

Textos

Volume 4

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Área de Influência Indireta - Meio Físico

EIA

Estudo de Impacto Ambiental

AHE São Luiz do Tapajós

Aproveitamento Hidrelétrico São Luiz do Tapajós

INDICE

7.3	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	1
7.3.1	Meio Físico	1
7.3.1.1	Climatologia	14
7.3.1.1.1	Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada	14
7.3.1.1.2	Centros de Ação e Sistemas Atmosféricos na Amazônia	19
7.3.1.1.2.1	Variação Anual da Circulação Atmosférica	21
7.3.1.1.3	Classificação Climática.....	25
7.3.1.1.4	Análise da Rede Meteorológica Existente.....	26
7.3.1.1.5	Principais Elementos de Caracterização Climática.....	27
7.3.1.1.6	Distribuição Sazonal de Atributos Locais do Clima.....	27
7.3.1.1.6.1	Precipitação	27
7.3.1.1.6.2	Temperatura do Ar	33
7.3.1.1.6.3	Insolação	36
7.3.1.1.6.4	Umidade Relativa do Ar	37
7.3.1.1.6.5	Evaporação	39
7.3.1.1.6.6	Pressão Atmosférica	40
7.3.1.1.6.7	Ventos	41
7.3.1.1.6.8	Nebulosidade	45
7.3.1.1.6.9	Balanço Hídrico.....	45
7.3.1.1.6.10	Nível Ceráunico.....	48
7.3.1.1.6.11	Considerações Sobre a Emissão de Gases Estufa.....	56
7.3.1.1.6.11.1	Considerações sobre a Geração de Gases de Efeito Estufa no Reservatório	60
7.3.1.2	Recursos Hídricos.....	63
7.3.1.2.1	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia	63
7.3.1.2.2	Água Superficial	63
7.3.1.2.2.1	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia – Águas Superficiais	63
7.3.1.2.2.2	Condições Hidrodinâmicas do Rio Tapajós.....	67
7.3.1.2.2.3	Disponibilidade Hídrica das Águas Superficiais	68
7.3.1.2.2.4	Análise das Variações de Níveis d'água	77

7.3.1.2.2.5	Características Hidrológicas dos Principais Tributários.....	77
7.3.1.2.2.5.1	Aspectos Metodológicos	78
7.3.1.2.2.5.2	Apresentação dos Resultados.....	79
7.3.1.2.2.6	Corpos d'Água Perenes e Intermitentes	80
7.3.1.2.2.7	Usos das Águas Superficiais	82
7.3.1.2.2.7.1	Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada	82
7.3.1.2.2.7.2	Principais Usos da Água na All	83
7.3.1.2.2.7.3	Grandes Usuários da Água	85
7.3.1.2.2.8	Qualidade das Águas Superficiais	86
7.3.1.2.2.8.1	Aspectos Hidrometeorológicos	86
7.3.1.2.2.8.2	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia.....	88
7.3.1.2.2.8.3	Avaliação da Qualidade da Água	90
7.3.1.2.2.8.3.1	Dados das Campanhas de Monitoramento de Qualidade da Água	90
7.3.1.2.2.8.4	Considerações Sobre as Atividades Garimpeiras na Qualidade da Água.....	107
7.3.1.2.3	Água Subterrânea	114
7.3.1.2.3.1	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia – Águas Subterrâneas	114
7.3.1.2.3.2	Disponibilidade Hídrica das Águas Subterrâneas	115
7.3.1.2.3.3	Usos das Águas Subterrâneas	116
7.3.1.2.3.4	Qualidade das Águas Subterrâneas	117
7.3.1.2.4	Sedimentologia.....	120
7.3.1.2.4.1	Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada.....	120
7.3.1.2.4.1.1	Levantamento de Dados.....	120
7.3.1.2.4.1.2	Procedimentos de Campo	129
7.3.1.2.4.1.3	Metodologia Adotada nos Ensaios Laboratoriais	132
7.3.1.2.4.1.3.1	Concentração do Material Sólido em Suspensão	147
7.3.1.2.4.1.3.2	Análise Granulométrica	147
7.3.1.2.4.1.4	Análise e Processamento de Dados Sedimentométricos.	148
7.3.1.2.4.1.4.1	Análise Granulométrica de Material de Fundo.....	149
7.3.1.2.4.1.4.2	Análise Granulométrica dos Sedimentos em Suspensão	156
7.3.1.2.4.2	Processamento das Curvas Chave de Sedimento	163

7.3.1.2.4.3	Alterações na Morfologia das Seções	167
7.3.1.3	Geologia.....	175
7.3.1.3.1	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia	175
7.3.1.3.2	Geologia da Área de Influência Indireta - All	177
7.3.1.3.2.1	Síntese do Contexto Regional e Evolução Geológica que Envolva a Área de Influência Indireta.....	178
7.3.1.3.2.2	Unidades Litoestratigráficas da All	184
7.3.1.3.2.3	Principais Estruturas Geológicas e Tectônicas	193
7.3.1.4	Recursos Minerais	199
7.3.1.4.1	Histórico da Exploração Mineral na Região	199
7.3.1.4.2	Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia	200
7.3.1.4.2.1	Dados Utilizados	200
7.3.1.4.2.2	Metodologia.....	201
7.3.1.4.2.3	Conceitos e Definições	203
7.3.1.4.3	Jazimentos Minerais.....	211
7.3.1.4.4	Situação Legal das Atividades Minerárias	215
7.3.1.4.5	Potencialidade Mineral	223
7.3.1.4.5.1	Bens Minerais	225

LISTA DE QUADROS

Quadro 7.3.1.1.1/01 - Rede de Estações Meteorológicas de Interesse.	15
Quadro 7.3.1.1.1/02 - Estações Pluviométricas de Interesse.	16
Quadro 7.3.1.1.6.1/01 – Dados de Precipitação Média Mensal.	28
Quadro 7.3.1.1.6.1/02 – Totais Mensais de Precipitação (mm) – Estação Itaituba.	31
Quadro 7.3.1.1.6.1/03 – Precipitação Média Mensal – Estação Itaituba.	32
Quadro 7.3.1.1.6.2/01 - Temperatura Média do Ar.	34
Quadro 7.3.1.1.6.2/02 – Temperatura Média do Ar na Estação Itaituba.	35
Quadro 7.3.1.1.6.3/01 – Insolação Média Mensal.	36
Quadro 7.3.1.1.6.4/01 – Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Anual.	38
Quadro 7.3.1.1.6.5/01 – Evaporação Mensal.	39
Quadro 7.3.1.1.6.6/01 – Pressão Atmosférica.	40
Quadro 7.3.1.1.6.7/01 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Itaituba.	42
Quadro 7.3.1.1.6.7/02 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Belterra. ...	43
Quadro 7.3.1.1.6.7/03 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Diamantino.	44
Quadro 7.3.1.1.6.8/01 – Nebulosidade Média Mensal.	45
Quadro 7.3.1.1.6.9/01 – Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Belterra.	47
Quadro 7.3.1.1.6.9/02 – Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Itaituba.	47
Quadro 7.3.1.1.6.9/03 - Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Diamantino.	48
Quadro 7.3.1.1.6.10/01 – Densidade de Descargas Atmosféricas.	51
Quadro 7.3.1.2.2.1/01 – Estações Fluviométricas de Interesse (ANA e CNEC WorleyParsons).	65
Quadro 7.3.1.2.2.3/01 - Descargas Médias Mensais nas Estações de Interesse.	70
Quadro 7.3.1.2.2.3/02 - Descargas Máximas Mensais nas Estações de Interesse.	73
Quadro 7.3.1.2.2.3/03 - Descargas Mínimas Mensais nas Estações de Interesse.	73
Quadro 7.3.1.2.2.3/04 - Vazões Médias Mensais Observadas na Estação de Buburé.	74
Quadro 7.3.1.2.2.3/05 – Vazões $Q_{7,10}$ para as Estações de Interesse.	75
Quadro 7.3.1.2.2.3/06 - Permanência de Vazões Médias Mensais.	75
Quadro 7.3.1.2.2.4/01 - Variações Históricas do Regime Hidrológico.	77
Quadro 7.3.1.2.2.5.2/01 - Características Físicas por Sub-bacia Contribuinte.	79

Quadro 7.3.1.2.2.8.2/01 - Pontos de Coleta de Qualidade das Águas – Projeto Brasil das Águas.	89
Quadro 7.3.1.2.2.8.2/02 – Estações Operadas pela Agência Nacional de Águas - ANA.....	90
Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/01 - Pontos de Amostragem do Projeto Brasil das Águas na Bacia do Tapajós.....	91
Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/01 - Pontos de Amostragem do Projeto Brasil das Águas na Bacia do Tapajós (continuação).....	93
Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/02 - Dados de Campanha de Qualidade da Água – Estação Barra do São Manoel.	94
Quadro 7.3.1.2.2.8.4/01 - Teores Médios de Hg da População da Bacia do Tapajós entre 1992 a 2001.....	110
Quadro 7.3.1.2.2.8.4/02 - Níveis de Mercúrio em Peixes Carnívoros procedentes de Localidades Ribeirinhas do Rio Tapajós (média Hg $\mu\text{g/g}$), 1995 a 1999.....	111
Quadro 7.3.1.2.2.8.4/03 - Níveis de Mercúrio em Peixes Carnívoros procedentes de Localidades Ribeirinhas do Rio Tapajós (média Hg $\mu\text{g/g}$), 1995 a 1999.....	111
Quadro 7.3.1.2.3.4/01 - Pontos de Amostragens de Águas Subterrâneas.	119
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/01 - Estações Fluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA.....	121
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/02– Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Itaituba.	122
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/03 – Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Jatobá.	123
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/04 – Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Barra do São Manuel. ..	123
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/05 - Rio Juruena na Estação Fluviométrica de Fontanilhas.	124
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/06 - Rio Arinos na Estação Fluviométrica de Porto dos Gaúchos.....	125
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/07– Rio Teles Pires na Estação Fluviométrica Jusante Foz Peixoto de Azevedo.....	126
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/08 - Estações Fluviométricas – Estudos de Inventário.....	126
Quadro 7.3.1.2.4.1.1/09 – Rede de Amostragem Hidrossedimentométrica.	127
Quadro 7.3.1.2.4.1.2/01 – Quantidades de Material Coletado em Campo.....	129
Quadro 7.3.1.2.4.1.3/01 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 1ª Campanha....	133
Quadro 7.3.1.2.4.1.3/02 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 2ª Campanha....	136
Quadro 7.3.1.2.4.1.3/03 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 3ª Campanha....	138
Quadro 7.3.1.2.4.1.3/04 - Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 4ª Campanha. ...	141
Quadro 7.3.1.2.4.1.3/05 – Perfil de Velocidade de Escoamento.	143
Quadro 7.3.1.2.4.1.4/01 - Classificação Granulométrica da <i>American Geophysical Union</i>	148
Quadro 7.3.1.2.4.2/01 - Valores Estimativos da Descarga Sólida Total.....	166
Quadro 7.3.1.2.4.3/01 – Seções Batimétricas Levantadas na Área do Reservatório.	167

Quadro 7.3.1.3.2.2/01 - Porcentagens em Área das Diferentes Unidades Litoestratigráficas da All.	193
Quadro 7.3.1.4.2.3/01 - Regimes e Fases de Exploração de Solicitação Mineral.	206
Quadro 7.3.1.4.3/01 – Jazimentos Minerais Compilados da CPRM - Dados Secundários.....	211
Quadro 7.3.1.4.3/02 – Jazimentos Minerais Levantados em Campo (2012) - Dados Primários.	212
Quadro 7.3.1.4.3/03 - Status das Concentrações Minerais (Jazimentos) da All do AHE São Luiz do Tapajós.....	212
Quadro 7.3.1.4.3/04 - Tipos de Substâncias Minerais.	214
Quadro 7.3.1.4.4/01 - Situação Legal das Atividades Minerárias.....	218
Quadro 7.3.1.4.4/02 - Substâncias Minerais Requeridas - All.....	220
Quadro 7.3.1.4.4/03 - Substâncias Minerais Requeridas na All por Fases de Processos Junto ao DNPM.	220
Quadro 7.3.1.4.5/01 - Áreas de Potencialidades Minerais (Alta, Média e Baixa).	224
Quadro 7.3.1.4.5/02 – Síntese das Áreas das Potencialidades por Substância Mineral na All.	224
Quadro 7.3.1.4.5.1/01 - Unidades Litoestratigráficas Mineralizadas e Ocorrência de Garimpos.	228

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.3.1/01 – Mapa Simplificado do Cráton Amazônico, Bacia Sedimentar do Amazonas e Províncias Geocronológicas.....	5
Figura 7.3.1.1.2.1/01 – Variação Sazonal dos Sistemas Atmosféricos na América do Sul.....	22
Figura 7.3.1.1.6.1/01– Isoietas Médias Anuais	29
Figura 7.3.1.1.6.1/02 – Precipitação Mensal – Estação Itaituba.....	33
Figura 7.3.1.1.6.1/03 – Números de Dias de Chuva – Estação Itaituba.....	33
Figura 7.3.1.1.6.2/01 – Temperatura Média do Ar	35
Figura 7.3.1.1.6.2/02 – Temperatura Mínima, Média e Máxima Mensal do Ar na Estação Itaituba.....	36
Figura 7.3.1.1.6.3/01 – Insolação Média Mensal nas Estações Belterra, Itaituba e Diamantino.	37
Figura 7.3.1.1.6.4/01 – Umidade Relativa Média do Ar nas Estações Belterra, Itaituba e Diamantino.	38
Figura 7.3.1.1.6.5/01 – Evaporação Média Mensal nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.	40

Figura 7.3.1.1.6.6/01 – Pressão Atmosférica nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.	41
Figura 7.3.1.1.6.7/01 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Itaituba.	42
Figura 7.3.1.1.6.7/02 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Belterra.	43
Figura 7.3.1.1.6.7/03 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Diamantino..	44
Figura 7.3.1.1.6.8/01 – Nebulosidade Média Mensal nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.	46
Figura 7.3.1.1.6.10/01 – Curvas Isoceráunicas	54
Figura 7.3.1.1.6.10/02 – Curvas Isoceráunicas no Brasil	55
Figura 7.3.1.2.2.1/01 – Estações Fluviométricas de Interesse Operadas pela ANA.....	66
Figura 7.3.1.2.2.2/01 – Curva-chave no Rio Tapajós no Canal de Fuga da Usina.	69
Figura 7.3.1.2.2.2/02 – Curva-chave no Rio Tapajós em Itaituba.	69
Figura 7.3.1.2.2.3/01 - Histograma de Precipitação - Estação Acampamento Uruá.	71
Figura 7.3.1.2.2.3/02 - Histograma Comparativo de Vazão Média Mensal.	72
Figura 7.3.1.2.2.3/03 – Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais.	76
Figura 7.3.1.2.3.3/01 - Usos da Água Subterrânea na AII em números absolutos e porcentagens.....	117
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/01 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 1ª Campanha (Cheia).	149
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/02 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 2ª Campanha (Vazante).	150
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/03 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 3ª Campanha (Seca).	150
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/04 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 4ª Campanha (Enchente).	151
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/05 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 1ª Campanha (Cheia).	151
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/06 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 2ª Campanha (Vazante).	152
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/07 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 3ª Campanha (Seca).	152
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/08 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 4ª Campanha (Vazante).	153
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/09 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 1ª Campanha (Cheia).	154
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/10 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 2ª Campanha (Vazante).	154

Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/11 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 –3ª Campanha (Seca).	154
Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/12 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 –4ª Campanha (Enchente).	155
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/01 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 1º Campanha (Cheia).....	157
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/02 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 2º Campanha (Vazante).....	157
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/03 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 3º Campanha (Seca).....	158
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/04 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 4º Campanha (Enchente).....	158
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/05 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 1º Campanha (Cheia).....	159
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/06 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 2º Campanha (Vazante).....	159
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/07 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 3º Campanha (Seca).....	160
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/08 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 4º Campanha (Enchente).....	160
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/09 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 1º Campanha (Cheia).....	161
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/10 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 2º Campanha (Vazante).....	162
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/11 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 3º Campanha (Seca).....	162
Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/12 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 4º Campanha (Enchente).....	162
Figura 7.3.1.2.4.2/01 – Curva-chave de Sedimento Total – Alto Curso do Tapajós.	165
Figura 7.3.1.2.4.2/02 - Histograma Comparativo entre as Descargas Sólidas Totais.	166
Figura 7.3.1.2.4.3/01 – Batimetria – Rio Crepori em TR 6.....	168
Figura 7.3.1.2.4.3/02 – Batimetria –Tapajós em CT 7A.....	169
Figura 7.3.1.2.4.3/03 – Batimetria – Rio Bom Jardim ou Bacabal em Bom Jardim.....	169
Figura 7.3.1.2.4.3/04 – Batimetria –Rio Ratão em TR 5A.	170
Figura 7.3.1.2.4.3/05 – Batimetria –Rio Tapajós em CT- 6A.	170
Figura 7.3.1.2.4.3/06 – Batimetria –Rio Jamanxim em Jamanxim Montante.	171

Figura 7.3.1.2.4.3/07 – Batimetria –Rio Jamanxinzinho em TR-7.	171
Figura 7.3.1.2.4.3/08 – Batimetria –Rio Jamanxim em PR-5.....	172
Figura 7.3.1.2.4.3/09 – Batimetria – Rio Tucunaré em TR-2A.....	172
Figura 7.3.1.2.4.3/10 – Batimetria –Rio Tapajós em CT 4.....	173
Figura 7.3.1.2.4.3/11 – Batimetria –Rio Tapajós em Curral.....	173
Figura 7.3.1.2.4.3/12 – Batimetria – Rio Tapajós em Itaituba.....	174
Figura 7.3.1.2.4.3/13 – Perfis Transversais na Estação Fluviométrica de Itaituba.....	174
Figura 7.3.1.3.2.1/01 – Propostas de Compartimentação do Cráton Amazônico. (A) CORDANI <i>et. al.</i> (1979); (B) TASSINARI e MACAMBIRA (2004); (C) SANTOS (2003) e (D) SANTOS <i>et al.</i> (2008).	180
Figura 7.3.1.3.2.1/02 - Arcabouço Tectônico do Cráton Amazônico, destacando a linha verde orientada a NE e segmentada por falhas NW, no eixo da Bacia Amazônica (HASUI, 2012). .	183
Figura 7.3.1.3.2.2/01 - Coluna Litoestratigráfica da AII do AHE São Luiz do Tapajós.	185
Figura 7.3.1.3.2.3/01 - Mapa Estrutural Integrado da Área do Projeto PROMIM Tapajós (CPRM, 2001).	194
Figura 7.3.1.3.2.3/02 - Mapa Aerogamaespectrométrico de contagem total, à esquerda, mostrando a estruturação NW-SE do PROMIN Tapajós; a direita, Mapa Aeromagnético de campo total, salientando a estruturação E-W (CPRM, 2001).	195
Figura 7.3.1.3.2.3/03 – Lineamentos Interpretados.	198
Figura 7.3.1.4.4/01 - Reserva Garimpeira do Tapajós.....	217
Figura 7.3.1.4.5.1/01 – Relação em Área da AII com a Província Mineral e a Reserva Garimpeira do Tapajós.....	226

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 7.3.1/01 – Unidades de Relevo	4
Ilustração 7.3.1/02 – Principais Domínios Geológicos.....	6
Ilustração 7.3.1/03a – Principais Compartimentos da Calha do Rio Tapajós na Âmbito da AII ...	7
Ilustração 7.3.1/03b – Principais Compartimentos da Calha do Rio Tapajós na Âmbito da AII ...	8
Ilustração 7.3.1/03c – Principais Compartimentos da Calha do Rio Tapajós na Âmbito da AII ...	9
Ilustração 7.3.1.1.1/01 - Estações Meteorológicas e Pluviométricas de Interesse e Estações Meteorológicas Propostas.....	18
Ilustração 7.3.1.4.4/01 – Tipos de Substâncias Minerais Requeridas junto ao DNPM.	222

LISTA DE FOTOS

Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/01– Detalhe da lança com o “abacaxi” na extremidade, de uma Draga “Escarilança”, trabalhando próximo à margem direita, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/518362/9436536).	100
Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/02 – Rio Tapajós – Draga de exploração de ouro nas proximidades do rio São João (SIRGAS 2000/21M/532724/9466381).	100
Sub-bacia do Rio Crepori	101
Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/03 – Rio do Rato – Vista frontal da Balsa de Garimpo de ouro mostrando integralmente a lança de penetração (SIRGAS 2000/21M/ 515158/9395440).	102
Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/04 – Rio do Rato – Área explorada com PC. Notar mangueiras das “bombas” com captação diretamente no rio para lavagem do cascalho aurífero. Verificar que o material lavado e retornado diretamente para a calha principal (SIRGAS 2000/21M/511509/9399383).	102
Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/05– Desmonte hidráulico em garimpo de uma ilha do rio Jamanxim, próximo à cachoeira do Caí (SIRGAS 2000/21M/558594/9437678).	104
Foto 7.3.1.2.4.1.2/01 – Detalhe do Molinete Fluviométrico.	130
Foto 7.3.1.2.4.1.2/02– Amostrador de sedimento em suspensão tipo DH-48.	131
Foto 7.3.1.2.4.1.2/03 – Garrafa de 1 Litro com Amostra Coletada.	131
Foto 7.3.1.2.4.1.2/04 – Amostrador de material de fundo tipo <i>Rock-Island</i>	132
Foto 7.3.1.4.2.3/01 - Detalhe da lança com o “abacaxi” na extremidade, de uma Draga “Escarilança”, trabalhando próximo à margem direita, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/518362/9436536).	208
Foto 7.3.1.4.2.3/02 – Parte frontal de uma Draga “Escariante” (Draga Tubarão), instalada entre a localidade de Machado e a Boca do Rato, rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/521622/9415088).	209
Foto 7.3.1.4.2.3/03 – Vista geral de uma Balsa “Escarifusca”, no rio Ratão (SIRGAS 2000/21M/514184/9396954).	209
Foto 7.3.1.4.2.3/04 – Detalhe de um garimpeiro mergulhador, retirando seu equipamento “precário” de mergulho, próximo à margem esquerda, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/528698/9456829).	210
Foto 7.3.1.4.2.3/05 – Escavadeira hidráulica de esteiras, conhecida no garimpo como “PC”, auxiliando na mudança da “bica” ou caixa concentradora, escavação ao lado efetuada com a escavadeira, em aluviões do rio Ratão (SIRGAS 2000/21M/514296/9396930).	210
Foto 7.3.1.4.3/01 – Detalhe do ouro na cuia, durante a “despescagem”, em uma balsa no rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/528698/9456829).	213
Foto 7.3.1.4.5.1/01 – Desmonte hidráulico em garimpo de uma ilha do rio Jamanxim, próximo à cachoeira do Caí (SIRGAS 2000/21M/558594/9437678).	227

Foto 7.3.1.4.5.2/02 – Detalhe de pequenos diamantes, de coloração variada do garimpo Chapéu de Sol (SIRGAS 2000/21M/535555/9463438). 229

Foto 7.3.1.4.5.1/03 – Escavadeira hidráulica de esteiras (PC) em um ponto de apoio (abastecimento), no igarapé São João, garimpo Chapéu de Sol (SIRGAS 2000/21M/533766/9465592). 229

Foto 7.3.1.4.5.1/04 – *Jigs* concentradores em operação, no garimpo Chapéu de Sol, auxiliado por caixas concentradoras / bicas recuperando, também, o ouro (SIRGAS 2000/21M/535555/9463438). 230

Foto 7.3.1.4.5.1/05 – Blocos de granito em corte da rodovia BR-163, nas proximidades da localidade de Rio Bonito (SIRGAS 2000/21M/592393/9462611). 231

LISTA DE MAPAS

Mapa 7.3.1.2/01 - Estações Fluviométricas com Sub-bacias Contribuintes e Seções Topobatimétricas

Mapa 7.3.1.2/02 - Drenagens Perenes e Intermitentes com Indicação de Nascentes e Cabeceiras

Mapa 7.3.1.2./03 - Cadastro dos Usuários e Relação de Outorga da Água

Mapa 7.3.1.2/04 - Pontos de Qualidade da Água na Bacia do Rio Tapajós

Mapa 7.3.1.2/05 - Poços Tubulares Profundos.

