 518/2004)
		Fev/2009	Abr/2009	Out/2008	Fev/2009	Abr/2009	
Cor	Pt/Co	19		31	22		15
Alcalinidade	Mg/L	11		16	13		
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	73		68	30		1000
Bário	mg/L	0,0425		0,1295	0,0615		0,7
Cobre Dissolvido	mg/L	<0,0001		0,003	<0,0001		2,0
Ferro Dissolvido	mg/L	0,162		0,042	0,021		0,3
Fósforo Total	mg/L	0,02		0,05	0,02		
Manganês	mg/L	0,09		0,0335	0,0149		0,1
Zinco	mg/L	<0,0001		0,0286	0,0085		5,0
Coliformes Fecais	NMP/100 mL		50	<1		<1	Ausente
Coliformes Totais	NMP/100 mL		1203	69		613	Ausente
DBO	mg/L		< 2	<2		<2	
DQO	mg/L		11	<5		<5	

A análise dos dados acima indica que as águas subterrâneas da área em estudo mostram características físico-químicas comparáveis a águas fracamente mineralizadas, com sólidos totais dissolvidos menores do que 73 mg/L e alcalinidade menor do que 16 mg/L. Estes dados indicam águas subterrâneas de escoamento hipodérmico, denotando um baixo tempo de residência no aquífero.

Os parâmetros microbiológicos mostram resultados acima dos limites de potabilidade para consumo humano, estabelecido pelo Ministério da Saúde. Entretanto, considerando que a captação na forma de poço raso (cisterna) não possui uma proteção sanitária adequada, a presença de coliformes pode não

indicar uma contaminação do sistema aquífero, mas tão somente do poço amostrado. Para resolver a situação recomenda-se, antes de novas coletas, fazer uma desinfecção do poço com hipoclorito de sódio.

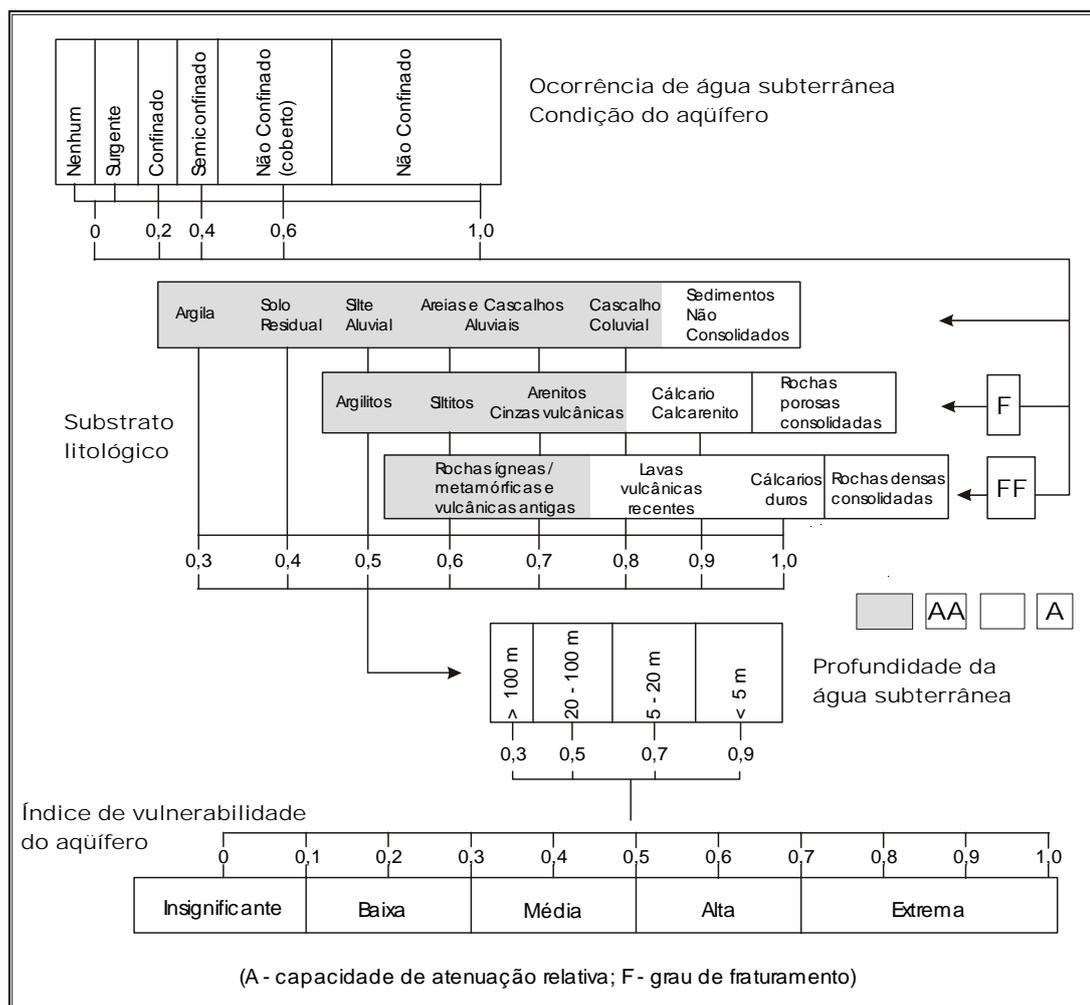
#### e) Análise da Vulnerabilidade dos Aquíferos