Mapa 7.3.1.3 - Geologia

Mapa 7.3.1.4/01 - Jazimentos Minerais

Mapa 7.3.1.4/02 - Situação Legal das Atividades Minerárias

Mapa 7.3.1.4/03 - Potencialidade Mineral

LISTA DE ANEXOS

Anexo Fotográfico 7.3.1 - Contexto regional da All

Anexo Fotográfico 7.3.1.3/01 - Registro Fotográfico e Pontos de Observação de Campo - Geologia da All

Anexo Geral 7.3.1.3 - Cotejamento entre as Informações do Mapa Geológico do Estado do Pará e as Observações de Campo da Geologia da All, tendo como Referência para Localização os Pontos de Controle de Campo.

Anexo Geral 7.3.1.4/01 - Relação dos Pontos de Campo - Dados Primários

7.3 Área de Influência Indireta

7.3.1 Meio Físico

- **Considerações Gerais**

A região da Bacia Hidrográfica do rio Tapajós, onde está inserida a área dos Estudos do AHE São Luiz do Tapajós, do ponto de vista físico de seu substrato rochoso e da conformação de seu relevo, apresenta-se com dois domínios bastante distintos. A porção sul, das rochas do Embasamento Cristalino, onde se insere toda área do futuro empreendimento, e a porção norte, das rochas da Bacia Sedimentar do Amazonas, no trecho de jusante do barramento.

O limite entre esses dois domínios encontra-se representado pelo contato entre as rochas sedimentares e as rochas ígneo-metamórficas do embasamento cristalino. Esse limite constitui uma faixa de direção geral ENE – WSW, sendo bastante marcante nas corredeiras do rio Tapajós, entre as localidades de Pimental e a Vila Rayol.

Essa compartimentação, para alguns componentes do meio físico, apresenta-se com características bastante distintas e para outros, as características dos dois domínios não refletem de forma direta uma diferenciação muito significativa.

Os aspectos referentes ao clima, à sismicidade, aos solos, à aptidão agrícola e à erosão, de modo geral, não refletem essas diferenciações. Já os aspectos hidráulicos do rio Tapajós, e os aspectos referentes aos recursos minerais, à hidrogeologia, à paleontologia e à espeleologia, apresentam características e comportamentos bastantes distintos entre os esses dois domínios.

As potencialidades hidrogeológica, paleontológica e espeleológica encontram-se associadas ao domínio das rochas sedimentares; os recursos minerais, apesar de apresentar potencialidade para exploração de rochas calcárias no domínio sedimentar, são muito mais relevantes os jazimentos auríferos associados às rochas do embasamento cristalino.

Outra importante diferenciação, refere-se a questão hidráulica do rio Tapajós, com marcante separação no trecho das corredeiras de São Luiz do Tapajós, entre as localidades de Pimental e Vila Rayol. Enquanto o trecho de montante é marcado por significativas corredeiras escoando suas águas por entre afloramentos rochosos do embasamento, o trecho de jusante é marcado por águas mais calmas que depositam seus sedimentos em forma de extensos depósitos arenosos e sob a influência do remanso do rio Amazonas.

Com o objetivo de permitir um entendimento integrado dos aspectos do meio físico são apresentadas na sequência, algumas considerações de natureza regional, em especial sobre esses componentes diferenciados (aspectos hidráulicos, recursos minerais, hidrogeologia, paleontologia e espeleologia), que visam, a partir de uma análise mais regional, entender os aspectos mais localizados da AII e da AID/ADA do AHE São Luiz do Tapajós.

O detalhamento de todos os itens do meio físico, bem como as metodologias específicas e formas de abordagem, conforme solicitado no Termo de Referência emitido pelo IBAMA, são apresentados nos respectivos capítulos que abordam respectivamente os temas da AII e da AID/ADA.

- **Contexto Regional Considerando-se a Área de Influência Indireta do AHE São Luiz e seu Entorno**

A área onde se insere os Estudos Ambientais do AHE São Luiz do Tapajós situa-se na chamada Região Amazônica, posicionada do ponto de vista geotectônico, entre a borda norte do Escudo do Brasil Central e a porção sul da Cobertura Fanerozoica da Bacia Sedimentar do Amazonas, sendo atravessada transversalmente, pela bacia hidrográfica do rio Tapajós.

O limite entre essas duas grandes unidades encontra-se posicionado nas proximidades da Cachoeira São Luiz do Tapajós (sequência de várias corredeiras), próximo as localidades de Pimental e Vila Rayol (**Fotos 7.3.1/01, 02 e 03**) - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.

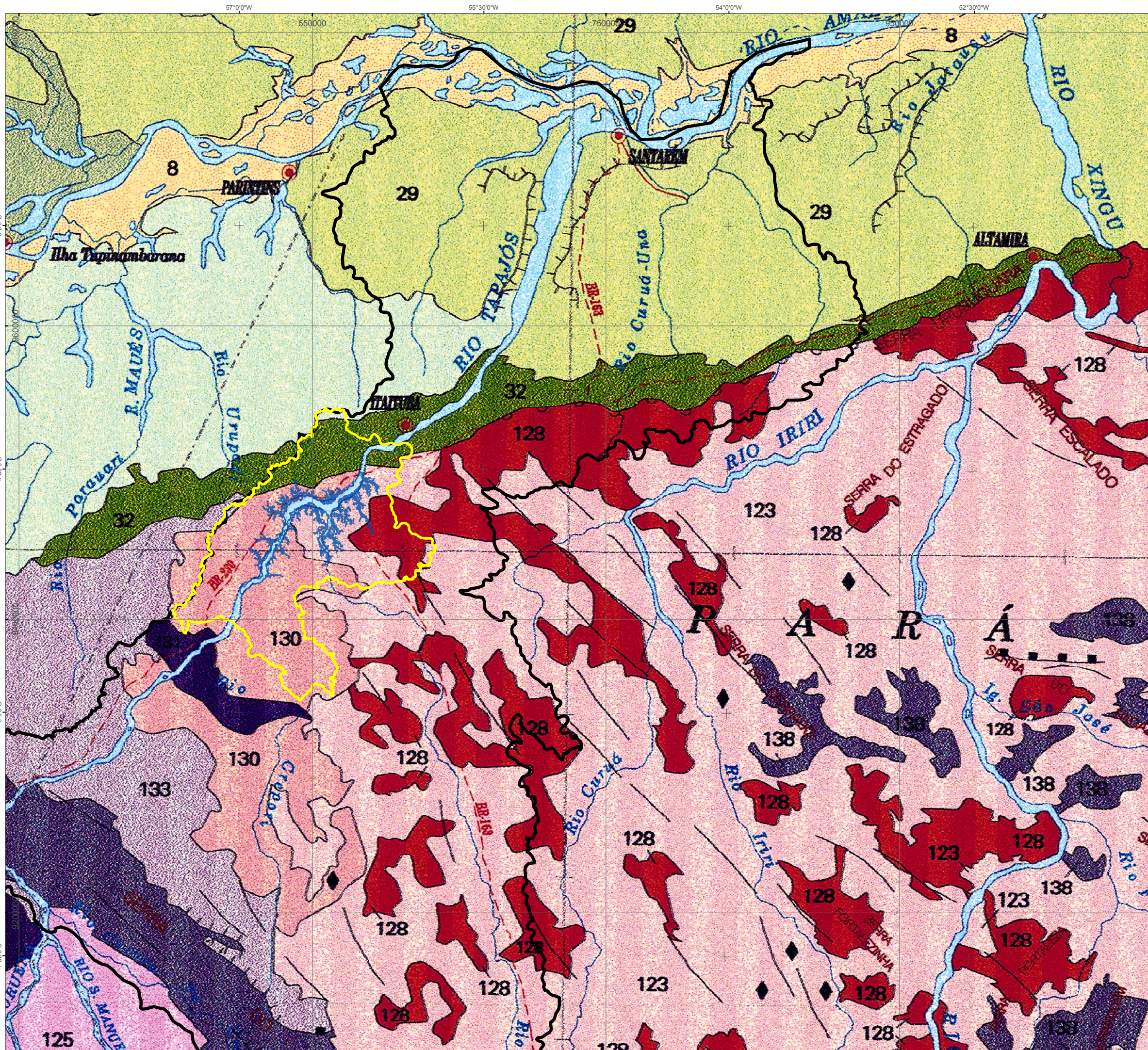
É caracterizado por uma faixa de direção ENE/WSW formado por pequenas escarpas e/ou ressaltos topográficos do chamado “Patamar Meridional da Borda da Bacia do Amazonas” (IBGE, 2006) sustentado predominantemente por rochas sedimentares do tipo siliciclásticas (**Ilustração 7.3.1/01 – Unidades de Relevo**).

A sul dessa feição, onde se insere o futuro reservatório do AHE São Luiz do Tapajós, predominam rochas de natureza ígneo–metamórficas representadas em sua porção leste pela Província Amazônia Central, que constitui um núcleo cratônico central mais antigo, com idade superior a 2,5Ga e, a oeste, pela Província Ventuari-Tapajós, com representantes de uma faixa móvel com idades variando entre 1,8 a 1,5Ga (Tassinari & Macambira, 1999). Compreendem rochas predominantemente de alto grau metamórfico (migmatitos, orto e paragneisses) e rochas ígneas intrusivas e extrusivas (granitos, granodioritos, gabros, diabásio, dacitos e riolitos) (**Figura 7.3.1/01 – Mapa Simplificado do Cráton Amazônico, Bacia Sedimentar do Amazonas e Províncias Geocronológicas e Ilustração 7.3.1/02 – Principais Domínios Geológicos**). A interação devido a diferenciações litológicas e condicionamentos tectônicos a que essas rochas foram submetidas ao longo do tempo geológico (deformações,

falhamentos, fraturas etc) sob ação de diferentes variações climáticas modelou essa região de forma diferenciada, resultando em uma paisagem atual por áreas mais rebaixadas, representadas pela “Depressão da Amazônia Meridional” intercaladas com áreas mais elevadas de planaltos (Planaltos do Rio Tapajós, Residuais da Amazônia e do Médio Sucunduri) (IBGE, *op cit.*).

A calha do rio Tapajós, nesse trecho de influência do empreendimento, com direção predominante NE-SW, se apresenta com um regime de águas rápidas que se reflete em uma morfologia com predomínio de afloramentos rochosos irregulares (**Foto 7.3.1/04**) - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.com reduzidos depósitos aluviais (**Fotos 7.3.1/05, 06, 07, 08 e 09**) - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**. (**Ilustração 7.3.1/03a, b e c – Principais Compartimentos da Calha do Rio Tapajós no Âmbito da All**). Em alguns trechos como entre as localidades de Machado e Jatobá (Trecho C2), Vila Tapajós e rio São João (Trecho C4), e Boa Fé e Vila São Luiz do Tapajós (Trecho C6) ocorrem uma maior concentração de corredeiras. São mais comuns a presença de afloramentos rochosos (que dificultam a navegação) e depósitos arenosos pouco significantes. Já, em trechos como a montante de Machado (Trecho C1), entre Jatobá e Vila Tapajós (Trecho C3) e o rio São João e Boa Fé (Trecho C5) os depósitos aluviais atuais (depósitos de areia) são mais comuns e a exposição de rochas aflorantes menos significativas que nos trechos anteriores. São nesses trechos (C1, C3 e C5) que atualmente se concentram as explorações auríferas da All do AHE São Luiz do Tapajós com a utilização de balsas e dragas.

A norte (jusante) do conjunto de corredeiras da Cachoeira São Luiz do Tapajós, é que se inicia o domínio das rochas fanerozoicas da Bacia Sedimentar do Amazonas. Essas rochas representadas pelas unidades da Formação Maecuru, Grupo Curuá Indiviso e Grupo Tapajós (formações Monte Alegre, Itaituba e Nova Olinda) encontram-se expostas nas margens do rio Tapajós, com suave mergulho regional, para norte. Esse pacote de sedimentos acompanha o “Patamar Meridional da Borda da Bacia do Amazonas” (IBGE, *op. cit.*) compondo uma expressiva faixa alongada na direção ENE-WSW com largura média de 30 km e extensão superior a 700 km entre os rios Parauari (a oeste) e o rio Xingu (a leste). A exposição dessas rochas se encerra a montante da cidade de Itaituba, onde passa a ocorrer os sedimentos terciários da Formação Alter do Chão, se estendendo até a foz do rio Tapajós, junto ao rio Amazonas (**Fotos 7.3.1/10, 11, 12 e 13**). - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**. Contornando a porção norte do “Patamar Meridional da Borda da Bacia do Amazonas”, as pequenas escarpas e/ou ressaltos topográficos se dissipam morfologicamente em relevos do chamado “Tabuleiros do Baixo Amazonas” (a leste do rio Tapajós) e na “Depressão do Rio Madeira” (a oeste da calha do Tapajós) (ver Ilustração 7.3.1/01 – Unidades de Relevo).



- Legenda**
- Reservatório
 - Área de Influência Indireta do Meio Físico
 - Bacia do Rio Tapajós
- Cobertura Fanerozoica - Bacia Sedimentar do Amazonas**
- 24 - Depressão do Rio Madeira
 - 29 - Tabuleiros do Baixo Rio Amazonas
 - 32 - Patameres Meridionais da Borda da Bacia do Amazonas
- Cráton Neoproterozóico - Amazônia Meridional**
- 123 - Depressão da Amazônia Meridional
 - 128 - Planaltos Residuais do Sul da Amazônia
 - 130 - Planalto do Rio Tapajós
 - 133 - Planalto do Médio Rio Sucunduri
 - 135 - Planalto do Cachimbo

N

Localização Regional

1:2.500.000

0 20 40 80 Km

Projeção UTM - Sirgas 2000
Fuso 21S

Fonte:
IBGE, 2006 - Mapa de Unidades de Relevo do Brasil

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUIZ DO TAPAJÓS

Unidades de Relevo

Data: Abril/2014 ILUSTRAÇÃO 7.3.1/01

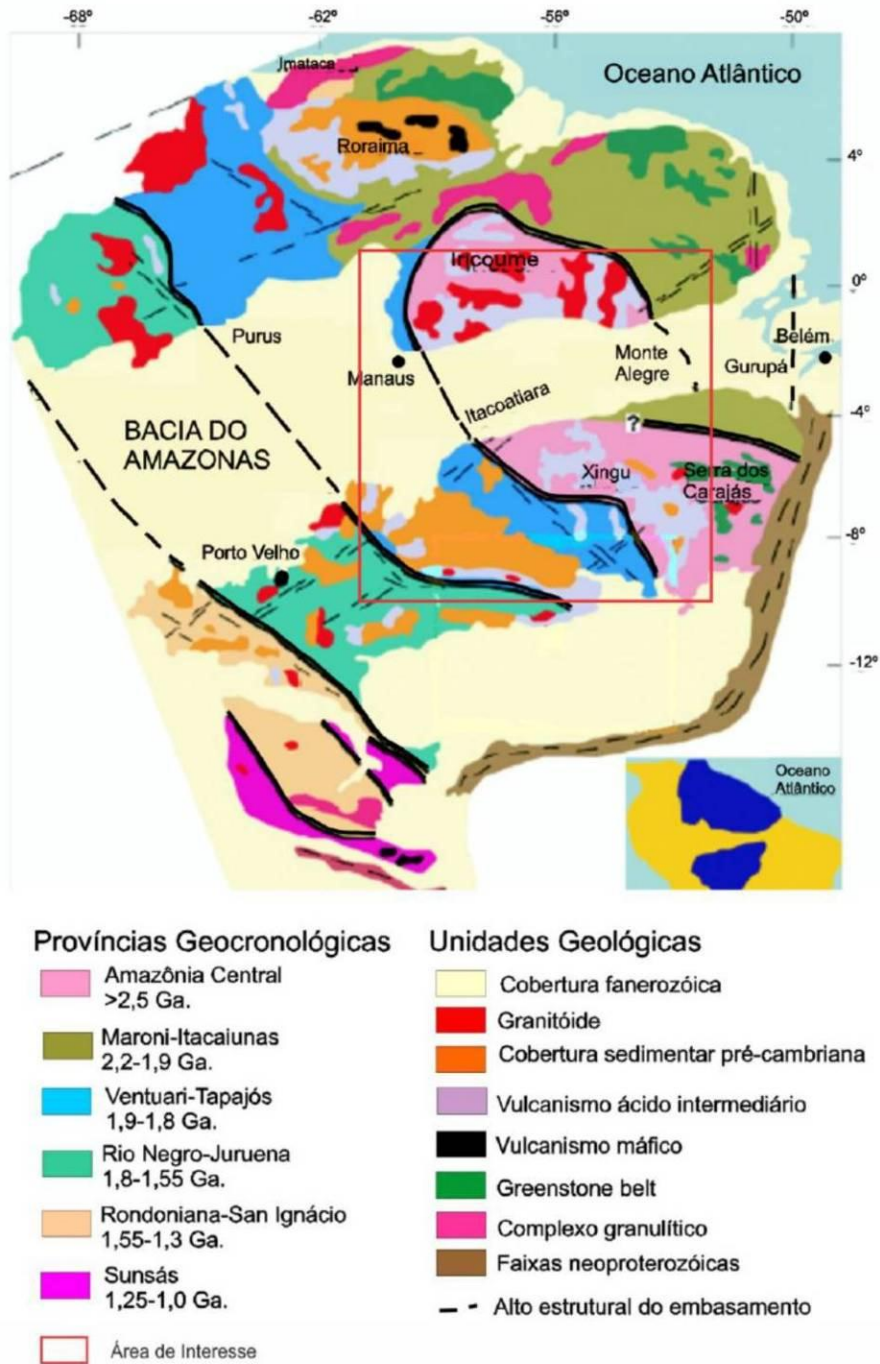
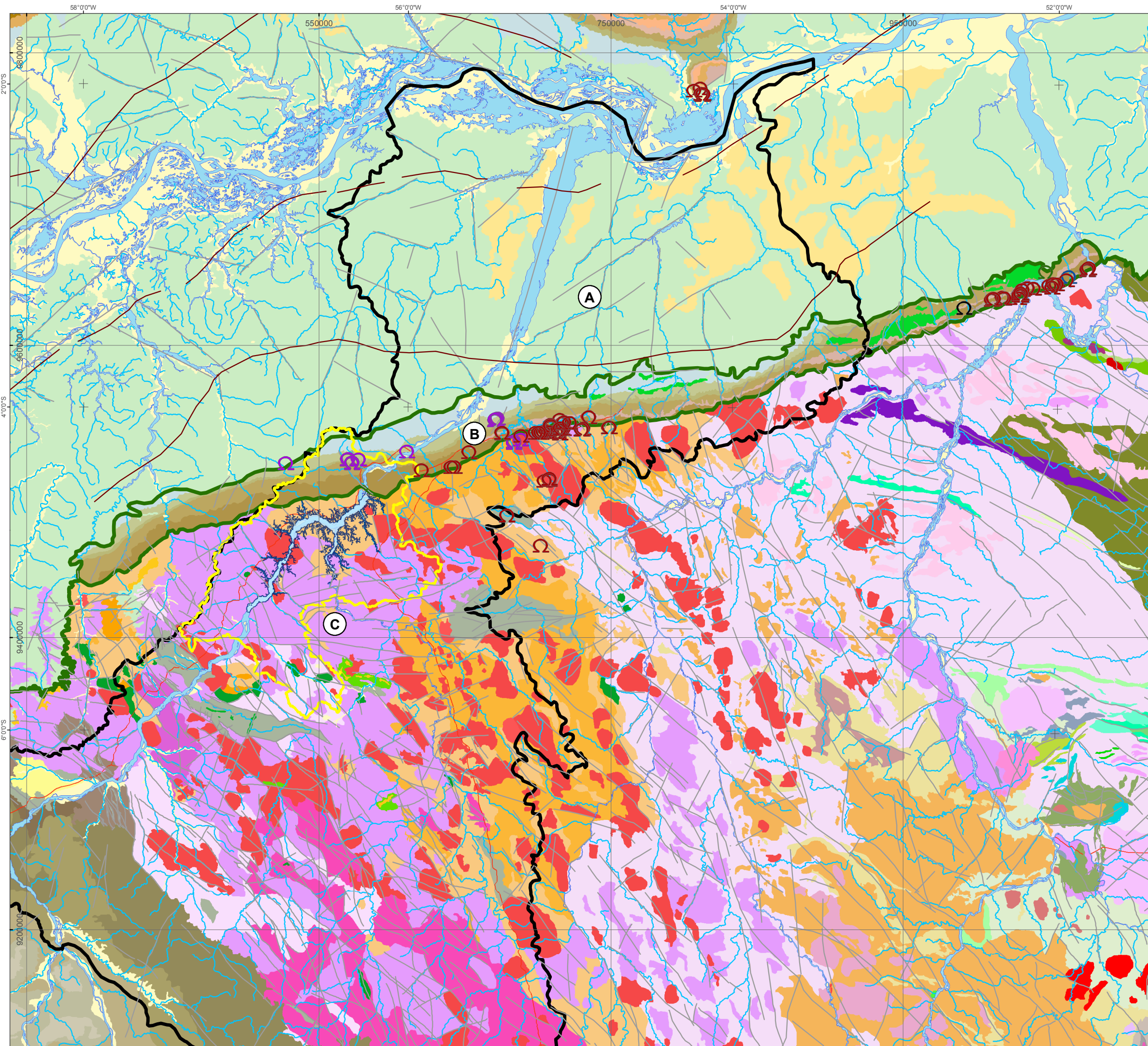










Figura 7.3.1/01 – Mapa Simplificado do Cráton Amazônico, Bacia Sedimentar do Amazonas e Províncias Geocronológicas.




Legenda

Cavidades - CECAV

-  Sem informação
-  Arenito
-  Calcário
-  Folhelho e Siltito
-  Siltito
-  Área de Influência Indireta do Meio Físico
-  Bacia do Rio Tapajós
-  Reservatório

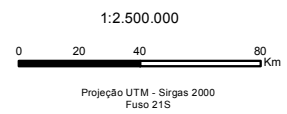
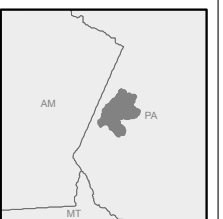
Domínios Geológicos

- A - Domínio das Rochas Sedimentares Cenozoicas da Bacia Amazônica
- B - Faixa de Afloramentos da Sequência Paleozoica da Bacia Amazônica
- C - Domínio de Rochas do Embasamento Cristalino

-  Limite dos Domínios Geológicos



Localização Regional



Fonte:
CPRM, 2004 - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo;
Folhas SA21; SB21; SA22 e SA22

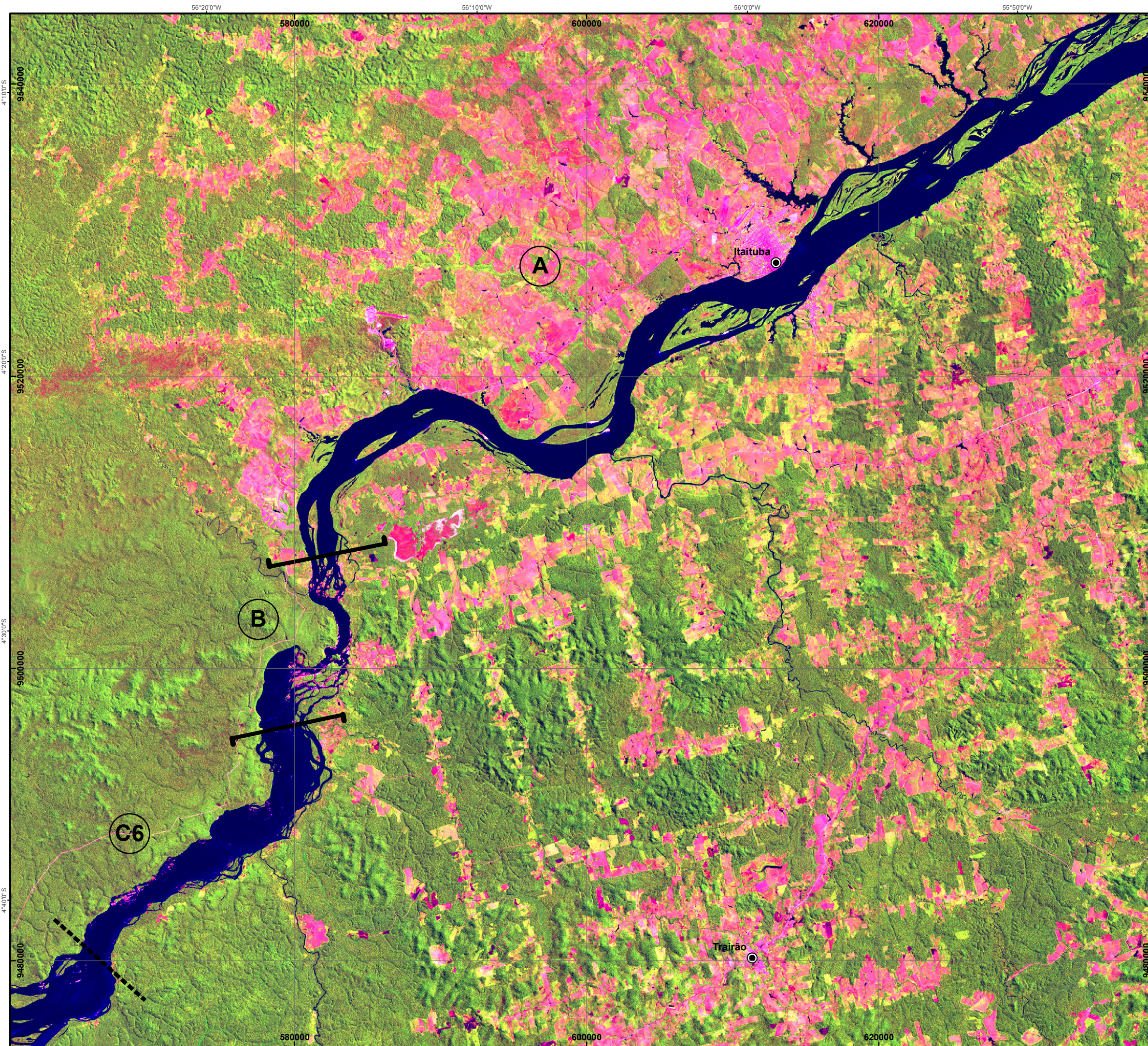


**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUIZ DO TAPAJÓS**

Principais Domínios Geológicos

Data: Abril/2014

ILUSTRAÇÃO 7.3.102



Legenda

Compartimentos da Calha do Rio Tapajós

A – Substrato formado por rochas sedimentares; extensos depósitos aluviais; presença de terraços significativos; grandes depósitos de areia (praias); ilhas alongadas; efeito do remanso do rio Amazonas; predomínio da acumulação de sedimentos.

B – Trecho das chamadas “Corredeiras” de São Luiz do Tapajós. Substrato de rochas vulcânicas; depósitos aluviais restritos; predomínio de corredeiras.

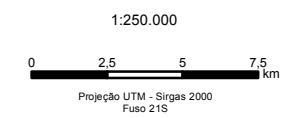
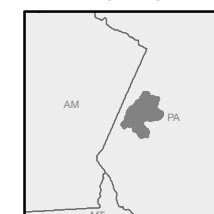
C – Substrato formado por rochas ígneo–metamórficas; depósitos aluviais e terraços em geral de pequenas dimensões; exposição de afloramentos rochosos com trechos de corredeiras e predomínio de processo erosivo.

C1, C3 e C5 – Trechos com afloramentos rochosos; depósitos aluviais, não significativos, mas podendo formar bancos de areia. Nesses compartimentos se concentram a atual exploração de ouro com uso de balsas e dragas na área da AII.

C2, C4 e C6 – Trechos com muitos afloramentos rochosos; praticamente ausência de depósitos aluviais e terraços muito diminutos; presença comum corredeiras e difícil navegação.



Localização Regional

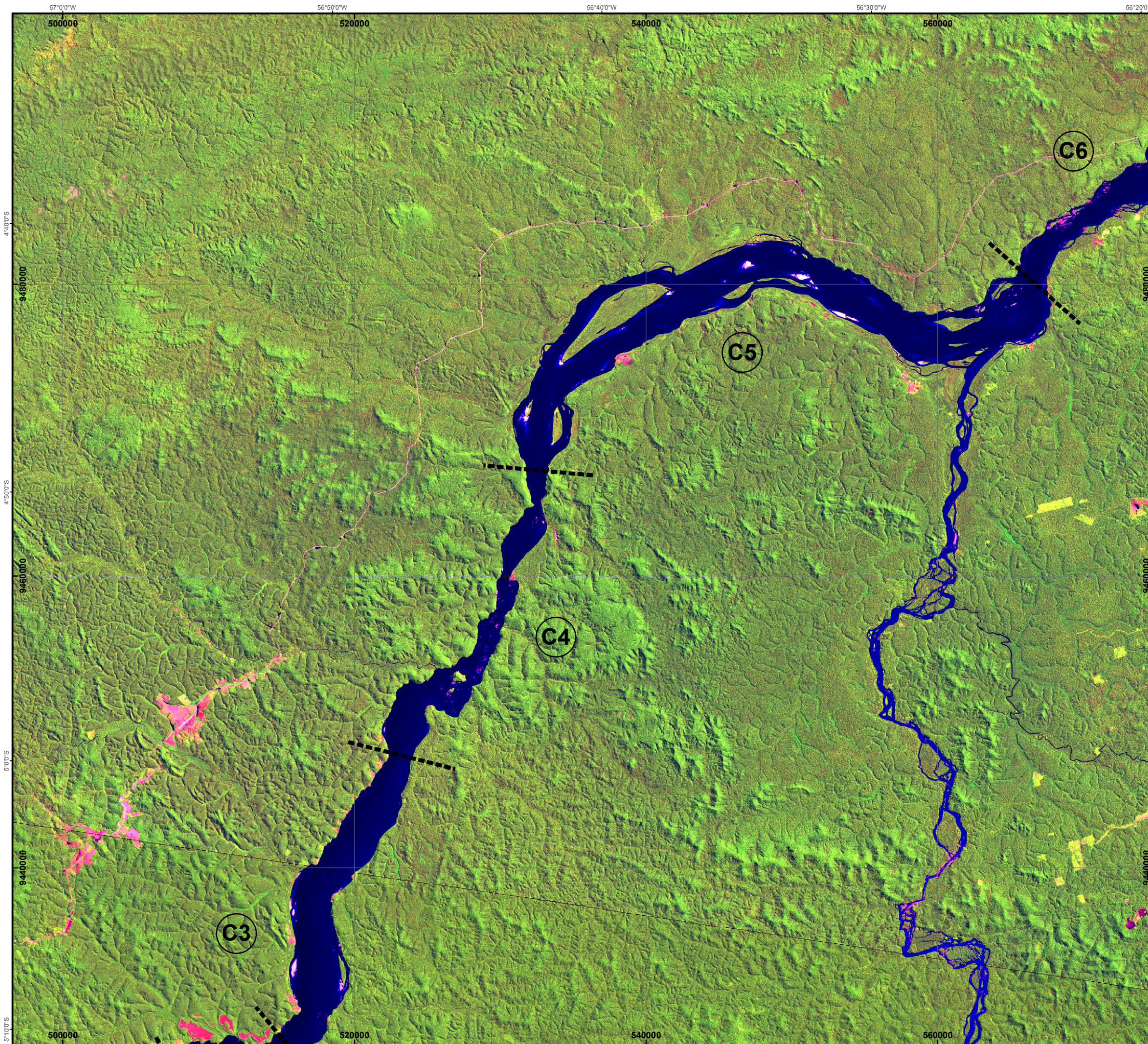


Fonte: Imagem de Satélite Landsat, 2011



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUIZ DO TAPAJÓS

Principais Compartimentos da Calha
do Rio Tapajós no âmbito da AII



Legenda

Compartimentos da Calha do Rio Tapajós

A – Substrato formado por rochas sedimentares; extensos depósitos aluviais; presença de terraços significativos; grandes depósitos de areia (praias); ilhas alongadas; efeito do remanso do rio Amazonas; predomínio da acumulação de sedimentos.

B – Trecho das chamadas “Corredeiras” de São Luiz do Tapajós. Substrato de rochas vulcânicas; depósitos aluviais restritos; predomínio de corredeiras.

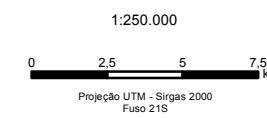
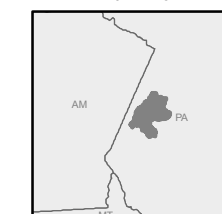
C – Substrato formado por rochas ígneo–metamórficas; depósitos aluviais e terraços em geral de pequenas dimensões; exposição de afloramentos rochosos com trechos de corredeiras e predomínio de processo erosivo.

C1, C3 e C5 – Trechos com afloramentos rochosos; depósitos aluviais, não significativos, mas podendo formar bancos de areia. Nesses compartimentos se concentram a atual exploração de ouro com uso de balsas e dragas na área da AII.

C2, C4 e C6 – Trechos com muitos afloramentos rochosos; praticamente ausência de depósitos aluviais e terraços muito diminutos; presença comum corredeiras e difícil navegação.



Localização Regional



Fonte: Imagem de Satélite Landsat, 2011

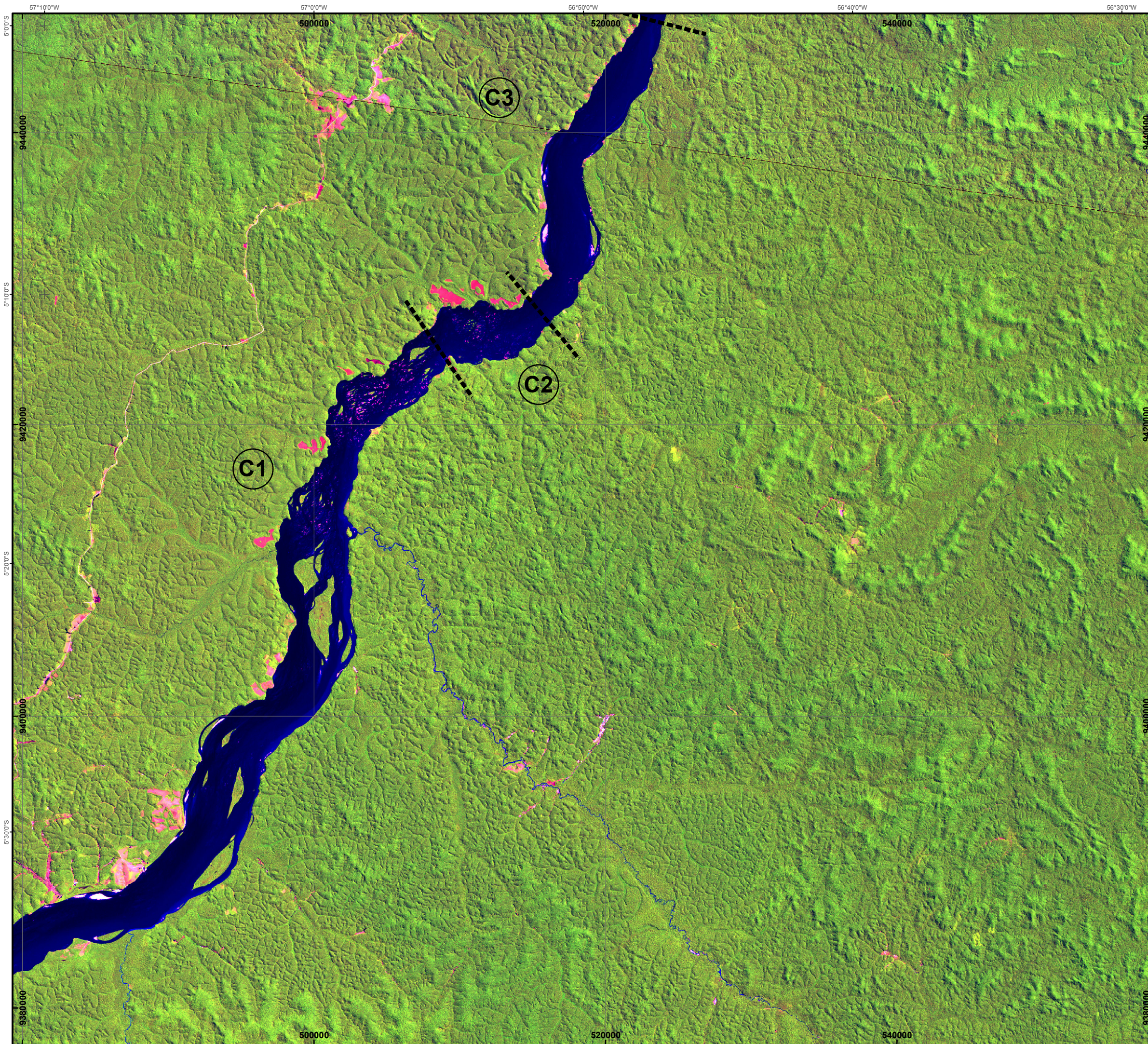


ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUIZ DO TAPAJÓS

Principais Compartimentos da Calha
do Rio Tapajós no âmbito da AII

Data: Abril/2014

ILUSTRAÇÃO 7.3.1/03b



Legenda

Compartimentos da Calha do Rio Tapajós

A – Substrato formado por rochas sedimentares; extensos depósitos aluviais; presença de terraços significativos; grandes depósitos de areia (praias); ilhas alongadas; efeito do remanso do rio Amazonas; predomínio da acumulação de sedimentos.

B – Trecho das chamadas “Corredeiras” de São Luiz do Tapajós. Substrato de rochas vulcânicas; depósitos aluviais restritos; predomínio de corredeiras.

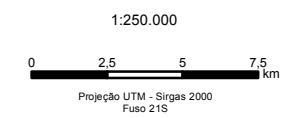
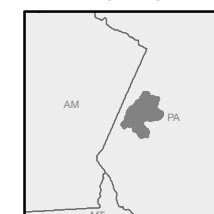
C – Substrato formado por rochas ígneo–metamórficas; depósitos aluviais e terraços em geral de pequenas dimensões; exposição de afloramentos rochosos com trechos de corredeiras e predomínio de processo erosivo.

C1, C3 e C5 – Trechos com afloramentos rochosos; depósitos aluviais, não significativos, mas podendo formar bancos de areia. Nesses compartimentos se concentram a atual exploração de ouro com uso de balsas e dragas na área da AII.

C2, C4 e C6 – Trechos com muitos afloramentos rochosos; praticamente ausência de depósitos aluviais e terraços muito diminutos; presença comum corredeiras e difícil navegação.



Localização Regional



Fonte: Imagem de Satélite Landsat, 2011



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUÍZ DO TAPAJÓS

Principais Compartimentos da Calha
do Rio Tapajós no âmbito da AII

Data: Abril/2014

ILUSTRAÇÃO 7.3.1/03c

Nesse trecho inferior, de domínio das rochas sedimentares, o rio Tapajós tem um comportamento hidráulico diferenciado em relação ao seu trecho de montante do domínio das rochas ígneo-metamórficas do embasamento cristalino. São comuns extensos depósitos aluviais (atuais e terraços) com a significativa ocorrência de depósitos de areia (praias), extensas ilhas alongadas e com águas mais calmas (**Fotos 7.3.1/14, 15, 16 e 17**). **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**. É característico o ambiente de acumulação de sedimentos, também favorecido pela influência do remanso do Amazonas, que alcança até as proximidades da Vila São Luiz do Tapajós.

A jusante da cidade de Aveiro o rio Tapajós também apresenta uma significativa “ria” com extensão superior a 150 km e largura que varia de 10 a 20 km, a semelhança da ria do rio Xingu. Além dessa marcante feição morfológica é também representativa as corredeiras da “Cachoeira de São Luiz do Tapajós” a as “Cachoeiras do Caí / Santa Helena” no rio Jamanxim.

Recobrimo indistintamente tanto as rochas do embasamento cristalino do Escudo Brasil Central como as rochas sedimentares da Bacia Amazônica ocorrem depósitos cenozoicos. São descontínuos e irregulares distribuídos tanto em forma de depósitos indivisos de natureza detrito-laterítica (cobertura detrito-laterítica) quanto em forma de depósitos flúvio-aluvionares acompanhando a calha do rio Tapajós e demais cursos d’ água menores (terraços fluviais e depósitos aluvionares). Neste último caso, os depósitos flúvio-aluvionares se mostram com dimensões mais representativas apenas no âmbito do domínio sedimentar, exceto junto a foz do rio Jamanxim, onde o provável represamento de suas águas pelo Tapajós, possibilitou o desenvolvimento de uma planície mais expressiva.

Os aspectos e características da região da Área de Influência Indireta do AHE São Luiz do Tapajós e seu entorno, sintetizados acima, têm grande relevância para o entendimento integrado dos principais aspectos do meio físico e suas correlações com os meios biótico e socioeconômico.

Para o melhor entendimento de alguns componentes diferenciados do meio físico, apresentam-se as considerações gerais a seguir. Ressalta-se que os componentes do meio físico serão tratados de forma detalhada dentro de cada tema para a AII e AID/ADA.

✓ Aspectos Hidráulicos

A segmentação do rio Tapajós com características diferenciadas do ponto de vista hidráulico-hidroológico tem relevante importância para o entendimento e desenvolvimento das modelagens a serem elaboradas nos Estudos do AHE São Luiz

do Tapajós, bem como para o entendimento dos aspectos referentes às zonas de acumulação de sedimentos com a formação do futuro reservatório.

No curso do Tapajós que conforma a All e seu trecho de jusante, dois pontos são significativos. O trecho das corredeiras entre as localidades de Pimental e Vila Rayol, conhecida como a “Cachoeira de São Luiz do Tapajós”, e o trecho de início da chamada “ria” do Tapajós. Nesse segmento predominam águas mais calmas com desenvolvimento de extensos depósitos aluviais (praias), presença de terraços com canais laterais, ilhas alongadas e sendo muito comum o desenvolvimento de lagoas marginais e insulares. Suas águas sofrem influência do remanso do rio Amazonas.

No trecho de montante, onde será implantado o futuro reservatório do AHE São Luiz do Tapajós, diferentemente do domínio sedimentar, as águas do rio Tapajós são mais movimentadas pelos inúmeros travessões e zonas de afloramentos rochosos que necessitam vencer. Os depósitos aluvionares, além de se apresentarem com dimensões mais reduzidas, são descontínuos e praticamente não formam extensos bancos de areia como no trecho de jusante. Nos segmentos onde os afloramentos rochosos e travessões são predominantes, praticamente inexistem bancos arenosos; e onde os bancos de areia encontram-se expostos, a densidade de afloramentos rochosos expostos é menor (ver Ilustração 7.3.1/03a, b e c).

✓ Recursos Minerais

Para o caso do AHE São Luiz do Tapajós a espacialização dos domínios e unidades geológicas representam um papel fundamental para o entendimento da questão mineral da região. As rochas do embasamento cristalino são reconhecidamente portadoras principalmente de ouro, em especial no polígono da chamada Província Mineral do Tapajós (também conhecida como Província Aurífera do Tapajós).

No âmbito da All essa área foi intensamente explorada por garimpos de ouro nas décadas de 80/90 com equipamentos e mecanismos rudimentares e, experimentando na atualidade, uma nova e significativa corrida pelo chamado “metal amarelo”. Agora com o avanço das chamadas “Balsas e Dragas do Madeira” ocupando o leito das principais drenagens (Tapajós, Ratão e Jamaxim) e com a utilização das chamadas PCs (em rios e drenagens de menor expressão), porém, com poder exploratório e com afetação ao meio ambiente, muito mais amplificado que na etapa anterior.

Esses garimpos alcançam o Tapajós até a confluência do Jamaxim, o próprio rio Jamaxim e drenagens menores como o rio Ratão, Igarapé Botica, Igarapé do Banheiro ou Farmácia e Igarapé da Lajinha. Ainda dentro do domínio das rochas do embasamento cristalino merece destaque também o Garimpo Chapéu de Sol, no rio São João, com exploração de diamante e ouro (rio Ratão ou do Rato – **Fotos 7.3.1/18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 37**; rio São João –

Fotos 7.3.1/38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45; rio Tapajós – Fotos 7.3.1/46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 e 60). - Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos).

No trecho de domínio das rochas sedimentares, ressalta-se a exploração de calcário (Formação Itaituba) e explorações de menor expressão nas proximidades de Itaituba de areia/cascalho e argila (**Fotos 7.3.1/61, 62, 63**). - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos).**

✓ Hidrogeologia

Os aspectos hidrogeológicos do ponto de vista da área do contorno da All também têm uma relação direta com o condicionante geológico configurando-se em uma província constituída pelo domínio das rochas do embasamento cristalino e outra província pelo domínio das rochas sedimentares.

No caso das rochas do embasamento cristalino, embora possam apresentar variações significativas, quando condicionadas pela presença de estruturas rúpteis tipo zonas de falhas e/ou fraturas, no geral, guardam um comportamento de similaridade, em especial quanto a tipo de aquífero (fraturado) e com potencialidade esperada como de “aquíferos pobres” de baixa a muito baixa potencialidade.

Já no domínio das rochas sedimentares, as intercalações de camadas com faciologias diferenciadas e até mesmo a presença de corpos lenticulares de calcário (tipo calcário da Formação Itaituba), propiciam uma maior variabilidade nos aquíferos subterrâneos, com o predomínio do tipo granular (poroso), localmente podendo ser cárstico e até mesmo com a influência de estruturas rúpteis (fraturado). Geralmente resultam em: (i) unidades denominadas “Aquíferos Bons” como as formações Alter do Chão e Maecuru, com alta a muito alta potencialidade; (ii) aquíferos intermediários, como as unidades Nova Olinda, Monte Alegre, Itaituba e Aluviões com baixa potencialidade; e (iii) até mesmo “aquíferos pobres”, como o Grupo Curuá Indiviso, considerado como um não aquífero ou aquífero de muito baixa potencialidade.

Ao redor do futuro reservatório, junto às pequenas comunidades e nas áreas de garimpos, não existem aproveitamento d’água com a utilização de poços tubulares profundo, geralmente se utilizam de poços rasos do tipo cacimbas em pequenos terraços ou no manto superficial de alteração (**Fotos 7.3.1/64 e 65**). - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos).**

✓ Paleontologia

O relato da presença de fósseis na região de Itaituba é conhecido na literatura geológica desde as primeiras visitas dos chamados naturalistas pelo interior da Amazônia, a partir da segunda metade do Século 20.

A exposição de toda sequência estratigráfica das rochas paleozoicas no flanco sul da Bacia Sedimentar do Amazonas e com fácil penetração pelo rio Tapajós facilitou a pesquisa desses cientistas junto à calha desse rio, desde os afloramentos basais que ocorrem a jusante da “Cachoeira de São Luiz do Tapajós” até o início dos afloramentos dos sedimentos terciários da Formação Alter do Chão a jusante da cidade de Itaituba (**Fotos 7.3.1/66 e 67**). - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.