A contaminação de qualquer água, superficial ou subterrânea, é considerada quando ela possui organismos patogênicos, substâncias tóxicas e/ou radioativas, em quantidades prejudiciais à saúde humana. As contaminações das águas subterrâneas podem ter origens diversas, sendo as mais comuns àquelas relacionadas à infiltração de substâncias poluentes, resultantes de atividades industriais, agrícolas e urbanas. Não se pode deixar de descartar, no entanto, as contaminações não relacionadas às atividades antrópicas, ou seja, as geradas pela própria natureza, seja por constituintes encontrados nas rochas, seja por produtos da meteorização.

Neste trabalho, para avaliar o grau de vulnerabilidade do sistema aquífero adotou-se a metodologia idealizada por FOSTER & HIRATA (1993), que define o termo vulnerabilidade para um aquífero em relação a fatores contaminantes como uma função direta das características intrínsecas que determinam a suscetibilidade de um sistema ser afetado por uma contaminação.

Neste conceito, a vulnerabilidade depende do menor ou maior grau de dificuldade de penetração de elementos contaminantes a partir da superfície, da capacidade de retenção física dos solos e manto de alteração e das reações químicas que podem acontecer no interior do aquífero.

FOSTER & HIRATA (1993) consideraram os seguintes parâmetros para a classificação de um aquífero quanto ao grau de vulnerabilidade: profundidade do nível d'água do aquífero; características litológicas e hidrodinâmicas das camadas não saturadas; e tipo da ocorrência da água subterrânea (confinada ou livre). Os autores definiram para cada um desses fatores um valor na escala de 0 a 1. O produto entre eles é o índice de vulnerabilidade do aquífero. O índice obtido está associado às vulnerabilidades, as quais são classificadas entre insignificante (índice entre 0 – 0,1) e extrema (índice entre 0,9 – 1,0), conforme exposta na **Figura 2.9-26**.



Fonte: FOSTER & HIRATA, 1993

**Figura 2.9-246 - Sistema de Avaliação do Índice de Vulnerabilidade Natural do Aquífero.**

Vale comentar que a utilização do modelo deve ser considerada com cautela quando se tratar de aquíferos fraturados, pois toda a sua concepção foi desenvolvida para aquíferos granulares. Diante desta consideração pode-se aplicar a metodologia para aquíferos fraturados. Nesse caso, deve-se realizar uma análise criteriosa das características hidrodinâmicas e do grau de fraturamento que as rochas aquíferas apresentam.

Nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel os estudos hidrogeológicos indicaram que o risco de poluição para as águas subterrâneas é muito pequeno. Esta afirmação tem como base a baixa taxa de ocupação antrópica das áreas e a existência de saprolitos argilo-arenosos, que funcionam como barreira hidrogeológica protegendo as águas subterrâneas.

Na análise dos sistemas aquíferos com base na metodologia de FOSTER & HIRATA (1993) pode-se concluir:

- Aquífero poroso em aluviões – Unidade aquífera superior, constituída de sedimentos areno-argilosos. Esta unidade comporta-se como um aquífero livre, não confinado (0,8). A camada sedimentar aluvial é composta por areia e argila (0,6), e o nível freático é menor que 5m de profundidade (0,9), configurando um ambiente com média vulnerabilidade (0,40).