Como mencionado anteriormente, essa faixa de rochas sedimentares de interesse paleontológico, se estende pela borda sul da bacia Sedimentar do Amazonas contornando o embasamento cristalino. Em situação análoga, esse conjunto de rochas também na borda do flanco norte da Sinéclise do Amazonas, com uma extensão mais ampla, superior a 1.000km.

Já o domínio cristalino, devido sua constituição predominantemente ígneo-metamórfica de alto grau, essas rochas se apresentam destituídas de interesse paleontológico.

Com relação aos depósitos de cobertura detrito-laterítica de idade cenozoica, cabe destacar que são portadores de algumas ocorrências significativas de representantes da mastofauna pleistocênica, como restos de ossadas de preguiças gigantes e mastodontes, nas proximidades da cidade de Itaituba.

Nos depósitos flúvio-aluvionares que acompanham a calha do rio Tapajós, recobrimo tanto as rochas sedimentares fanerozoicas, quanto as rochas do embasamento cristalino, não são conhecidas ocorrências paleontológicas. Cabe ressaltar que esses depósitos são mais significativos, apenas no trecho a jusante das corredeiras de São Luiz do Tapajós.

✓ Espeleologia

As primeiras referências de cavidades na borda sul da Bacia Sedimentar do Amazonas encontram-se nos registros do Projeto RADAM, Folha SA-22-Y-C-Belém (1974) e Macambira *et al.* (1977) que mencionam a presença de grandes feições em arenitos, conhecidas na região da então Agrópolis Brasil Novo, como “Casas de Pedra”. Essas feições chamaram a atenção de especialistas do GEP - Grupo Espeleológico do Pará, que a partir da década de 80 (MOREIRA *et al.* 1987) têm

dedicado grande esforço no levantamento e caracterização dessas feições ao longo da faixa dos arenitos da Formação Maecuru.

Com o desenvolvimento dos Estudos Xingu - Estudos de Viabilidade do AHE Kararaô (atual UHE Belo Monte), SANTOS (1987) estudou 16 cavidades ao redor da região de Altamira caracterizando-as do ponto de vista das principais estruturas condicionantes e elaborou o modelo regional sobre a origem dessas cavidades. No início da década de 90, TRAJANO e MOREIRA (1991) agruparam as ocorrências dessas cavidades da faixa de afloramentos da borda sul da bacia, entre Altamira e Itaituba, na chamada Província Espeleológica Altamira-Itaituba, que abriga hoje um significativo número de cavidades, principalmente nos arenitos da Formação Maecuru e em calcários, esses aflorantes, principalmente entre Rurópolis e Itaituba.

Nas Ilustrações 7.3.1/01 – Unidades de Relevo e 7.3.1/02 – Principais Domínios Geológicos, encontra-se explicitada a faixa de ocorrência das rochas areníticas (Formação Maecuru) e carbonáticas (Formação Itaituba) onde se insere a maior potencialidade espeleológica da região, considerando-se além do componente litológico também os componentes do relevo e os condicionantes estruturais, fundamentais na origem e desenvolvimento das feições “cársticas” e “pseudocársticas” da AII. Importante ressaltar, que no âmbito da AII e seu entorno, onde ocorrem as rochas da sequência paleozoica, predominam relevos mais suavizados com vertentes convexas e geralmente recobertos por cobertura laterítica desmantelada, o que poderia explicar a menor densidade dessas feições espeleológicas e seu condicionamento junto ao atual nível de base regional (**Fotos 7.3.1/68, 69 e 70**). - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**. No domínio das rochas do chamado embasamento cristalino, predominantemente de natureza ígneo-metamórfica de alto grau, assim como a faixa sedimentar recoberta pelos sedimentos da Formação Alter do Chão apresentam baixo interesse como áreas portadoras dessas feições.

7.3.1.1 Climatologia

Neste item, o clima da área abrangida pela AII é caracterizado tendo como referência dados observados nas estações meteorológicas e postos pluviométricos existentes na região.

As análises incluem um prognóstico do balanço hídrico, nível cerâmico e produção dos gases de efeito estufa.

7.3.1.1.1 Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada

As informações relacionadas aos dados meteorológicos basearam-se em pontos de monitoramento climatológico pertencentes à rede de estações operadas pelo Instituto

Nacional de Meteorologia – INMET. Os dados pluviométricos referentes a estas estações foram obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas-ANA. As variáveis climáticas referentes a temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, evaporação, insolação total e nebulosidade foram retiradas da publicação “Normais Climatológicas (1961-1990), apresentadas através de valores médios mensais e anuais. As Normais Climatológicas são obtidas através do cálculo dos valores médios observados e obedecem aos critérios e normas determinadas pela Organização Meteorológica Mundial - OMM. Finalmente, dados relacionados a velocidade e direção do vento foram obtidos diretamente do site do INMET.

A região que abrange a All do Meio Físico não dispõe de estações meteorológicas. Desta forma, para a caracterização climática da região, foram utilizados os dados de estações localizadas na área de entorno All, conforme relação apresentada no **Quadro 7.3.1.1.1/01**.

Quadro 7.3.1.1.1/01 - Rede de Estações Meteorológicas de Interesse.

Código INMET	Estação	Tipo de Estação	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Período de Dados	Data de Instalação
82178	Óbidos	Convencional	37	-01° 52' 48"	-55° 31' 12"	01/09/71 a 16/04/12	1/1/1927
82246	Belterra	Convencional	176	-02° 37' 48"	-54° 57' 00"	01/09/71 a 16/04/12	1/8/1971
82445	Itaituba	Convencional	45	-04° 16' 48"	-55° 59' 24"	01/08/71 a 16/4/12	1/1/1928
82240	Parintins	Convencional	29	-2° 37' 48"	-56° 43' 48"	01/01/61 a 09/10/12	1/1/1912
82533	Manicoré	Convencional	50	-5° 49' 12"	-61° 17' 60"	01/02/61 a 05/08/79	1/1/1928
83309	Diamantino	Convencional	286	-14° 24' 00"	-56° 27' 00"	01/01/61 a 30/04/75	1/1/1932
A246	Mina Palito	Automática	261	-06° 19' 12"	-55° 47' 24"	04/11/2011 a 03/13	28/9/2011

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Na composição da rede de interesse foram consideradas as estações meteorológicas situadas na região da bacia do rio Tapajós a jusante dos formadores Teles Pires e Juruena até sua foz no rio Amazonas. Nesta rede incluiu-se também a estação meteorológica de Diamantino situada nas cabeceiras dos formadores do rio Tapajós (e não especializada na Ilustração 7.3.1.1.1/01), tendo em vista permitir aferir as variações latitudinais do clima ao longo de toda a bacia.

Neste espaço territorial são identificados dois tipos de estações: as convencionais e as automáticas. Nas estações do tipo convencionais, as leituras são realizadas por um observador em tempos pré-determinados, respectivamente às 12:00, 18:00 e 00:00 TMG (Tempo Médio de Greenwich) e apresentam dados de longo período. As estações do tipo automática (dotado de “data logger”) foram instaladas recentemente e

as informações são disponibilizadas em nível horário, com séries de dados a partir de 2011.

A coleta de dados abrangeu também dados pluviométricos obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas-ANA.

A rede pluviométrica de interesse compreende 42 estações distribuídas na região da All e regiões limítrofes, sendo que 10 encontram-se desativadas. Na Área de Influência Indireta são identificadas 6 estações.

No **Quadro 7.3.1.1.1/02** são relacionadas as estações pluviométricas existentes na área de influência do reservatório do AHE São Luiz do Tapajós e suas proximidades.

Na **Ilustração 7.3.1.1.1/01 – Estações Meteorológicas e Pluviométricas de Interesse e Estações Meteorológicas Propostas** é apresentada a distribuição espacial das estações meteorológicas e pluviométricas de interesse para os estudos.

Os dados brutos relativos a essas séries de dados, em base mensal, encontram-se apresentados no **Anexo Geral 7.3.1.1 – Precipitação Total Mensal e Máximas Diárias das Estações Meteorológicas e Pluviométricas de Interesse (Volume 1 – Anexos Gerais)**.

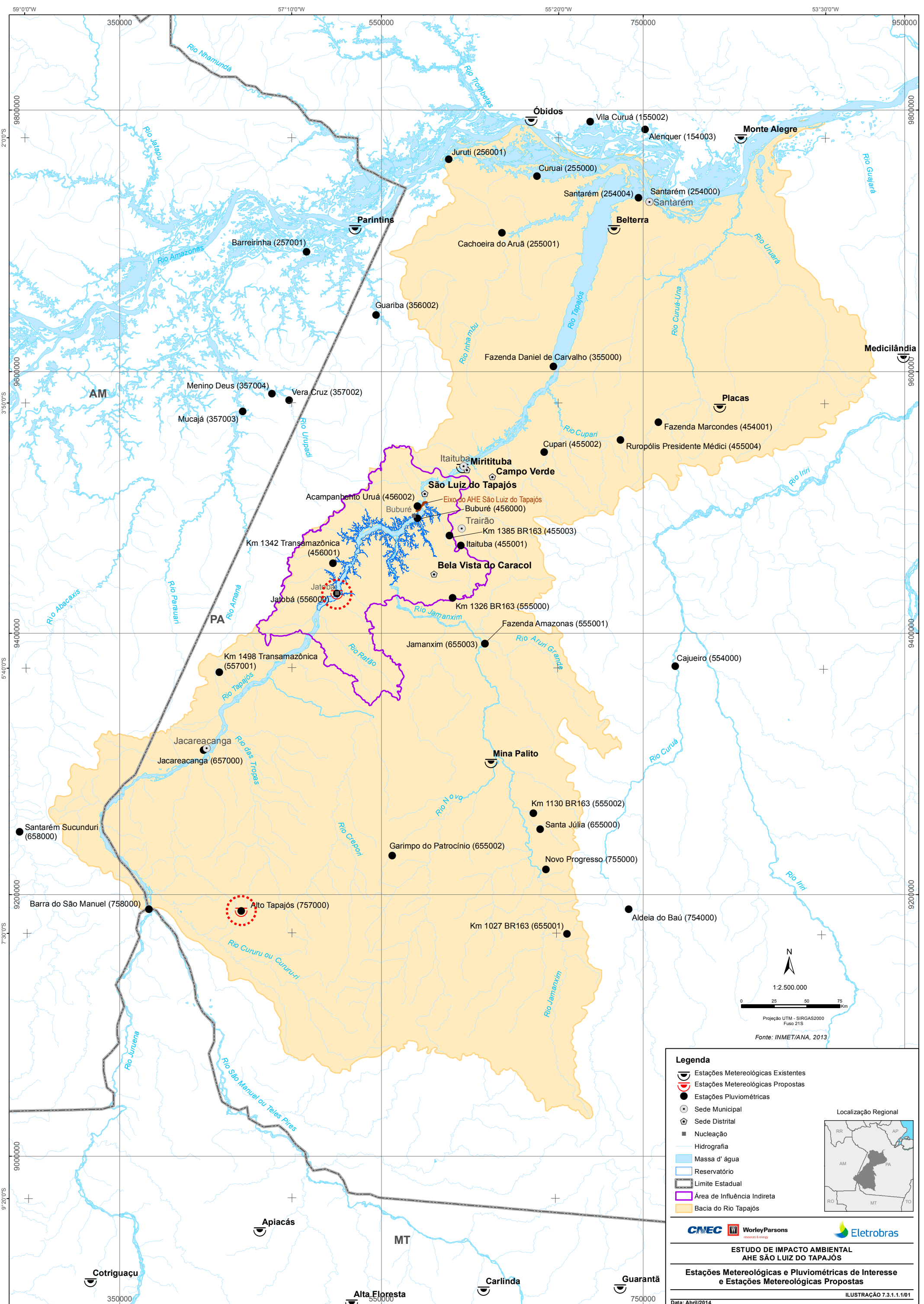
Quadro 7.3.1.1.1/02 - Estações Pluviométricas de Interesse.

Código ANA	Posto	Município	UF	Operadora	Coordenadas		Período Disponível	
					Latitude	Longitude	Início	Fim
154003	Alenquer	Alenquer	PA	ANA	01°56'34"	54°44'21"	abr/89	jul/10
155001	Óbidos	Óbidos	PA	INMET	01°54'05"	55°31'07"	set/71	abr/12
155002	Vila Curuá	Alenquer	PA	ANA	01°53'17"	55°06'56"	abr/94	jul/10
254000	Santarém (*)	Santarém	PA	ANA	02°26'35"	54°42'27"	mai/68	jun/10
254003	Belterra	Santarém	PA	INMET	02°38'00"	54°57'00"	jan/75	dez/98
254004	Santarém	Santarém	PA	ANA	02°25'00"	54°47'00"	jan/80	dez/85
254005	Barragem - Conj4	Santarém	PA	ANA	02°48'54"	54°17'52"	nov/77	jul/03
255000	Curuai	Santarém	PA	ANA	02°16'06"	55°28'50"	mai/89	jun/10
255001	Cachoeira do Aruã	Santarém	PA	ANA	02°39'30"	55°43'14"	jan/97	jun/10
256000	Parintins	Parintins	AM	INMET	02°38'00"	56°44'00"	jan/61	out/12
256001	Juruti	Juruti	PA	ANA	02°09'08"	56°05'15"	abr/82	jun/10
257001	Barreirinha (*)	Barreirinha	AM	ANA	02°47'32"	57°03'52"	mai/82	mai/10
355000	Fazenda Daniel de	Aveiro	PA	ANA	03°35'00"	55°22'00"	nov/77	fev/83
356002	Guariba	Juruti	PA	ANA	03°13'41"	56°35'10"	jan/86	mai/10
357002	Vera Cruz (*)	Maués	AM	ANA	03°49'00"	57°11'00"	abr/82	mar/95
357003	Mucajá	Maués	AM	ANA	03°53'48"	57°30'15"	jan/89	mai/10
357004	Menino Deus	Maués	AM	ANA	03°46'22"	57°18'11"	mai/95	mai/10
454001	Fazenda Marcondes	Itaituba	PA	ANA	03°57'59"	54°38'31"	jan/82	jul/10
455000	Itaituba (*)	Itaituba	PA	ANA	04°17'00"	55°59'00"	dez/66	mai/76
455001	Itaituba	Itaituba	PA	INMET	04°49'24"	56°00'00"	ago/71	abr/12
455002	Cupari	Aveiro	PA	ANA	04°10'30"	55°25'37"	nov/77	jul/10
455003	km 1385 BR-163	Itaituba	PA	ANA	04°45'17"	56°04'46"	ago/80	jun/10

Código ANA	Posto	Município	UF	Operadora	Coordenadas		Período Disponível	
					Latitude	Longitude	Início	Fim
455004	Rurópolis Presidente	Aveiro	PA	ANA	04°05'22"	54°54'10"	abr/82	jul/10
456000	Buburé (Sai Cinza) (*)	Itaituba	PA	ANA	04°38'00"	56°18'00"	dez/77	set/94
456001	km 1342	Itaituba	PA	ANA	04°56'49"	56°52'56"	jan/89	jul/10
456002	Acampamento Uruá	Itaituba	PA	ANA	04°33'00"	56°18'00"	set/94	jul/10
554000	Cajueiro	Altamira	PA	ANA	05°39'01"	54°31'16"	nov/75	jul/10
555000	km 1326 BR-163	Itaituba	PA	ANA	05°10'57"	56°03'28"	ago/80	jun/10
555001	Fazenda Amazonas (*)	Itaituba	PA	ANA	05°30'00"	55°50'00"	jun/82	dez/90
555002	km 1130 BR-163	Itaituba	PA	ANA	06°40'17"	55°29'45"	dez/86	jun/10
556000	Jatobá	Itaituba	PA	ANA	05°09'15"	56°51'20"	dez/72	jul/10
557001	km 1498 (*)	Itaituba	PA	ANA	05°42'00"	57°40'00"	jul/82	dez/89
655000	Santa Júlia (*)	Itaituba	PA	ANA	06°47'00"	55°27'00"	dez/77	dez/86
655001	km 1027 da BR-163	Itaituba	PA	ANA	07°30'24"	55°15'41"	jun/82	jun/10
655002	Garimpo do Patrocínio	Itaituba	PA	ANA	06°58'04"	56°28'22"	nov/85	jun/10
655003	Jamanxim	Itaituba	PA	ANA	05°30'00"	55°50'00"	jun/93	jun/10
657000	Jacareacanga	Itaituba	PA	ANA	06°14'09"	57°46'32"	jan/82	jul/10
658000	Santarém Sucunduri	Apuí	AM	ANA	06°47'54"	59°02'52"	abr/75	mar/10
754000	Aldeia do Baú (*)	Altamira	PA	ANA	07°20'00"	54°50'00"	jan/76	dez/97
755000	Novo Progresso	Itaituba	PA	ANA	07°03'38"	55°24'28"	jun/97	jun/10
757000	Alto Tapajós (*)	Itaituba	PA	ANA	07°21'00"	57°31'00"	jan/25	dez/76
758000	Barra do São Manuel	Borba	AM	ANA	07°20'20"	58°09'18"	out/75	jul/10

Observação: (*) = Estações desativadas

FONTE: Sistema de Informações Hidrológicas: Banco de Dados Hidrometeorológicos da ANA (Hidroweb), 2012 e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2012.



- Legenda**
- Estações Meteorológicas Existentes
 - Estações Meteorológicas Propostas
 - Estações Pluviométricas
 - Sede Municipal
 - Sede Distrital
 - Nucleação
 - Hidrografia
 - Massa d' água
 - Reservatório
 - Limite Estadual
 - Área de Influência Indireta
 - Bacia do Rio Tapajós



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
AHE SÃO LUIZ DO TAPAJÓS

Estações Meteorológicas e Pluviométricas de Interesse e Estações Meteorológicas Propostas

Data: Abril/2014 ILUSTRÇÃO 7.3.1.1.101

7.3.1.1.2 Centros de Ação e Sistemas Atmosféricos na Amazônia

A bacia do rio Tapajós insere-se na zona equatorial da América do Sul, onde a circulação geral é comandada pelos anticiclones do Atlântico e dos Açores, pelo anticiclone migratório Polar, pela depressão do Chaco e pela faixa de “doldrums”. Esses centros de ação determinam o jogo dos sistemas atmosféricos, os quais compreendem as massas de ar, as descontinuidades frontais e as correntes perturbadas.

O anticiclone do Atlântico, permanente, semifixo e oceânico, é um centro positivo de origem dinâmica, associado à faixa de altas pressões subtropicais do Hemisfério do Sul, e se constitui na fonte do sistema Tropical Atlântico e no centro emissor dos Alíseos de Sudeste. Sua pressão máxima fica em torno dos 1.021mb. Afeta particularmente o território brasileiro, apresentando tendência de avanço pelo continente, graças ao seu sentido anti-horário. O anticiclone dos Açores, emissor dos Alíseos do Nordeste, é o seu correspondente no Hemisfério Norte.

O anticiclone migratório Polar forma-se pelo acúmulo de ar proveniente dos turbilhões polares sobre o oceano, nas latitudes subpolares, sendo atraído para o norte, em direção ao equador, graças ao gradiente térmico, propagando e bifurcando-se em dois ramos, um Atlântico e outro Pacífico. É ainda a fonte do sistema Polar Atlântico e impulsiona a Frente Polar Atlântica (FPA).

A depressão do Chaco se constitui no centro negativo do interior do continente, especialmente definido no verão e ligado à dinâmica ondulatória da Frente Polar Atlântica (FPA) e ao forte aquecimento terrestre nessa estação. Apresenta pressão central de 1.008mb e tem importância fundamental na atração dos sistemas intertropicais para o sul.

Os “doldrums” ou calmarias compreendem a faixa de baixas pressões equatoriais, para o interior da qual afluem os Alíseos dos dois hemisférios. No interior dessa zona, o ar se eleva por convecção dinâmica, acentuada pela conversão térmica. Região de chuvas abundantes, caracterizando um céu sempre sombrio, essa zona apresenta uma largura de 5° em média, podendo chegar aos 10° ou 11° em certos pontos ou desaparecer em outros. Nesse último caso, os Alíseos dos dois hemisférios entram em contato e a descontinuidade que os separa é chamada de Convergência Intertropical (CIT).

Os sistemas atmosféricos determinados por esses centros de ação compõem o quadro de circulação equatorial, no qual os sistemas que interessam de perto à bacia do Tapajós são o Equatorial Continental Amazônico (Ec), o Equatorial Atlântico (Ea), a Convergência Intertropical (CIT), o Polar Atlântico (Pa) e a Frente Polar Atlântica (FPA).

O sistema Equatorial Continental Amazônico (Ec) tem sua região de origem na área aquecida e coberta de vegetação do interior do continente, onde dominam os ventos fracos e as calmas dos “doldrums”. Durante o verão, afeta grande parte do Brasil Central, sendo responsável por farta precipitação, apresentando valores de umidade em torno dos 90%.

A temperatura é elevada e a nebulosidade, nesta estação, geralmente se expressa sob a forma de cúmulos e estrato-cúmulos e cumulonimbus. No inverno, o sistema permanece no alto do Amazonas. A nebulosidade, que se mantém elevada, resulta em chuvas e trovoadas antes do fim do dia; as máximas térmicas chegam aos 34°C e as mínimas ficam em torno dos 24°C.

O sistema Equatorial do Atlântico (Ea) é constituído pelos Alíseos de sudeste do anticiclone do Atlântico Sul, que se compõe de duas correntes, uma superior, quente e seca, e outra inferior, fresca e úmida. Ambas têm a mesma direção, mas são separadas por forte inversão térmica. Abaixo da descontinuidade das duas correntes, formam-se cúmulos, concentrando-se a umidade nos níveis mais baixos. Durante o inverno, o sistema permanece na costa nordeste e norte do Brasil até Belém, determinando, no litoral, precipitações geralmente noturnas, sob a forma de pancadas sem trovoadas, enquanto, no interior, o sistema mantém-se seco. A amplitude térmica aumenta em direção ao interior da área sob domínio desse sistema, atingindo 16°C, devido à limpeza do céu, ao forte aquecimento diurno e ao resfriamento noturno. No verão, o sistema limita-se ao litoral nordeste, aumentando a velocidade do vento e a nebulosidade.

A Convergência Intertropical (CIT) é a faixa de encontro dos Alíseos dos dois hemisférios. De posição aproximadamente equatorial, individualiza-se especialmente sobre os oceanos, estando sujeita a importantes flutuações, devido às variações de intensidade das frentes polares do norte e do sul. É mais intensa, em geral, no outono e na primavera, quando ocorre o maior contraste térmico nos dois hemisférios. Trata-se de uma zona quente, de copiosa precipitação em pancadas e de umidade elevada. No verão, as máximas e mínimas térmicas são elevadas, gerando fraca amplitude. A nebulosidade é forte registrando-se chuvas e trovoadas à tarde. Durante o inverno, a umidade relativa atinge índices elevados à noite, decaindo em torno das 14:00 horas para 50% e 70%, respectivamente, no interior e litoral.

O sistema Polar Atlântico (Pa), cuja fonte é o anticiclone migratório Polar, impulsiona a Frente Polar Atlântica (FPA), faixa de descontinuidade que separa esse sistema dos sistemas tropicais. Seus avanços, após as perturbações frontais, produzem quedas na temperatura, constituindo, no período hibernal, verdadeiras ondas de frio. Em seu caminho para o norte, o sistema pode avançar pelo interior, através da depressão geográfica continental, a oeste do Planalto Brasileiro, ou pelo litoral. Nas duas

trajetórias, são notáveis o aquecimento inferior e o aumento da umidade específica, sobretudo no verão, sobre o continente, e no mar, durante o inverno. A primeira, pelo interior, percorrida principalmente no inverno, quando pode chegar até o vale do Amazonas, provoca estratos, chuviscos e queda na temperatura; é o fenômeno da “friagem”. Atingindo a latitude de 0°, o anticiclone frio ali permanece um a dois dias, incorporando-se em seguida ao sistema Equatorial Continental (Ec). Pelo litoral, o sistema ganha calor e umidade do mar, à medida que avança até o anticiclone do Atlântico, podendo chegar, no inverno, até os 8°-10°C de latitude Sul.

7.3.1.1.2.1 Variação Anual da Circulação Atmosférica

Baseado na **Figura 7.3.1.1.2.1/01** apresentam-se as análises sobre as situações de inverno-primavera e de verão-outono. Essa figura mostra a variação sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul e sobre a bacia do Tapajós, em particular, com a direção preferencial de expansão desses sistemas e sua faixa de flutuação.

As situações sazonais, a seguir analisadas, referem-se ao comportamento médio da dinâmica da atmosfera em cada estação, não sendo, portanto, representativas de eventos anormais causadores de grandes enchentes ou de estiagens singulares.

- Situação de Inverno-Primavera

Em condições normais, nesse período, o sistema Equatorial Atlântico (Ea) domina o tempo na costa nordeste do Brasil, penetrando pelo interior até as vizinhanças de Belém e controlando o tempo na bacia do rio Tapajós. Ocasionalmente aguaceiros contínuos e sem trovoadas em toda a costa oriental, da Bahia ao Rio Grande do Norte, mas, em seu avanço pelo continente, as chuvas se reduzem, atingindo um mínimo nesta época do ano, quando o sistema apresenta grande estabilidade.

No alto Amazonas, esse sistema cede lugar ao Equatorial Continental Amazônico (Ec), que se limita a esta área, atraindo o alíseo de nordeste para o continente. Na primavera, o sistema Ec tem maior expansão para leste, alcançando o trecho superior da bacia, conforme está esquematizado na Figura 7.3.1.1.2.1/01.

A Convergência Intertropical (CIT), durante a primavera, encontra-se no Hemisfério Norte, ocupando sua posição mais setentrional a 8°N, mas mantendo-se um pouco mais ao Sul no inverno, de modo a exercer influência sobre o extremo norte do continente.

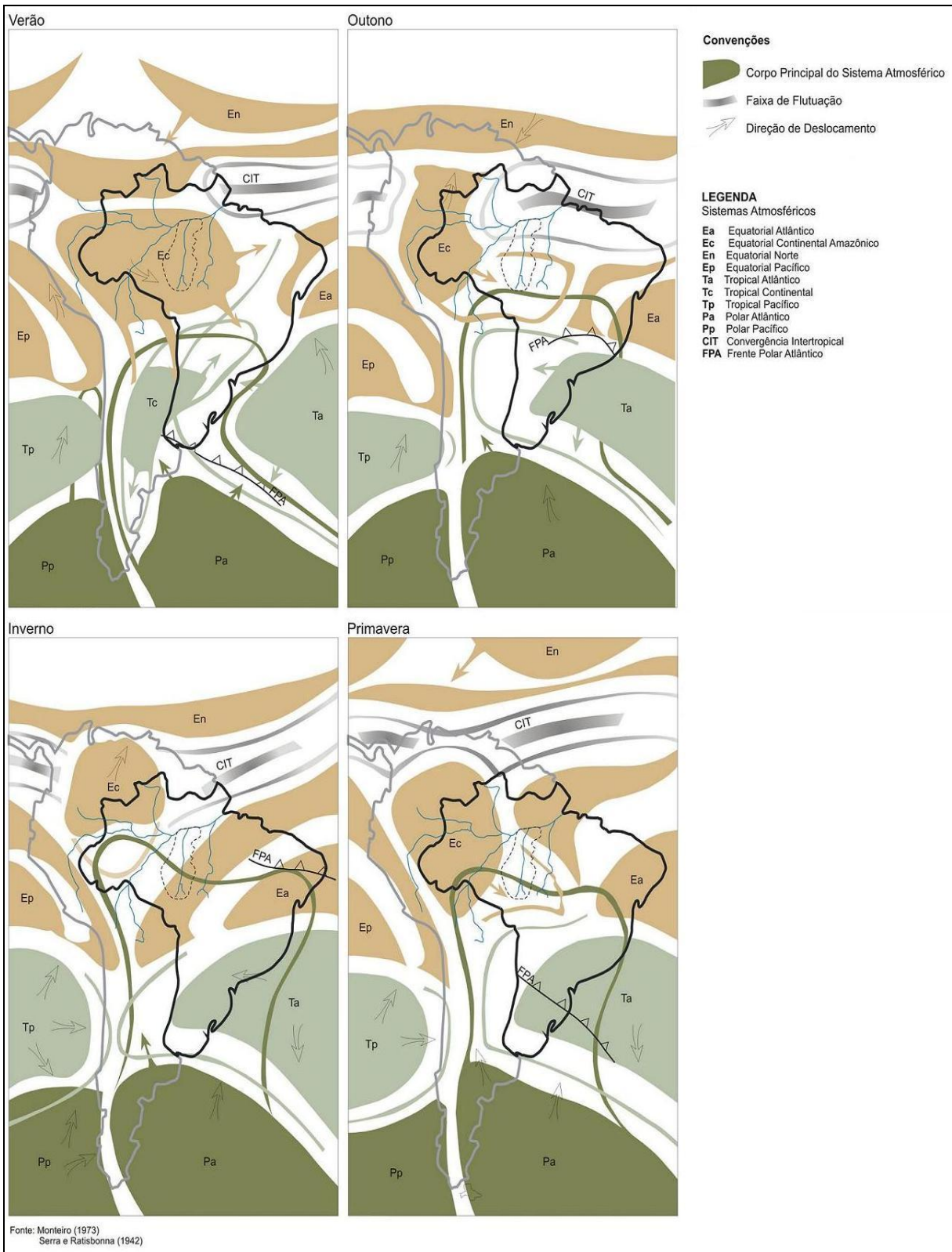


Figura 7.3.1.1.2.1/01 – Variação Sazonal dos Sistemas Atmosféricos na América do Sul.

A Frente Polar Atlântica (FPA), em sua trajetória marítima, pode atingir a latitude de Natal, infletindo, em seguida, em direção ao Pará. Quando a frente está nítida, produzem-se chuvas e trovoadas na costa norte, até Belém, havendo queda média de 3°C na temperatura e vento de sul. Sob um avanço continental, o sistema Polar Atlântico (Pa) penetra pela Bolívia e pelo Estado de Mato Grosso, seguindo rumo norte, sendo desviado para a esquerda à altura da Serra do Roncador, que flanqueia o setor direito da porção superior da bacia do rio Tapajós, atravessando o Acre, o Alto Amazonas e a Colômbia, gerando fenômeno da “friagem”. Na FPA, que precede esse sistema, produzem-se cumulonimbus, trovoadas e pancadas rápidas. A friagem pode afetar o setor superior da bacia do Tapajós, mas não atinge o Estado do Pará e, portanto, a maior parte da bacia.

Quando o sistema polar se instala no Amazonas, cessam as trovoadas e aguaceiros do sistema Ec, que recua para o norte; após dois ou três dias, o ar frio se mistura com o alíseo que, se estabilizando, traz novas trovoadas. A permanente instabilidade do sistema Ec, no inverno, na região do Alto Amazonas, liga-se, justamente, aos frequentes jatos de ar polar.

Muitas vezes, o avanço de frentes superiores vindas do Pacífico é sentido na zona Equatorial. O ar frio do sul atinge a latitude de Cuiabá a 1.000 ou 2.000m, determinando aumento da pressão e das temperaturas, e, possivelmente, trovoadas, sendo que, em nível do solo, persiste o sistema Tropical Atlântico de ventos do nordeste. Essa invasão superior caminha para leste, atingindo os estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia, até o Atlântico, formando cumulonimbus no contato com a superfície do mar. As cabeceiras dos rios formadores do Tapajós, embora não estejam incluídas na faixa média de ação dessas invasões superiores, podem, ocasionalmente, ser afetadas. O próprio sistema Tropical Atlântico (Ta) não chega a agir sequer sobre o trecho superior da bacia, mas, estando este trecho numa área de ação periférica do sistema Ec, durante a primavera, pode sofrer, esporadicamente, uma intervenção do primeiro sistema.

De modo geral, as massas polares dificilmente invadem a porção Central do Brasil, ficando a região do baixo Amazonas sob o domínio estável do alíseo, que não sofre resfriamento das invasões polares, definindo um inverno mais seco.

- **Situação de Verão-Outono**

Durante esse semestre, a CIT encontra-se no Hemisfério Sul, e introduzindo-se pela região nordeste, balanceia os sistemas Equatorial Continental Amazônico (Ec), Equatorial Atlântico (Ea) e Tropical Atlântico (Ta).

O sistema Equatorial Continental Amazônico domina toda a região central do Brasil, ao norte do trópico, inclusive a bacia do rio Tapajós, tendo sua expansão limitada a oeste

pelos Andes, e alcançando, muitas vezes, o litoral sul do país. A instabilidade desse sistema está ligada à própria circulação do verão, durante o qual o continente torna-se um centro aquecido, para onde convergem os alísios de norte e de leste, oceânicos, originando-se uma típica “monção”. O sistema apresenta, então, umidade e temperatura elevadas, sendo que a convergência e ascensão produzidas em seu interior são responsáveis por forte instabilidade convectiva, de modo que as áreas sob sua influência recebem chuvas e trovoadas locais quase diárias.

O sistema Equatorial Atlântico (Ea) não chega a afetar a bacia, pois não ultrapassa o litoral nordestino, tal como se representa na Figura 7.3.1.1.2.1/01.

A Convergência Intertropical (CIT), no verão, se encurva para o sul, atravessando o centro do continente, atraída pela depressão térmica interior. O mesmo acontece no outono, quando atinge sua posição mais meridional, de aproximadamente 4°S, na costa, e 0°S sobre o oceano, controlando o tempo no trecho inferior da bacia, como mostra a Figura 7.3.1.1.2.1/01. Esse setor da bacia do Tapajós apresenta, assim, um máximo pluviométrico de outono e um mínimo de primavera coincidente com o maior afastamento da CIT.

Quando ocorrem fortes avanços do ar polar atlântico, a CIT recua para noroeste e os sistemas Ea e Ta substituem o Ec, desaparecendo as trovoadas deste último, substituídas por chuvas contínuas e estabilidade. No caso de invasões polares vindas do Hemisfério Norte a “monção” se reforça e o sistema Equatorial Continental (Ec) avança para o leste, deslocando a CIT para o oceano.

No sistema Ec formam-se, frequentemente, pequenas depressões térmicas, onde se intensificam as trovoadas, que caminham, em geral, de oeste para leste e de norte para sul, deslocando-se do Amazonas ao Ceará. Duram dois ou três dias e provocam elevação térmica de 4°C, em média.

Sob um avanço do sistema polar pelo litoral, a Frente Polar Atlântica (FPA), ao atingir o equador, não mais se define como no inverno, mas sim se mistura ao alísio, produzindo chuvas.

Se o ar polar avança pelo interior, segue uma trajetória mais a leste que no inverno, podendo mesmo alcançar o norte do Pará, afetando a bacia do rio Tapajós. Produz-se uma “friagem” pouco intensa com decréscimo em torno de 3°C na temperatura, sendo que as trovoadas locais do sistema Equatorial Continental são reforçadas pelo ar frio que se mistura.

7.3.1.1.3 Classificação Climática

A classificação climática expressa as condições médias da atmosfera terrestre, que apesar de apresentar variações diárias e sazonais, são traduzidas por faixas climáticas que se mantém razoavelmente uniforme, dentro de um padrão médio de oscilação.

Nestas condições será adotada a classificação climática de Köppen, que se baseia em dois elementos climáticos de primeira grandeza, a temperatura média do ar e a precipitação que, combinados, permitem a identificação e delimitação dos diferentes tipos de clima.

A área abrangida pela bacia do Tapajós se configura com um padrão uniforme de temperatura média do ar com médias anuais de 26,7°C e uma pequena variação sazonal, não se observando ao longo do ano médias mensais inferiores a 21°C.

Maiores valores de temperatura do ar são registrados normalmente de setembro a novembro, condicionadas pela reduzida cobertura de nuvens e alta incidência solar, entre outros fatores climáticos atuantes nesta região.

Nos meses de janeiro a abril, observa-se uma pequena redução nos valores da temperatura média do ar em função dos fatores meteorológicos provocadores das precipitações que estão em plena atividade durante o período chuvoso.

O regime de precipitação é típico dos regimes tropicais, caracterizado por um período chuvoso abrangendo o verão e o outono e um período seco compreendendo os meses de inverno e primavera.

O semestre chuvoso se caracteriza por chuvas de grande intensidade, quando os totais mensais chegam a ultrapassar os 300mm. O período seco se notabiliza por chuvas muito reduzidas, onde são registrados geralmente totais precipitados abaixo de 60mm.

A distribuição espacial das precipitações indicam um total anual médio de 1.900mm no setor da baixa bacia e valores crescentes de chuva a medida que se dirige para montante em direção aos seus formadores, respectivamente os rios Juruena e Teles Pires. Nesta porção particular da bacia observa-se o posicionamento de um núcleo chuvoso regional, aonde os índices pluviométricos médios anuais chegam a totalizar 2.700mm.

As características regionais mencionadas permitem apontar a região como pertencente ao clima tipo Am, quente e úmido de monções.

Nos climas do grupo A, a temperatura do ar apresenta variações muito baixas, no tempo e no espaço. A amplitude anual é pequena, não se notando a existência de inverno, uma vez que a temperatura do mês mais frio é superior a 18°C e a oscilação anual de temperatura, de modo geral, é sempre inferior a 5°C. Trata-se de um clima quente, sem verão ou inverno sazonal.

No subtipo climático m (clima de monção), as precipitações são excessivas durante alguns meses, o que é compensado com um ou dois meses com precipitação inferiores a 60mm, o que permite a manutenção de florestas densas. O regime pluviométrico anual define uma estação relativamente seca e outra com maior intensidade de chuvas.

Em função dos valores totais anuais de precipitação, o clima tipo Am é classificado de acordo com os totais anuais de chuva, onde são consideradas as seguintes subdivisões:

- Clima Tipo Am1: Este sub-tipo é caracterizado por apresentar precipitação pluviométrica média anual superior a 3.000mm;
- Clima Tipo Am2: Representa as condições climáticas, onde a precipitação pluviométrica média anual variam entre 2.500mm e 3.000mm; e
- Clima Tipo Am3: Este sub-tipo climático, se caracterizado por uma faixa, onde a precipitação pluviométrica média anual varia de 2.000mm a 2.500mm.

Nestas condições o clima dominante na área da bacia do rio Tapajós é do tipo Am3.

Em menor proporção é identificado o clima tipo Am2, restrito a uma pequena área situada nas mediações da confluência dos rios Juruena e Teles Pires.

7.3.1.1.4 Análise da Rede Meteorológica Existente

Ao considerar os limites da bacia do rio Tapajós, formado pela confluência dos rios Teles Pires e Juruena, verifica-se uma carência de dados meteorológicos, principalmente na região próxima destes cursos formadores, onde se observa o posicionamento de um núcleo chuvoso com índices de precipitação superando os 2.500mm. À medida que se dirige para jusante, já próximo da cidade de Itaituba, são registrados índices pluviométricos próximos de 2.000mm.

A ampla variabilidade espacial do regime de precipitação neste compartimento da bacia justifica a inclusão de duas estações meteorológicas, uma posicionada mais próxima da região dos cursos formadores do Tapajós e outra, a ser localizada no limite de montante da Área de Influência Indireta do AHE São Luiz do Tapajós.

Ressalta-se a importância de se incluir a altitude como um dos fatores para a escolha do local de instalação, devendo-se ter a precaução de se implantar as estações em altitudes compatíveis com a média registrada na região, visando garantir maior homogeneização dos dados medidos.

Na Ilustração 7.3.1.1.1/01 é apresentada a disposição espacial das estações meteorológicas existentes na bacia do rio Tapajós e as propostas, considerando, *a priori*, seu posicionamento próximo as estações pluviométricas de Jatobá (Código: 00556000) e Alto Tapajós (Código: 00757000).

7.3.1.1.5 Principais Elementos de Caracterização Climática

Para a caracterização dos principais parâmetros climáticos serão utilizadas as seguintes informações:

- Dados das estações meteorológicas convencionais operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, para as quais se dispõem de dados de “Normais Climatológicas” compiladas com base no período histórico de 1961 a 1990. Ressalta-se que estes dados são determinados através de formulações padronizadas determinadas pela Organização Meteorológica Mundial-OMM baseadas em três leituras diárias. Nesta caracterização serão considerados os dados das estações de Belterra, Itaituba e Diamantino; e
- Dados pluviométricos disponibilizados por uma rede mais densa de estações. A fim de retratar a variabilidade temporal e espacial das precipitações serão utilizados também os dados das estações operadas pela Agência Nacional de Águas-ANA.

Apresenta-se, a seguir, a caracterização de cada parâmetro climático analisado: precipitação, temperatura do ar, insolação, umidade relativa do ar, evaporação, pressão atmosférica, nebulosidade e direção e velocidade do vento.

7.3.1.1.6 Distribuição Sazonal de Atributos Locais do Clima

A seguir são apresentadas as características dominantes e variações sazonais dos principais parâmetros climáticos atuantes na região em estudo.

7.3.1.1.6.1 Precipitação

Dos fatores meteorológicos determinantes do clima da região, o regime de precipitação se sobressai por apresentar uma ampla variabilidade temporal e espacial, sendo fator preponderante na determinação das estações do ano.

No **Quadro 7.3.1.1.6.1/01** são apresentados os valores das precipitações médias mensais das estações pluviométricas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET e da estação de Jatobá operada pela Agência Nacional de Águas-ANA.

Quadro 7.3.1.1.6.1/01 – Dados de Precipitação Média Mensal.

Estação	Precipitação Média Mensal (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Belterra	183,5	258,3	302,8	283,4	264,5	125,7	93,5	52,4	41,8	47,6	77,3	180,4	1.911,2
Itaituba	206,4	292,2	276,1	231,8	188,8	109,6	67,3	92,4	74,8	82,6	128,1	199,7	1.949,8
Jatobá	303,3	276,5	262,9	287,3	190,9	84,9	47,4	60,2	113,1	126,7	155,3	255,5	2.230,1
Barra do São Manuel	358,2	324,5	362,1	272,9	155,7	46,4	19,5	38,7	98,1	175	198,6	308,7	2.354,4
Diamantino	268,1	235,5	203,4	137,8	55,5	9,5	6,9	27,3	72,2	151,0	204,5	248,0	1.619,8

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02.

FONTE: Sistema de Informações Hidrológicas: Banco de Dados Hidrometeorológicos da ANA (Hidroweb), 2013.

Verifica-se que a sazonalidade das precipitações é típica dos regimes tropicais, distinguindo-se dois grandes períodos: o período chuvoso e o período seco.

O período chuvoso abrange o verão e principalmente o outono, com início normalmente em outubro/novembro e prolongando-se até abril ou maio. Este período caracteriza-se, geralmente, por chuvas de grande intensidade, quando os totais mensais, nos meses mais chuvosos, chegam a ultrapassar os 300mm. O semestre mais chuvoso é responsável por cerca de 70% do total precipitado no ano.

O período de estiagem compreende os meses de inverno e primavera, com chuvas reduzidas nos meses mais secos onde são registradas mínimas próximas de 50mm.

A carta de isoietas médias anuais na bacia é apresentada na **Figura 7.3.1.1.6.1/01**. Esta carta indica uma elevada pluviosidade média na região, com valores de precipitação situando-se entre 1.500 e 2.700mm e altura média de precipitação na bacia de aproximadamente 2.000mm, podendo-se distinguir os seguintes compartimentos espaciais:

- O trecho inferior da bacia (de Santarém, no paralelo 2°30', até próximo do paralelo 6°). Nas porções baixas da bacia são observadas pluviosidades médias anuais de 1.900mm, com índices crescentes à medida que se dirige para montante, sendo observado, na altura do paralelo 6°, totais anuais de precipitação de até 2.500mm. O trimestre agosto-outubro é o mais seco e fevereiro-abril é o mais chuvoso. O mês mais seco é setembro e o mais chuvoso é março.
- Um núcleo chuvoso regional posicionado próximo da confluência dos rios Juruena e Teles Pires, formadores do rio Tapajós, conferindo a esta região, a maior pluviosidade da bacia, com índices máximos de precipitação da ordem de 2.700mm. A estação mais seca se estende de maio a setembro e a chuvosa de novembro a abril. O mês mais seco é julho, que representa o centro do trimestre seco junho/agosto. O mês mais chuvoso é março e o trimestre mais chuvoso é janeiro/março.
- A partir deste núcleo chuvoso, observa-se um decréscimo dos índices de precipitação a medida que se desloca para leste e em direção a montante. Na região de cabeceiras das bacias do Teles Pires e Juruena são encontrados valores relativamente menos intensos de precipitação, com totais pluviométricos anuais da ordem de 1.600mm. A estação seca se concentra entre maio e setembro e a chuvosa entre novembro e março. O mês mais seco é julho e o mais chuvoso é janeiro.

Na área de influência indireta estima-se um total médio anual de precipitação da ordem de 2.100mm.

Para a representação do comportamento sazonal da precipitação foram utilizados como referência dados disponíveis da estação de Itaituba em função da maior extensão da série de dados e menor número de falhas no período observado. No **Quadro 7.3.1.1.6.1/02** é apresentado o histórico de precipitação média mensal observada na estação pluviométrica Itaituba operada pela ANA. As análises abrangeram o período histórico de dados compreendido entre os anos de 1971 a 2013, sendo desconsiderados os anos onde ocorreram falhas de observação.