- Aquífero poroso em manto de alteração - Aquífero superficial, corresponde à rocha alterada e aos saprolitos. Esta unidade comporta-se como um aquífero (0,2). A camada de alteração é composta por sedimento argilo-arenoso (0,4), e o nível freático fica a uma profundidade menor que 5m (0,9), configurando um ambiente com vulnerabilidade insignificante (0,07).
- Aquífero poroso nos sedimentos do Grupo Beneficente – Sistema aquífero superficial constituído de sedimentos detríticos. Esta unidade comporta-se como um aquífero livre, não confinado (1,0). A camada sedimentar é composta por sedimentos não consolidados (0,9), e o nível freático fica entre 5 e 20m de profundidade (0,7), configurando um ambiente com vulnerabilidade alta (0,63).
- Aquífero fraturado - O sistema aquífero fraturado semiconfinado em rochas cristalinas (0,2). O grau de fraturamento das rochas é médio. Na metodologia atribui-se o fator (0,5) para esta característica. No que se refere à profundidade do nível d'água, o fator atribuído é 0,50, pois, este fica entre 20 e 100m. A composição destes parâmetros configura, para esse sistema aquífero, um ambiente com vulnerabilidade insignificante a baixa (0,05).

Assim, considerando essa metodologia de avaliação do grau de vulnerabilidade dos aquíferos, pode-se afirmar que a vulnerabilidade dos aquíferos fraturados e dos aquíferos porosos no manto de alteração é insignificante. Ao se considerar os aquíferos porosos instalados nas aluviões e nos arenitos friáveis do Grupo Beneficente, a vulnerabilidade natural dos aquíferos é média a alta. Atualmente, não são verificados riscos iminentes de contaminação dos aquíferos instalados nos litótipos do Grupo Beneficente tendo em vista a ausência de ações antrópicas intensivas.

### 2.9.2.6 Conclusões

Na caracterização e análise da situação dos recursos hídricos subterrâneos nas Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da UHE São Manoel não são observadas condicionantes de natureza hidrogeológica que possam inviabilizar a implantação do empreendimento hidrelétrico considerado.

As unidades hidroestratigráficas ocorrentes na região são de natureza granular, instaladas nas aluviões, e fraturadas, desenvolvidas em rochas magmáticas efusivas ou intrusivas. Esses aquíferos na região apresentam baixo potencial de circulação e armazenamento de águas subterrâneas. Não foram observados em campo fraturamentos abertos que também pudessem funcionar como canais de fuga de água do reservatório, comprometendo a sua estanqueidade ou a segurança do barramento.

O aquífero de natureza granular apresenta maior vulnerabilidade, por outro lado, mostra maior favorabilidade a exploração de água subterrânea para abastecimento. Nos sistema Beneficente as características hidrogeológicas indicam boas perspectivas para o aproveitamento das águas subterrâneas. Ao mesmo tempo, as intervenções nesta unidade geológica, principalmente na fase da implantação da UHE, devem ser muito bem planejadas para evitar a contaminação do aquífero, visto que seus sedimentos têm alta permeabilidade.

As aluviões, dada a sua localização restrita às planícies e calha do rio Teles Pires e de alguns de seus tributários, têm sua importância reduzida na medida da abundância de águas superficiais. Não obstante a grande oferta de águas superficiais, a alternativa de abastecimento com água subterrânea pode se constituir numa alternativa de melhoria da qualidade das águas consumidas pela população, pelo menos quanto ao aspecto sanitário, desde que as captações sejam planejadas e construídas de modo adequado.

O aquífero instalado no manto de alteração, nos locais onde o saprolito mostra-se com uma relação areia/argila favorável, poderá se constituir numa fonte alternativa de abastecimento para a população da zona rural. Para este tipo de aquífero as captações recomendadas são cisternas, galerias filtrantes e caixas concentrando as águas de surgências em encostas.

O sistema fraturado, desenvolvido no domínio das rochas cristalinas sãs (riolitos e granitos), apresenta um fluxo anisotrópico e heterogêneo. Nesse sistema o escoamento e a reservação das águas subterrâneas ocorrem através de descontinuidades estruturais (fraturas, fendas e diáclases) das rochas cristalinas regionais. Os levantamentos de campo indicam que as descontinuidades NE-SW (geradas num evento descompressivo) e o sistema NS (obliquo a zona de cisalhamento) são as mais promissoras para a exploração das águas subterrâneas. A captação para este tipo de aquífero somente pode ser feita por meio de poços tubulares profundos.

Sob o ponto de vista geotécnico não foram observados em campo fraturamentos abertos com possibilidade de funcionar como canais de fuga de água do reservatório, o que poderia comprometer a estanqueidade ou segurança do barramento.