Quadro 7.3.1.1.6.1/02 – Totais Mensais de Precipitação (mm) – Estação Itaituba.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1971	-	-	-	-	-	-	-	91,8	-	93,0	329,3	-	-
1972	-	313,2	320,8		150,6	-	78,0	155,7	187,1	177,7	357,6	233,0	-
1973	135,1	323,2	272,1	250,5	347,7	73,0	57,9	13,8	183,6	52,0	41,3	270,4	2.020,6
1974	259,1	198,8	281,1	305,5	125,2	8,9	0,3	-	183,6	52,0	41,3	269,9	-
1975	189,8	308,6	352,2	254,3	180,8	117,4	75,1	11,4	-	58,8	111,9	205,6	-
1976	126,0	252,9	235,3	159,3	96,2	122,3	34,5	44,4	21,2	61,0	30,8	240,2	1.424,1
1977	184,5	243,9	228,5	287,4	329,1	46,4	-	24,1	83,3	190,6	76,7	315,3	-
1978	209,5	447,0	-	-	159,6	145,5	108,0	35,8	103,0	56,0	85,9	159,2	-
1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-	-	52,1	111,4	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	32,8	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	-	25,5	-	-	45,2	-	-
1983	21,6	241,8	186,9	109,4	107,7	76,2	26,6	116,6	23,2	143,5	164,5	221,4	1.439,4
1984	189,5	231,4	410,1	547,6	214,6	77,6	87,7	86,1	122,8	69,4	146,7	71,6	2.255,1
1985	298,3	370,8	235,6	135,4	245,4	104,8	58,0	80,9	19,1	48,6	163,4	585,5	2.345,8
1986	-	-	254,1	204,6	256,2	142,8	88,2	22,1	37,5	73,7	62,4	196,0	-
1987	225,4	148,7	258,8	200,2	147,5	-	17,0	61,2	181,9	35,7	130,4	127,9	-
1988	284,0	336,7	267,4	-	282,8	136,1	99,4	10,7	110,3	79,8	243,8	150,7	-
1989	230,1	-	-	260,6	201,9	157,0	95,6	71,0	48,4	152,3	-	-	-
1990	145,9	371,6	274,9	212,6	198,5	72,2	196,7	75,8	59,0	38,0	59,8	209,9	1.914,9
1991	529,4	249,3	321,2	180,0	230,8	172,4	65,8	12,6	94,7	216,8	54,3	27,1	2.154,4
1992	148,1	276,2	413,2	262,0	64,4	57,0	64,6	68,8	41,6	59,3	98,3	185,2	1.738,7
1993	236,1	347,1	292,3	196,6	132,0	41,9	108,0	79,2	92,8	181,3	191,4	204,6	2.103,3
1994	345,0	360,9	407,0	286,8	166,5	195,2	99,9	78,2	52,9	55,1	207,1	208,6	2.463,2
1995	354,6	254,4	271,5	313,0	145,9	98,4	25,4	33,3	15,5	32,4	183,0	419,5	2.146,9
1996	241,8	184,7	264,4	304,4	129,9	103,3	125,1	56,8	39,8	71,7	280,3	83,2	1.885,4
1997	274,4	174,3	502,0	216,6	208,0	28,2	15,2	87,1	26,3	47,0	227,5	70,6	1.877,2
1998	185,2	121,7	267,7	155,7	264,9	88,0	63,7	29,1	78,2	146,7	173,6	57,9	1.632,4
1999	189,0	336,6	224,5	326,5	328,5	55,5	47,7	35,2	121,8	103,6	155,6	239,6	2.164,1
2000	262,7	405,6	404,7	256,3	235,9	123,3	131,6	91,6	176,3	177,7	83,4	37,4	2.386,5
2001	433,7	287,5	225,1	221,6	70,8	119,2	77,2	19,1	72,7	104,7	95,3	52,1	1.779,0
2002	180,2	256,6	271,6	295,8	150,0	100,0	28,2	49,6	47,2	81,0	92,7	170,7	1.723,6
2003	79,6	276,6	406,8	300,4	138,6	93,0	54,6	127,2	109,5	86,4	169,0	153,8	1.995,5
2004	278,2	510,9	494,9	110,6	142,5	91,6	14,5	63,3	110,0	133,5	55,9	58,5	2.064,4
2005	114,0	267,6	370,9	161,8	249,6	88,7	63,0	31,1	77,6	78,6	121,9	405,3	2.030,1
2006	205,7	334,0	349,2	328,9	261,1	71,9	61,0	26,9	34,2	235,9	135,9	62,0	2.106,7
2007	205,6	369,1	371,4	333,5	216,7	29,1	56,8	26,2	162,9	23,7	186,2	257,6	2.238,8
2008	287,2	239,3	492,5	214,6	204,1	144,4	81,5	75,2	95,9	41,4	262,4	179,3	2.317,8
2009	194,8	314,7	335,5	368,9	295,1	165,3	83,9	10,8	41,8	52,1	9,2	177,5	2.049,6
2010	155,9	349,7	186,0	494,7	145,1	98,7	93,7	6,6	54,4	201,5	144,6	238,3	2.169,2
2011	440,7	430,5	274,1	382,7	346,7	70,1	54,0	128,0	83,5	160,0	172,1	176,5	2.718,9
2012	348,4	323,7	340,0	201,7	223,1	92,2	77,3	73,8	71,0	176,3	218,0	127,2	2.272,7

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2013	234,6	338,8	372,5	236,8	223,5	136,2	75,0	58,6	120,6	10,6	-	-	-
Mínima	21,6	121,7	186,0	109,4	64,4	8,9	0,3	6,6	15,5	10,6	9,2	27,1	1.424,1
Média	234,0	300,0	317,7	259,4	200,5	98,4	69,5	57,1	86,1	99,0	142,3	190,3	2.050,7
Máxima	529,4	510,9	502,0	547,6	347,7	195,2	196,7	155,7	187,1	235,9	357,6	585,5	2.718,9

FONTES: Sistema de Informações Hidrológicas: Banco de Dados Hidrometeorológicos da ANA (Hidroweb), 2013.

No **Quadro 7.3.1.1.6.1/03** são apresentados os valores mínimos, máximos e médios mensais de precipitação e o número de dias de chuva compilados com base nesta série histórica consistida.

As **Figuras 7.3.1.1.6.1/02 e 7.3.1.1.6.1/03** ilustram os gráficos correspondentes aos dados apresentados no Quadro 7.3.1.1.6.1/03.

Quadro 7.3.1.1.6.1/03 – Precipitação Média Mensal – Estação Itaituba.

Mês	Precipitação Mínima Mensal (mm)	Precipitação	Precipitação Máxima Mensal (mm)	Número de Dias de Chuva
		Média Mensal (mm)		
Jan	21,6	234,0	529,4	18
Fev	121,7	300,0	510,9	20
Mar	186,0	317,7	502,0	21
Abr	109,4	259,4	547,6	20
Mai	64,4	200,5	347,7	19
Jun	8,9	98,4	195,2	13
Jul	0,3	69,5	196,7	10
Ago	6,6	57,1	155,7	9
Set	15,5	86,1	187,1	8
Out	10,6	99,0	235,9	9
Nov	9,2	142,3	357,6	10
Dez	27,1	190,3	585,5	13
Ano	0,3	2054,3	585,5	170

FONTES: Agência Nacional de Águas – ANA/Hidroweb (dados consistidos; totais mensais reais e estimados), 2013.

Verifica-se que a precipitação média anual de longo termo, obtida no período disponível de 1971 a 2013, foi de 2.050,7mm, sendo o ano de 2011 o mais chuvoso, com um total precipitado de 2.718,9mm, e o ano de 1976 o mais seco, com uma altura de precipitação de 1.424,1mm. A máxima precipitação mensal foi registrada em dezembro de 1985 com 585,5mm e a máxima chuva diária foi registrada em 30/10/1991, com um total precipitado de 164,2mm.

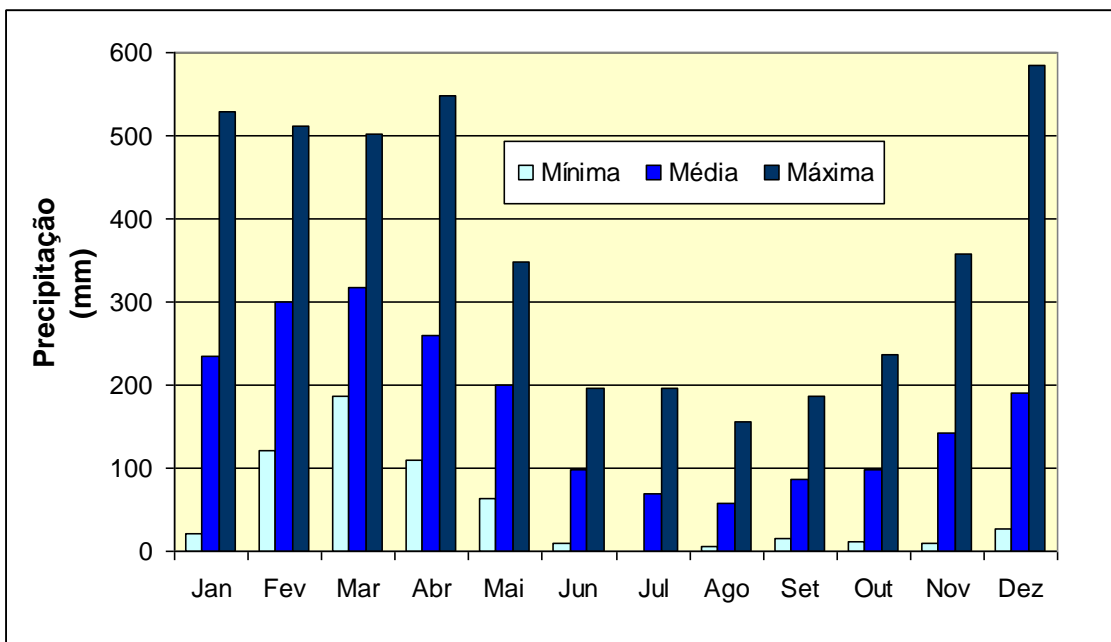


Figura 7.3.1.1.6.1/02 – Precipitação Mensal – Estação Itaituba.

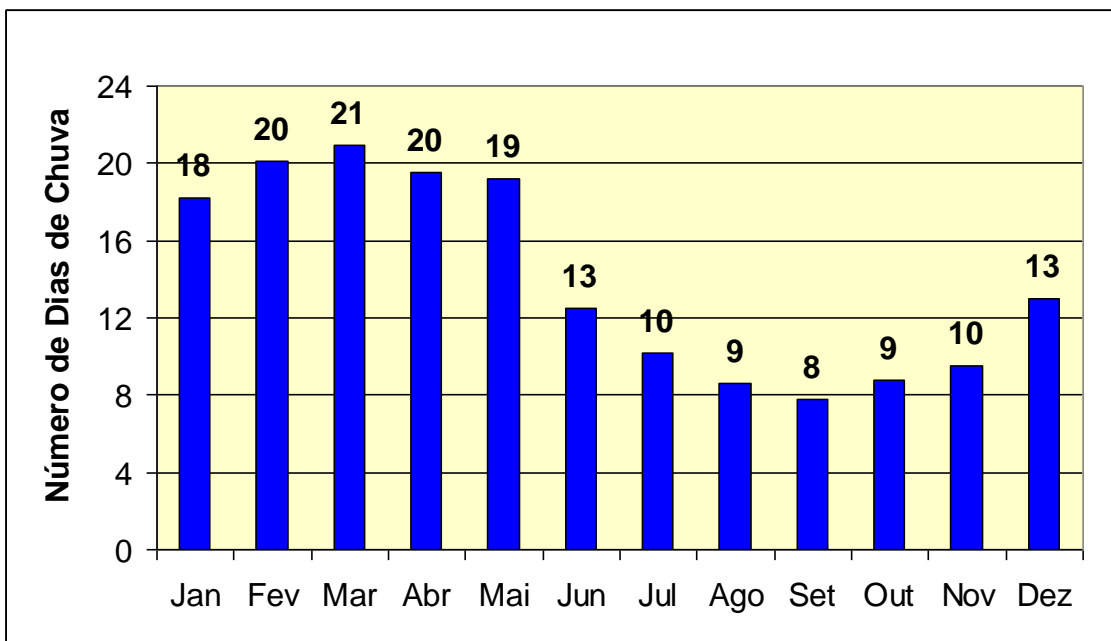


Figura 7.3.1.1.6.1/03 – Números de Dias de Chuva – Estação Itaituba.

7.3.1.1.6.2 Temperatura do Ar

Pela sua situação geográfica próxima a Linha do Equador e pelas suas fracas altitudes, a bacia se caracteriza por um clima mais quente, ocorrendo de setembro a dezembro, as temperaturas mais elevadas. Em contrapartida, nos meses mais frios, junho a agosto, dificilmente a temperatura fica abaixo dos 22°C. Em casos

particulares, como quando da invasão do ar polar continental, as mínimas absolutas podem chegar aos 8°C.

Verifica-se uma estreita relação entre a variação térmica e a latitude-altitude, havendo uma tendência das temperaturas diminuírem de jusante para montante da bacia, segundo o aumento da latitude e das cotas altimétricas. Este fato é constatado ao comparar os valores de temperaturas médias anuais registradas na estação de Itaituba (26,7°C) e na estação de Diamantino (25,2°C) localizada na região de cabeceiras dos formadores do Tapajós, conforme dados obtidos das Normais Climatológicas e apresentados no **Quadro 7.3.1.1.6.2/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.2/01 - Temperatura Média do Ar.

Estação	Temperatura Média (°C)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Belterra	24,7	24,5	24,5	24,7	24,5	24,4	24,2	27,7	25,3	25,8	25,7	25,3	25,1
Itaituba	26,2	25,8	26,2	26,4	26,5	26,4	26,4	27,0	27,5	27,8	27,5	26,8	26,7
Diamantino	24,0	27,0	24,3	27,7	24,4	25,4	24,5	24,7	25,3	24,5	25,0	25,5	25,2

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02.

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

No histograma apresentado na **Figura 7.3.1.1.6.2/01** é apresentado, de forma comparativa, o comportamento sazonal da temperatura média do ar registrada nas estações de Belterra, Itaituba e Diamantino. O valor mais reduzido de temperatura média do ar verificado na estação meteorológica de Belterra deve-se a maior altitude desta estação e que se aproxima da estação de Diamantino.

As temperaturas médias do ar na região apresentam também uma pequena variação sazonal, não se observando ao longo do ano médias mensais inferiores a 23°C. Maiores valores de temperatura são registrados normalmente de setembro a novembro, provocados pela reduzida cobertura de nuvens, alta incidência de radiação solar e baixa nebulosidade e intensidade dos ventos.

Entre os meses de janeiro e abril observa-se uma pequena redução nos valores da temperatura do ar em função dos fatores meteorológicos provocadores das precipitações que estão em plena atividade durante o período chuvoso.

Embora os fatores geográficos exerçam influência considerável sobre a temperatura, a radiação solar é um dos mais importantes parâmetros. Nos trópicos ela é tanto mais intensa quanto menor o ângulo de incidência dos raios solares, o que concorre para que as temperaturas médias anuais sejam tão elevadas.

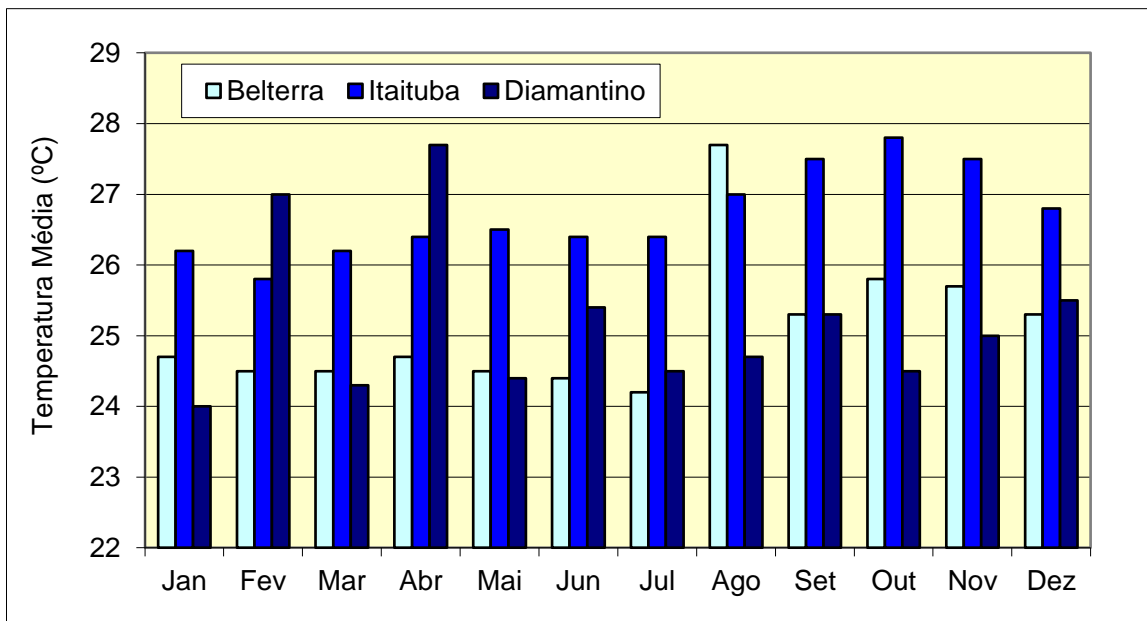


Figura 7.3.1.1.6.2/01 – Temperatura Média do Ar.

No **Quadro 7.3.1.1.6.2/02** são apresentados os valores das temperaturas mínima, média e máxima mensal registrada na estação meteorológica de Itaituba.

Quadro 7.3.1.1.6.2/02 – Temperatura Média do Ar na Estação Itaituba.

Mês	Temperatura Mínima Mensal (°C)	Temperatura Média Mensal (°C)	Temperatura Máxima Mensal (°C)
Jan	22,5	26,2	30,9
Fev	22,3	25,8	30,5
Mar	22,5	26,2	30,9
Abr	22,9	26,4	31,2
Mai	22,8	26,5	31,6
Jun	22,0	26,4	32,0
Jul	21,3	26,4	32,6
Ago	21,7	27,0	33,3
Set	22,4	27,5	33,6
Out	22,8	27,8	33,5
Nov	22,8	27,5	33,0
Dez	22,8	26,8	31,8
Ano	21,3	26,7	33,6

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

O padrão sazonal da temperatura média do ar indica um trimestre relativamente mais quente nos meses de setembro a novembro, com máximas geralmente incidindo em outubro, onde são registrados valores médios mensais de 27,8°C. As temperaturas mínimas geralmente são observadas no mês de fevereiro, com valores médios de

25,8°C. Considerando-se os valores apresentados, verifica-se ao longo do ano uma variação média mensal de temperatura de apenas 2,0°C.

Na **Figura 7.3.1.1.6.2/02** é apresentado o histograma das temperaturas mínima, média e máxima mensal do ar na estação Itaituba.

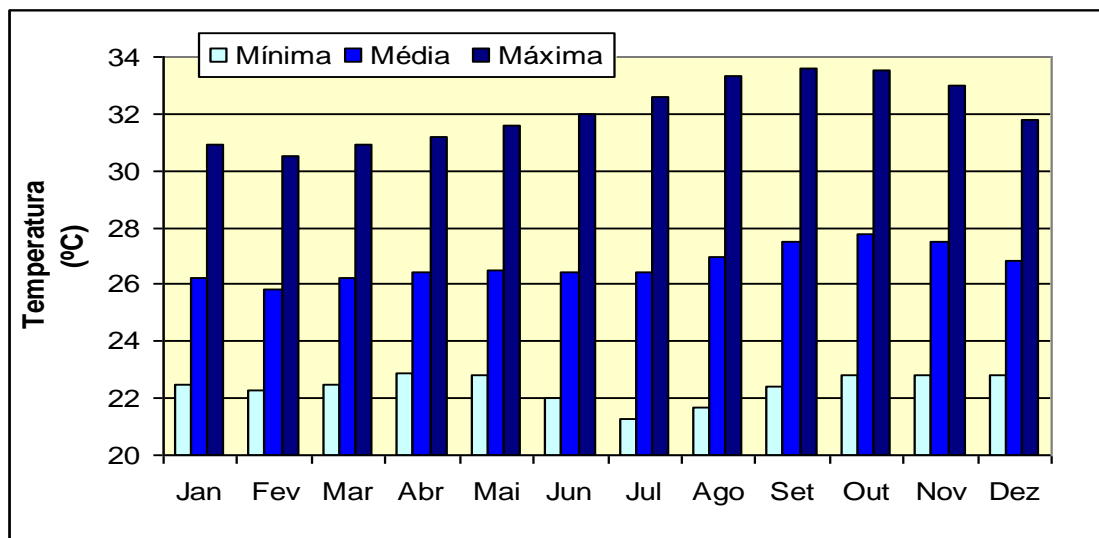


Figura 7.3.1.1.6.2/02 – Temperatura Mínima, Média e Máxima Mensal do Ar na Estação Itaituba.

7.3.1.1.6.3 Insolação

As oscilações da insolação, em horas médias mensais, observadas nas estações meteorológicas operadas pelo INMET são apresentadas no **Quadro 7.3.1.1.6.3/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.3/01 – Insolação Média Mensal.

Estação	Insolação Média Mensal (em horas e décimos)												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Belterra	158,2	122,	128,	127,	198,	188,	228,	251,	240,	232,	203,	179,	2.259
Itaituba	143,3	111,	133,	138,	171,	212,	244,	226,	192,	181,	173,	121,	2.050
Diamantino	147,3	142,	164,	187,	217,	223,	263,	218,	197,	189,	152,	137,	2.311

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02.

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

No contexto geral da bacia nota-se que a maior proximidade da Linha do Equador confere menor variação aos índices de insolação durante o ano, verificando-se uma redução da incidência da radiação direta sobre a superfície durante os meses de janeiro a março, visto que este período é o mais chuvoso do ano e, portanto, o de

maior nebulosidade. Acompanhando de forma inversa a sazonalidade das precipitações, observa-se a ocorrência de maiores índices de insolação média mensal nos meses de julho (na alta bacia) e agosto (na baixa bacia).

Na estação de Itaituba, o padrão sazonal da insolação média do ar indica um trimestre relativamente mais quente nos meses de junho a agosto, com máximas geralmente incidindo em julho, onde é registrado valor médio mensal de 244,4 horas de insolação. A insolação mínima é observada geralmente no período de dezembro a abril, sendo fevereiro com 111,3 horas, o mês onde são verificados os menores índices.

Na **Figura 7.3.1.1.6.3/01** é apresentado o histograma de insolação média mensal, registrado nas estações Belterra, Itaituba e Diamantino.

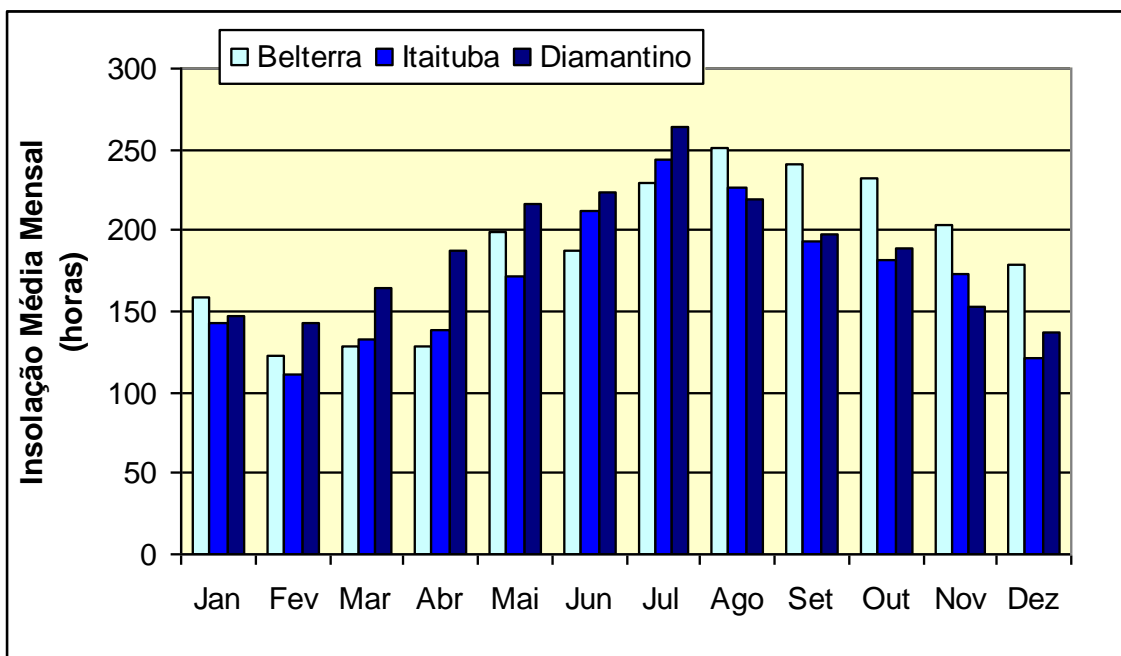


Figura 7.3.1.1.6.3/01 – Insolação Média Mensal nas Estações Belterra, Itaituba e Diamantino.

7.3.1.1.6.4 Umidade Relativa do Ar

Os valores da umidade relativa média mensal referentes às Normais Climatológicas são apresentadas no **Quadro 7.3.1.1.6.4/01**.

A umidade relativa apresenta um comportamento inverso ao observado para a temperatura do ar, tendo em vista que a umidade é inversamente proporcional à pressão de saturação de vapor, que por sua vez é diretamente proporcional à temperatura do ar.

Quadro 7.3.1.1.6.4/01 – Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Anual.

Estação	Umidade Relativa do Ar Média Mensal e Anual (%)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Belterra	90,0	92,0	92,0	92,0	93,0	92,0	90,0	88,0	87,0	86,0	85,0	87,0	90,0
Itaituba	88,0	91,0	91,0	91,0	91,0	89,0	88,0	85,0	84,0	83,0	84,0	88,0	88,0
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	73,2

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02.

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

No trecho inferior da bacia, a curva da umidade relativa cresce a partir de novembro até abril-maio, caindo entre julho e outubro. Em direção ao trecho superior da bacia, nota-se um claro aumento da amplitude anual da umidade relativa, devido à acentuada queda nos índices do período mais seco do ano.

A variabilidade da umidade relativa do ar na bacia pode ser verificada pela **Figura 7.3.1.1.6.4/01** que apresenta os histogramas médios mensais de umidade relativa do ar das estações Belterra, Itaituba e Diamantino.

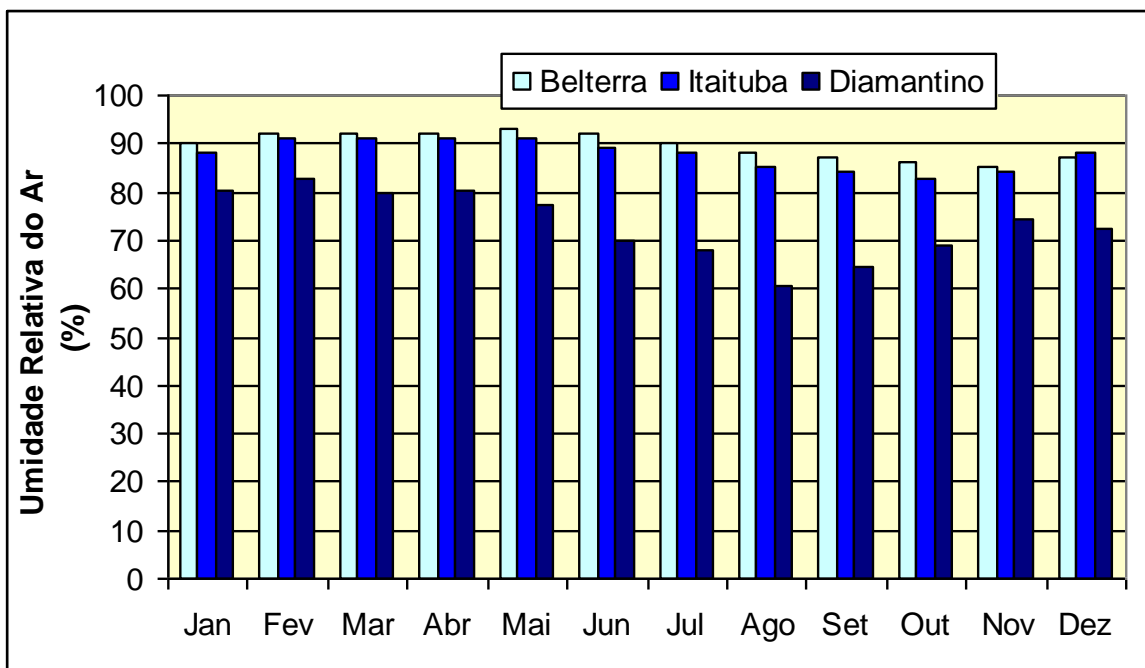


Figura 7.3.1.1.6.4/01 – Umidade Relativa Média do Ar nas Estações Belterra, Itaituba e Diamantino.

Na estação meteorológica de Diamantino, representativa das cabeceiras dos formadores do rio Tapajós, são verificados os menores valores da umidade relativa do ar, com valores médios anuais da ordem de 73,2%. Índices máximos de umidade

relativa do ar são registrados nos meses de janeiro a abril, onde fevereiro com 83% é o mês no qual geralmente ocorrem maiores valores médios. Os menores índices de umidade média mensal são observados no mês de agosto, ficando em torno de 60,7%.

Na estação meteorológica de Belterra são verificados os maiores índices mensais, com valores médios da ordem de 90%. O padrão sazonal assinala valores máximos de umidade relativa do ar nos meses de fevereiro a junho, sendo maio, com 93%, o mês onde geralmente são observadas as maiores taxas. Os menores índices de umidade média mensal são registrados no mês de novembro, com valores em torno de 85%. Verifica-se uma grande similaridade entre os padrões de umidade relativa do ar observado nas estações de Belterra e Itaituba.

7.3.1.1.6.5 Evaporação

Os valores de evaporação média mensal referentes às Normais Climatológicas são apresentados no **Quadro 7.3.1.1.6.5/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.5/01 – Evaporação Mensal.

Estação	Evaporação Mensal (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Belterra	77,9	57,2	60,3	53,2	52,7	59,6	72,8	88,6	100,0	118,1	118,5	100,6	959,5
Itaituba	69,8	42,6	61,1	53,1	55,4	62,9	76,2	97,2	110,6	104,7	93,8	72,8	900,2
Diamantino	64,3	59,7	64,7	73,4	89,9	120,7	146,7	180,5	140,1	111,8	91,2	70,8	1.213,8

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Os índices de evaporação tendem a ser maiores durante o período seco, condicionados as ocorrências de temperaturas médias do ar mais elevadas e menores taxas de umidade relativa do ar. Comportamento inverso é verificado durante o período de chuvoso, onde as taxas de evaporação se apresentam mais reduzidas.

Na região do baixo curso do rio Tapajós, o comportamento sazonal da evaporação indica a ocorrência de taxas relativamente mais elevadas no período de setembro a novembro e mínimas observadas geralmente de fevereiro a abril. No alto curso, as taxas mais elevadas de evaporação são registradas normalmente no trimestre de julho a setembro, ou seja, dois meses antes do observado nas porções do baixo curso.

Observa-se também uma pequena tendência de aumento das taxas de evaporação na medida em que se desloca em direção das cabeceiras da bacia.

Na **Figura 7.3.1.1.6.5/01** são apresentados os valores da evaporação média mensal observada nas estações meteorológicas de Belterra, Itaituba e Diamantino.

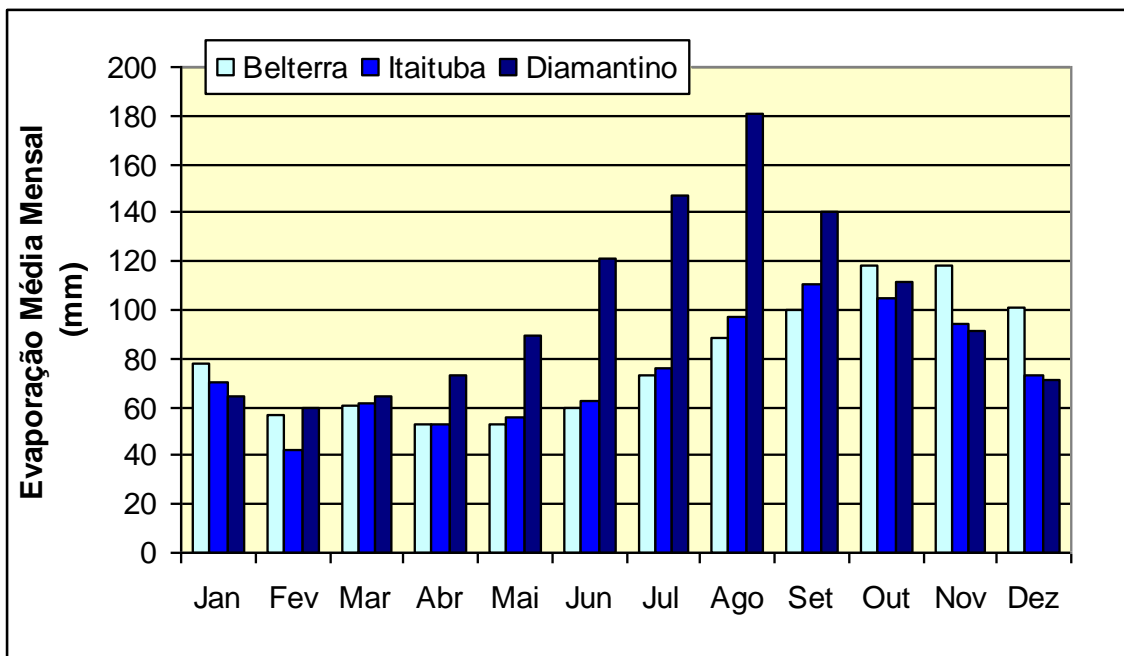


Figura 7.3.1.1.6.5/01 – Evaporação Média Mensal nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.

7.3.1.1.6.6 Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica média mensal, referente às Normais Climatológicas, é apresentada no **Quadro 7.3.1.1.6.6/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.6/01 – Pressão Atmosférica.

Estação	Pressão Atmosférica (hpa)												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Belterra	992	992	992	992	992	993	994	993	992	991	991	991	992
Itaituba	1.006	1.006	1.005	1.005	1.006	1.007	1.007	1.008	1.007	1.006	1.005	1.006	1.006
Diamantino	976	978	979	979	981	992	982	981	980	977	977	977	980

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Em toda a área da bacia a pressão segue uma variação anual semelhante, com seu valor mais alto geralmente no mês de julho, caindo a partir daí e, geralmente, chegando em novembro ao seu menor valor, quando as médias térmicas são mais elevadas. A pressão, em média, aumenta progressivamente do trecho superior ao

médio e inferior da bacia, enquanto a amplitude isobárica anual aumenta em sentido oposto.

Em Itaituba, os valores de pressão pouco variam em relação à média de 1.006,6hPa, com valores compreendidos entre 1.005,6hPa em março e 1008,0hPa em agosto, resultando uma amplitude máxima anual de 2,4hPa.

No trecho superior da bacia, na estação meteorológica de Diamantino, os limites de variação da pressão atmosférica atingem respectivamente 992,5hPa (em junho) e 976,6hPa (em janeiro), o que resulta uma amplitude de 15,9hPa.

Na **Figura 7.3.1.1.6.6/01** são apresentados os valores médios mensais da pressão atmosférica registrados nas estações meteorológicas de Belterra, Itaituba e Diamantino.

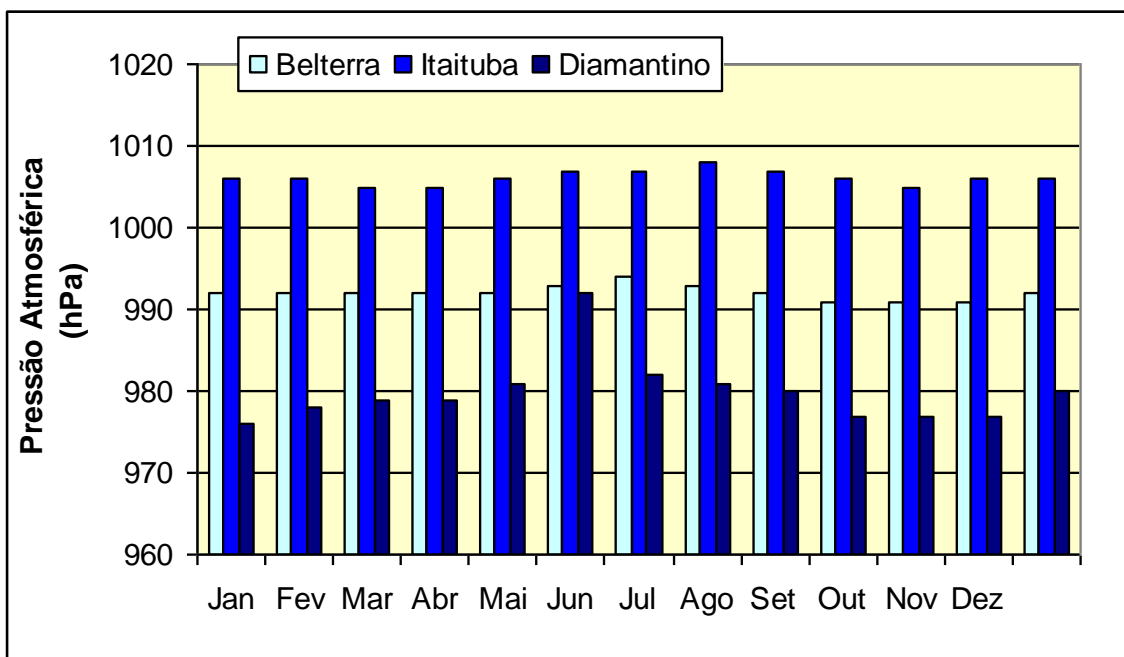


Figura 7.3.1.1.6.6/01 – Pressão Atmosférica nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.

7.3.1.1.6.7 Ventos

Os ventos apresentam variações de nordeste a leste, de acordo com o alíseo dominante, com velocidade média próxima de 0,73m/s.

Entre o verão e o outono, sob a atuação do sistema Equatorial Continental, os ventos dominantes são os de NE, variando, entre o inverno e a primavera, de SE a E, já sob o sistema Equatorial Atlântico.

Os **Quadros 7.3.1.1.6.7/01, 7.3.1.1.6.7/02 e 7.3.1.1.6.7/03** apresentam o comportamento sazonal das intensidades médias mensais e máximas do vento no período histórico observado para as estações de Itaituba, Belterra e Diamantino, enquanto as **Figuras 7.3.1.1.6.7/01, 7.3.1.1.6.7/02 e 7.3.1.1.6.7/03** retratam os correspondentes histogramas.

Quadro 7.3.1.1.6.7/01 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Itaituba.

Mês	Média Mensal		Máxima	
	Direção	Velocidade Média (m/s)	Média das Máximas Diárias (m/s)	Máxima Diária (m/s)
Jan	NE/E	0,76	3,89	8,00
Fev	NE/E	0,75	3,60	6,00
Mar	NE/E	0,71	3,80	8,00
Abr	NE/E	0,63	3,94	10,00
Mai	NE/E	0,55	4,28	14,00
Jun	NE/E	0,58	4,04	8,00
Jul	NE/E	0,69	3,83	8,00
Ago	NE/E	0,76	4,24	10,00
Set	NE/E	0,89	4,27	14,00
Out	NE/E	0,82	3,88	12,10
Nov	NE/E	0,84	3,91	10,00
Dez	NE/E	0,79	3,81	11,50
Média	-	0,73	3,96	14,00

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

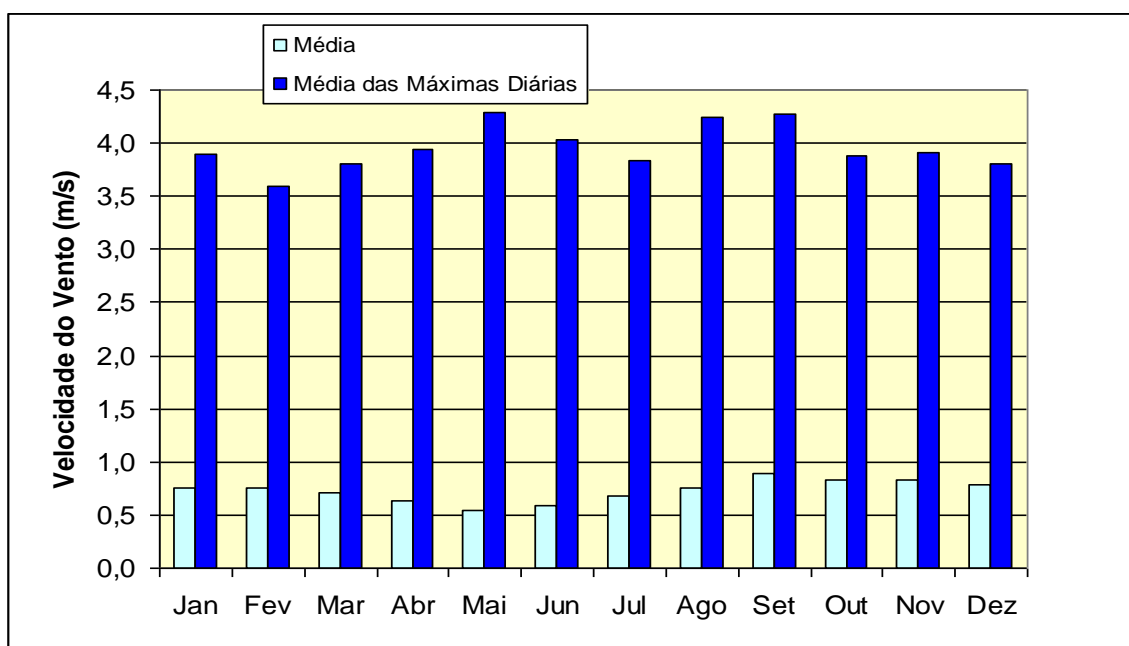
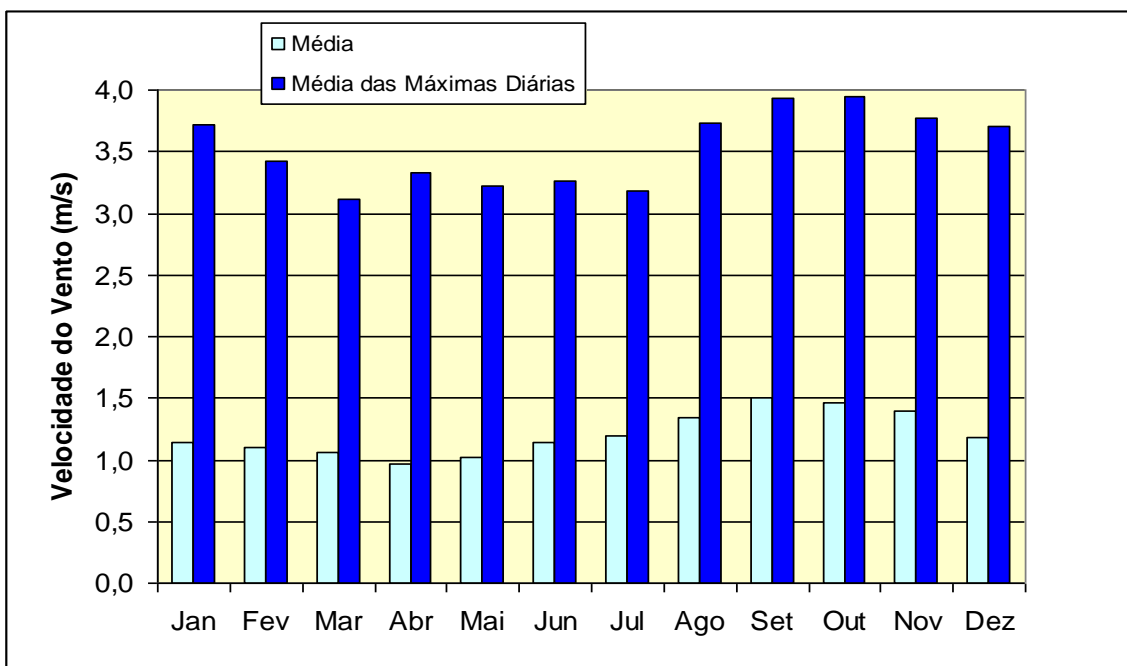


Figura 7.3.1.1.6.7/01 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Itaituba.

Quadro 7.3.1.1.6.7/02 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Belterra.

Mês	Média Mensal		Máxima	
	Direção	Velocidade Média (m/s)	Média das Máximas Diárias (m/s)	Máxima Diária (m/s)
Jan	SE/C	1,14	3,71	8,00
Fev	SE/C	1,10	3,42	8,00
Mar	SE/C	1,06	3,12	6,00
Abr	SE/C	0,96	3,33	6,00
Mai	SE/C	1,02	3,22	5,00
Jun	SE/C	1,14	3,26	7,00
Jul	SE/C	1,19	3,18	6,00
Ago	SE/C	1,35	3,73	10,00
Set	SE/C	1,50	3,93	8,00
Out	SE/C	1,46	3,95	14,00
Nov	SE/C	1,40	3,78	10,00
Dez	SE/C	1,19	3,70	10,00
Média	-	1,21	3,53	14,00

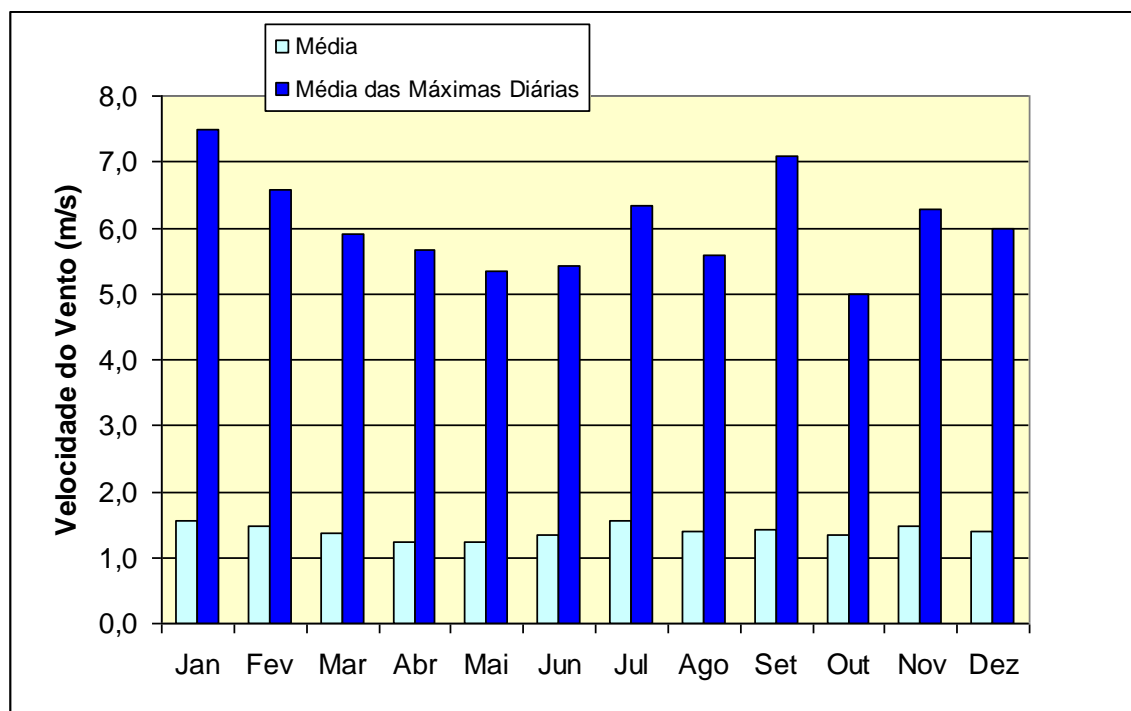
FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. C = Calmaria.


Figura 7.3.1.1.6.7/02 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Belterra.

Quadro 7.3.1.1.6.7/03 – Direção e Velocidade do Vento na Estação Meteorológica Diamantino.

Mês	Média Mensal		Máxima	
	Direção	Velocidade Média (m/s)	Média das Máximas Diárias (m/s)	Máxima Diária (m/s)
JAN	C/N	1,57	7,50	10,00
FEV	C/N	1,47	6,58	9,00
MAR	C/N	1,38	5,92	9,00
ABR	C/N	1,23	5,67	9,00
MAI	C/NE	1,24	5,33	7,00
JUN	C/N	1,34	5,42	9,00
JUL	C/N	1,56	6,33	10,00
AGO	C/N	1,40	5,58	9,00
SET	C/N	1,42	7,08	9,00
OUT	C/N	1,35	5,00	9,00
NOV	C/N	1,47	6,27	9,00
DEZ	C/N	1,41	6,00	12,00
Média Anual	-	1,40	6,06	12,00

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. C = Calmaria.


Figura 7.3.1.1.6.7/03 – Velocidade Máxima do Vento na Estação Meteorológica Diamantino.

7.3.1.1.6.8 Nebulosidade

Os valores de nebulosidade médios mensais referentes as Normais Climatológicas são apresentados no **Quadro 7.3.1.1.6.8/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.8/01 – Nebulosidade Média Mensal.

Estação	Nebulosidade Média Mensal (0-10)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Belterra	6,9	7,5	7,4	7,1	6,8	6,1	5,4	4,8	4,9	5,2	5,4	6,2	6,1
Itaituba	8,5	7,8	7,6	7,4	7,1	6,3	5,6	5,6	6,1	6,6	6,8	7,2	6,8
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

Observação: Para os períodos de observação verificar os Quadros 7.3.1.1.1/01 e 02

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

A nebulosidade é representada por um número referente à décima parte da abóbada celeste, encoberta por todas as nuvens existentes no céu no momento da observação. A nebulosidade total é a fração da abóbada celeste oculta pelo conjunto das nuvens visíveis, obtida a partir dos registros das observações meteorológicas dos tipos de nuvens: nuvens baixas (CL), nuvens médias (CM) e nuvens altas (CH), classificadas por meios dos algarismos de 0 a 10.

Os maiores valores de nebulosidade são verificados normalmente na estação meteorológica de Itaituba com registros médios anuais de 6,8. O comportamento sazonal apresenta um padrão similar ao observado para o regime de precipitação, com um trimestre compreendido de janeiro a março, onde a cobertura de nuvens ocorre de maneira mais intensa, com máxima de 8,5 registrada geralmente no mês de janeiro. Já nos meses de julho e agosto, durante o período de estiagem, os valores de nebulosidade se reduzem a 5,6.

Na **Figura 7.3.1.1.6.8/01** é apresentada a variação da nebulosidade média mensal das estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.

7.3.1.1.6.9 Balanço Hídrico

O conhecimento do regime pluviométrico e das variações de temperatura em uma região não caracteriza definitivamente o seu clima. É preciso conhecer também a relação existente entre os níveis de excedentes hídricos (quantidade de água que permanece retida no solo e disponível para a manutenção da vegetação turgesciente) e as deficiências hídricas, ou seja, o balanço hídrico da região.

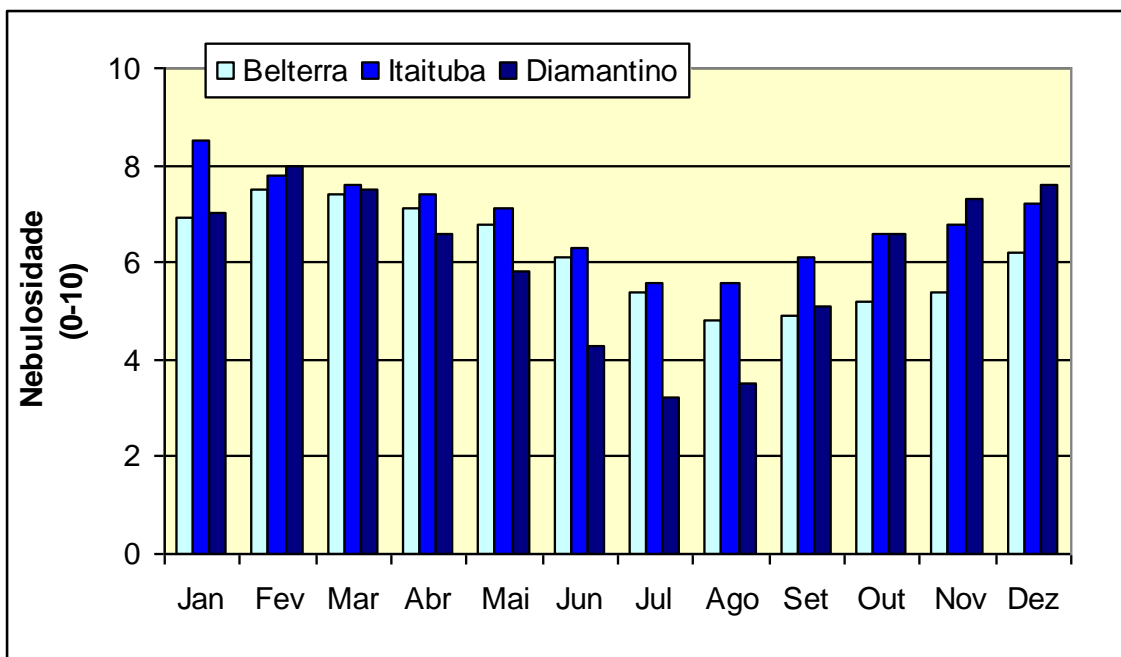


Figura 7.3.1.1.6.8/01 – Nebulosidade Média Mensal nas Estações de Belterra, Itaituba e Diamantino.

THORNTHWAITE (1948), baseado numa equação empírica, derivada da correlação de dados de evapotranspiração medida em evapotranspirômetros, e a partir dos dados da temperatura média diária, relacionados à duração do dia, desenvolveu uma metodologia de caracterização climática segundo os índices hídricos anuais.

Nesta avaliação utilizou-se o método proposto por THORNTHWAITE e MATHER (1955), considerando o solo como um reservatório capaz de armazenar 100mm de água, entre capacidade de campo e o ponto de murchamento. O limite de 100mm situa-se na faixa entre 75mm e 200mm, adotados para a vegetação em culturas agrícolas.

Nos **Quadros 7.3.1.1.6.9/01 a 7.3.1.1.6.9/03** são apresentados os cálculos do balanço hídrico das estações consideradas, tendo por base os dados mensais de precipitação e da temperatura média do ar apuradas no período comum de dados. Para o entendimento do processo, apresenta-se a seguir os termos considerados nos Quadros 7.3.1.1.6.9/01 a 7.3.1.1.6.9/03:

- Temp: Temperatura Média do Ar em °C;
- ETP: Evapotranspiração Potencial em mm;
- Chuva: Precipitação em mm;
- Saldo: Diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial em mm;

- ARM: Armazenamento da água no solo em mm, que é limitado a capacidade de campo de 100mm;
- ETR: Evapotranspiração Real em mm;
- DEF: Diferença entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real em mm;
- EXC: Representa o superávit hídrico acima da capacidade de campo, visto que esta é quantidade máxima de água que a camada de solo pode reter.

Quadro 7.3.1.1.6.9/01 – Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Belterra.

Mês	Temp. (°C)	ETP (mm)	Chuva (mm)	Saldo (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,7	104,0	183,5	79,6	100,0	104,0	0,0	79,6
Fev	24,5	94,1	258,3	164,3	100,0	94,1	0,0	164,3
Mar	24,5	103,0	302,8	199,8	100,0	103,0	0,0	199,8
Abr	24,7	99,0	283,4	184,4	100,0	99,0	0,0	184,4
Mai	24,5	102,0	264,5	162,5	100,0	102,0	0,0	162,5
Jun	24,4	93,0	125,7	32,7	100,0	93,0	0,0	32,7
Jul	24,2	95,8	93,5	-2,3	97,7	95,8	0,0	0,0
Ago	27,7	134,2	52,4	-81,8	16,0	134,2	0,0	0,0
Set	25,3	105,0	41,8	-63,2	0,0	57,8	47,3	0,0
Out	25,8	118,6	47,6	-71,0	0,0	47,6	71,0	0,0
Nov	25,7	230,3	77,3	-153,0	0,0	77,3	153,0	0,0
Dez	25,3	110,3	180,4	70,2	70,2	110,3	0,0	70,2
ANO	25,1	1389,0	1911,2	522,2	-	1117,8	271,2	893,4

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Quadro 7.3.1.1.6.9/02 – Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Itaituba.

Mês	Temp. (°C)	ETP (mm)	Chuva (mm)	Saldo (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,2	139,9	206,4	66,5	100,0	139,9	0,0	66,5
Fev	25,8	119,7	292,2	172,5	100,0	119,7	0,0	172,5
Mar	26,2	137,3	276,1	138,8	100,0	137,3	0,0	138,8
Abr	26,4	132,0	231,8	99,8	100,0	132,0	0,0	99,8
Mai	26,5	136,0	188,8	52,8	100,0	136,0	0,0	52,8
Jun	26,4	130,7	109,6	-21,1	78,9	130,7	0,0	0,0
Jul	26,4	136,0	67,3	-68,7	10,2	136,0	0,0	0,0
Ago	27,0	136,0	92,4	-43,6	0,0	102,6	33,4	0,0
Set	27,5	132,0	74,8	-57,2	0,0	74,8	57,2	0,0
Out	27,8	138,6	82,6	-56,0	0,0	82,6	56,0	0,0
Nov	27,5	134,6	128,1	-6,5	0,0	128,1	6,5	0,0
Dez	26,8	139,9	199,7	59,8	59,8	139,9	0,0	0,0
ANO	26,7	1612,7	1949,8	337,1	-	1459,6	153,1	530,4

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Quadro 7.3.1.1.6.9/03 - Balanço Hídrico – Estação Meteorológica de Diamantino.

Mês	Temp. (°C)	ETP (mm)	Chuva (mm)	Saldo (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,0	109,9	268,1	158,2	100,0	109,9	0,0	158,2
Fev	23,8	94,1	235,5	141,4	100,0	94,1	0,0	141,4
Mar	24,3	104,0	203,4	99,5	100,0	104,0	0,0	99,5
Abr	24,3	97,0	137,8	40,8	100,0	97,0	0,0	40,8
Mai	24,4	98,0	55,5	-42,5	57,5	98,0	0,0	0,0
Jun	25,4	107,2	9,5	-97,7	0,0	67,0	40,2	0,0
Jul	24,5	102,9	6,9	-96,0	0,0	6,9	96,0	0,0
Ago	24,7	105,0	27,3	-77,7	0,0	27,3	77,7	0,0
Set	25,3	114,0	72,2	-41,8	0,0	72,2	41,8	0,0
Out	24,5	112,4	151,0	38,7	38,7	112,4	0,0	0,0
Nov	25,5	128,4	204,5	76,1	100,0	128,4	0,0	76,1
Dez	25,5	134,4	248,0	113,6	100,0	134,4	0,0	113,6
ANO	24,7	1307,2	1619,7	312,5		1051,5	255,7	629,6

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

O maior déficit hídrico é verificado na estação de Belterra com 271,2mm anual, reduzindo para 153,1mm na estação de Itaituba. Na estação de Diamantino este índice volta a crescer em função principalmente dos valores mais reduzidos de precipitação.

O maior excedente hídrico é verificado na estação de Belterra com total anual de 893,4mm. O menor excedente hídrico de 530,4mm é registrado na estação de Itaituba em função do índice relativamente mais elevado de evapotranspiração.

7.3.1.1.6.10 Nível Ceráunico

Com uma incidência anual de cerca de 50 milhões de raios, o Brasil é o país onde se contabiliza a maior ocorrência deste fenômeno, haja vista as características de clima tropical quente e com maior incidência de tempestades. Aliado a estes fatores citam-se também as dimensões do território nacional e a ausência de grandes elevações no relevo.

Os dados relativos aos níveis ceráunicos não abrangem todo o território nacional. A Rede Brasileira de Detecção Atmosférica (BrasilDat) operada pelo INPE, cobre com precisão nove estados englobando mais de 3 mil municípios, grande parte situados na região sudeste.

- **Descargas Atmosféricas**

De todos os tipos de descarga, a intranuvem é a mais frequente, em parte porque a capacidade isolante do ar diminui com a altura, em função da diminuição da densidade do ar, e em parte porque as regiões de cargas opostas, dentro da nuvem, estão mais próximas em comparação aos outros relâmpagos. Globalmente, elas representam cerca de 70% do número total de descargas.

Ao longo dos anos, várias teorias foram desenvolvidas para explicar o fenômeno dos raios. Atualmente tem-se que a fricção entre as partículas de água e gelo que formam as nuvens, provocadas pelos ventos ascendentes, de forte intensidade, dão origem a uma grande quantidade de cargas elétricas. Verifica-se experimentalmente que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto que as cargas negativas se encontram na parte inferior, induzindo, conseqüentemente, uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem. Desta forma, a concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial que se denomina gradiente de tensão entre a nuvem e a terra. No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, comparada com outros agentes ambientais. O aumento desta diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, ao atingir o valor que supere a rigidez dielétrica do ar, interposto entre a nuvem e a terra, faz com que as cargas elétricas negativas migrem na direção da terra, um trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações originando os relâmpagos.

A maior parte dos relâmpagos está associada a uma nuvem particular, denominada de nuvem cumulonimbus, que difere das outras nuvens por apresentar considerável desenvolvimento vertical sobre uma determinada área. Os relâmpagos também podem ter origem nas nuvens do tipo convectivas, que podem estar eletrificadas o suficiente para que uma descarga seja induzida.

Durante a fase de desenvolvimento, a nuvem chamada de Cumulus, apresenta uma coloração branca e base posicionada próximo a 1km de altura. Nesse estágio a temperatura interna da célula de tempestade é mais elevada, favorecendo as correntes ascendentes que transportam gotículas d'água, cristais de gelo e granizo, que são os principais responsáveis pela geração das cargas nas nuvens, segundo as teorias mais aceitas.

No estágio maduro de desenvolvimento da nuvem, o diâmetro da tempestade unicelular é da ordem de 10km e o seu topo situa-se entre 8 e 18km de altura. Devido à ação dos ventos, a região do topo pode se estender horizontalmente fazendo com que a nuvem assemelhe-se a uma bigorna cuja ponta indica a direção do vento. As gotículas de água e os cristais de gelo e granizo se avolumam aumentando de massa

e, devido a não sustentação, precipitam-se arrastando consigo o ar para baixo provocando correntes descendentes, enquanto que as correntes ascendentes concentram-se na região central da nuvem.

Nesse estágio, os movimentos ascendentes e descendentes podem atingir velocidades da ordem de 100km/h (PINTO JR. e PINTO, 2000). Com o aumento da massa, parte das gotas de água, cristais de gelo e granizo já não são mais arrastados para cima pelas correntes de ar, provocando, com isso, o início da chuva na base da nuvem. É nessa fase que a maioria das chuvas, relâmpagos, granizo e ventos ocorrem.

- **Índice Ceráunico**

O parâmetro normalmente usado em todo o mundo para informações sobre relâmpagos é o número de dias de tempestade, ou índice ceráunico, tabulado pela Organização Meteorológica Mundial-OMM. Um dia de tempestade é definido como o dia calendário no qual um trovão é ouvido.

Existem limitações relacionadas ao uso das informações dos dias de tempestade em todas as áreas monitoradas, quando se deseja saber o número de relâmpagos ocorrido. Trovões raramente são ouvidos a distâncias que excedam 25km do canal do relâmpago (GABRIELSON, 1983; UMAN, 1987; PINTO JR. e PINTO, 2000) e o limite médio de audibilidade prático parece ser de aproximadamente 15km (GABRIELSON, 1983; PINTO JR. e PINTO, 2000). O problema, portanto, é que, exceto para áreas densamente povoadas, irão ocorrer trovões que não serão ouvidos por pessoa alguma.

Um segundo problema com as informações do índice ceráunico é que elas não contêm informações sobre a intensidade ou duração de uma tempestade, ou se uma ou várias descargas ocorreram.

- **Densidade de Descargas**

O número de descargas atmosféricas para o solo é determinado através de instrumentos que registram automaticamente as ocorrências de descargas para a terra numa certa área, determinada pela sensibilidade do aparelho em responder as rápidas variações no campo elétrico produzidas pela corrente de retorno. No Brasil utiliza-se, entre outros, o contador do tipo CIGRÉ 10kHz (RSA-10), que tem as seguintes características:

- Registra descargas atmosféricas ocorridas em uma área no entorno do ponto de medida; e

- O número registrado corresponde a todas as descargas atmosféricas para o solo acrescido de uma pequena parcela de descargas nuvem-nuvem.

A densidade de descargas atmosféricas para o solo por km² por ano é obtida a partir dos dados do contador através da seguinte equação:

$$N_g = \frac{K * Y_g}{\pi * R_g^2}$$

Onde:

N_g - densidade de descargas atmosféricas para o solo por km²;

K - número registrado pelo contador;

Y_g - fator de correção para excluir as descargas nuvem-nuvem; e

R_g - raio do círculo da área de abrangência do instrumento.

Exaustivos estudos conduzidos na África do Sul com este tipo de contador concluíram que sua área de abrangência é formada por um círculo com 20 km de raio e que, do total de descargas atmosféricas registradas no aparelho, 95% são do tipo nuvem-solo e 5% do tipo nuvem-nuvem.

Sendo assim, para o contador CIGRÉ 10 kHz, a densidade de descargas atmosféricas é dada pela fórmula:

$$N_g = \frac{K}{1320} \text{ descargas para o solo/km}^2$$

As densidades de descargas atmosféricas nas estações do CEPEL/ELETROBRÁS mais próximas da região estudada estão indicadas no **Quadro 7.3.1.1.6.10/01**.

Quadro 7.3.1.1.6.10/01 – Densidade de Descargas Atmosféricas.

Estação	UF	Responsável	Número de anos	Descargas/km ² /ano	
				Média	Máxima
Couto	MT	Cepel	12	4,41	7,10
Cuiabá	MT	Cepel	13	3,97	7,82
Rondonópolis	MT	Cepel	13	4,93	6,61
Sinop	MT	Cepel	7	5,34	6,66
Bodoquena	MS	Cepel	9	4,24	6,26
Campo Grande	MS	Cepel	10	3,50	5,20
Itaquiraí	MS	Cepel	5	5,61	11,60
Mimoso	MS	Cepel	10	4,22	6,44
Pedro Gomes	MS	Cepel	7	3,85	4,29
Porto Velho	RO	Cepel	13	4,60	9,80

FONTE: CEPEL/ELETROBRÁS, 2009.

- **Incidência de Raios na Amazônia**

A maior incidência de raios no Brasil se encontra na região Amazônica. Os resultados das pesquisas comprovaram que descargas elétricas na região amazônica têm características específicas. No leste da Amazônia, a Rede de Detecção de Raios-RDR-SIPAM tem detectado, em áreas onde sua eficiência de cobertura é boa, cerca de 20 raios por km² ao ano. Mesmo considerando a metade dessa densidade de ocorrências, incidiriam aproximadamente 12,5 milhões de raios no Pará, a cada ano. Este dado coloca o Estado no patamar idêntico ao das áreas montanhosas de Minas Gerais, ao das florestas do Congo, na África, e ao dos países do sudeste asiático.

Segundo José Ricardo (FAMET/UFGA), os resultados são fáceis de serem entendidos, ao considerarmos a premissa de que quanto mais nuvens, mais raios haverá. Como a faixa equatorial tem mais nebulosidade do que outras áreas do planeta, a incidência de raios no país é muito maior, a exemplo do que ocorre na região amazônica que se encontra praticamente na faixa equatorial.

Os estudos também indicam que não é só na quantidade que os raios "amazônicos" se diferenciam. A intensidade deles também é peculiar. De acordo com as pesquisas, eles seriam mais potentes.

Quanto mais alta a nuvem, mais desenvolvida e energizada ela será. Nos trópicos, a altura das nuvens é muito mais elevada que nos polos terrestres. Na Amazônia, elas podem passar de 20km de altura, já as nuvens mais altas dos polos vão até 12km de altitude. A nebulosidade amazônica é mais densa condicionando a geração de raios com características particulares.

Duas características importantes têm sido observadas e são objetos de trabalhos publicados pelos pesquisadores. A primeira é a proporção de superdescargas na região, nas quais a corrente de pico excede 100kA. Os dados mostram que o leste da Amazônia apresenta cerca de 8% de descargas acima desse referencial. Nos Estados Unidos e no Canadá, raios de mesma intensidade representam 2,4% e 0,5% dos totais observados, respectivamente.

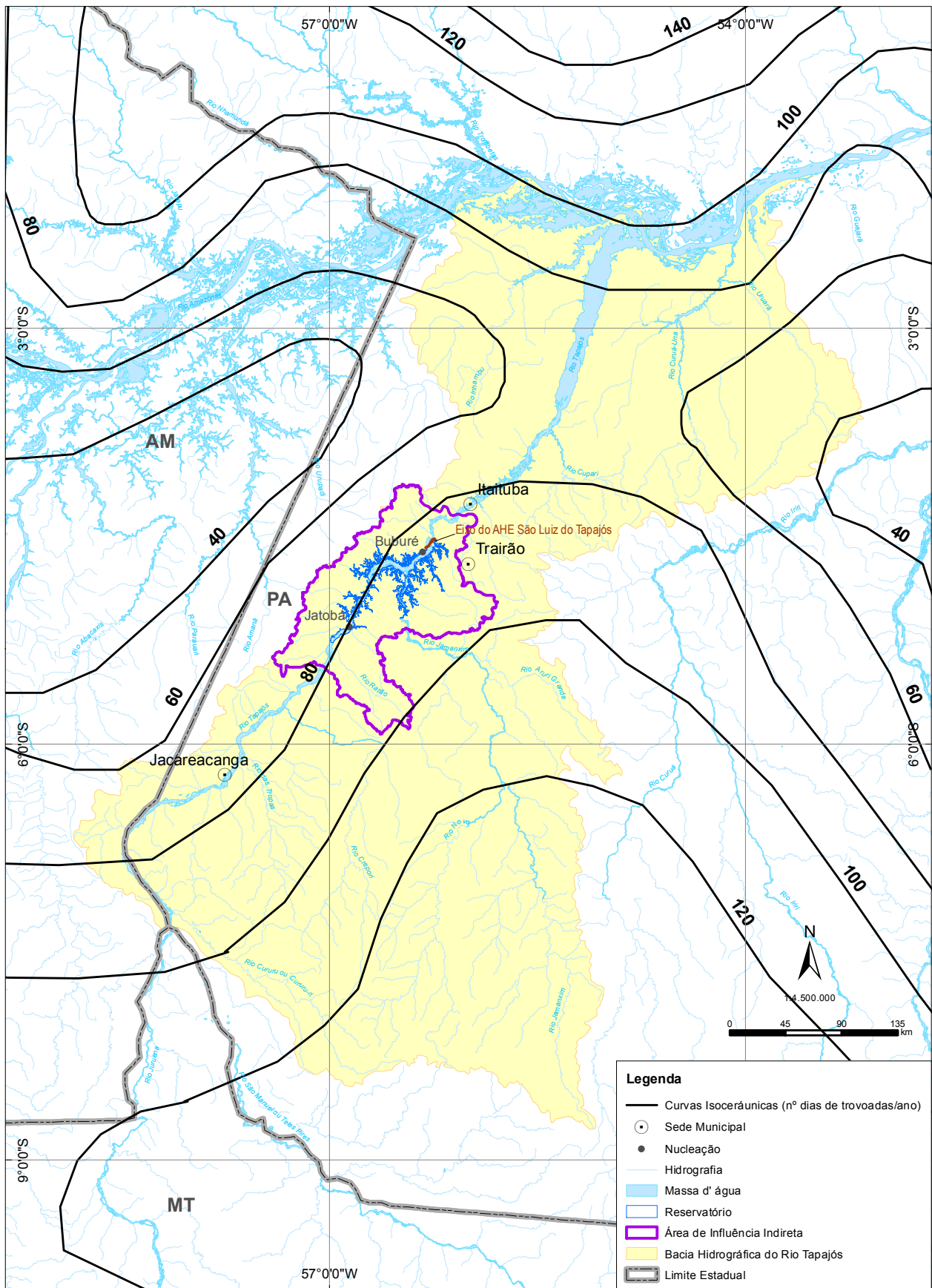
A segunda característica destacada é a ocorrência de raios positivos na região. Na Amazônia, incidem aproximadamente 24% de raios com polaridade positiva, enquanto, em termos mundiais, descargas elétricas com essa polaridade representam cerca de 15%. Vale ressaltar que raios positivos são considerados mais potentes e danosos, pois apresentam canais verticais mais longos para atingir a superfície.

- **Incidência de Raios na Região dos Estudos**

Na **Figura 7.3.1.1.6.10/01** é apresentada a configuração dos níveis isoceráunicos na região da bacia do rio Tapajós, o que permite aferir o grau de magnitude da incidência de raios nesta região da bacia amazônica.

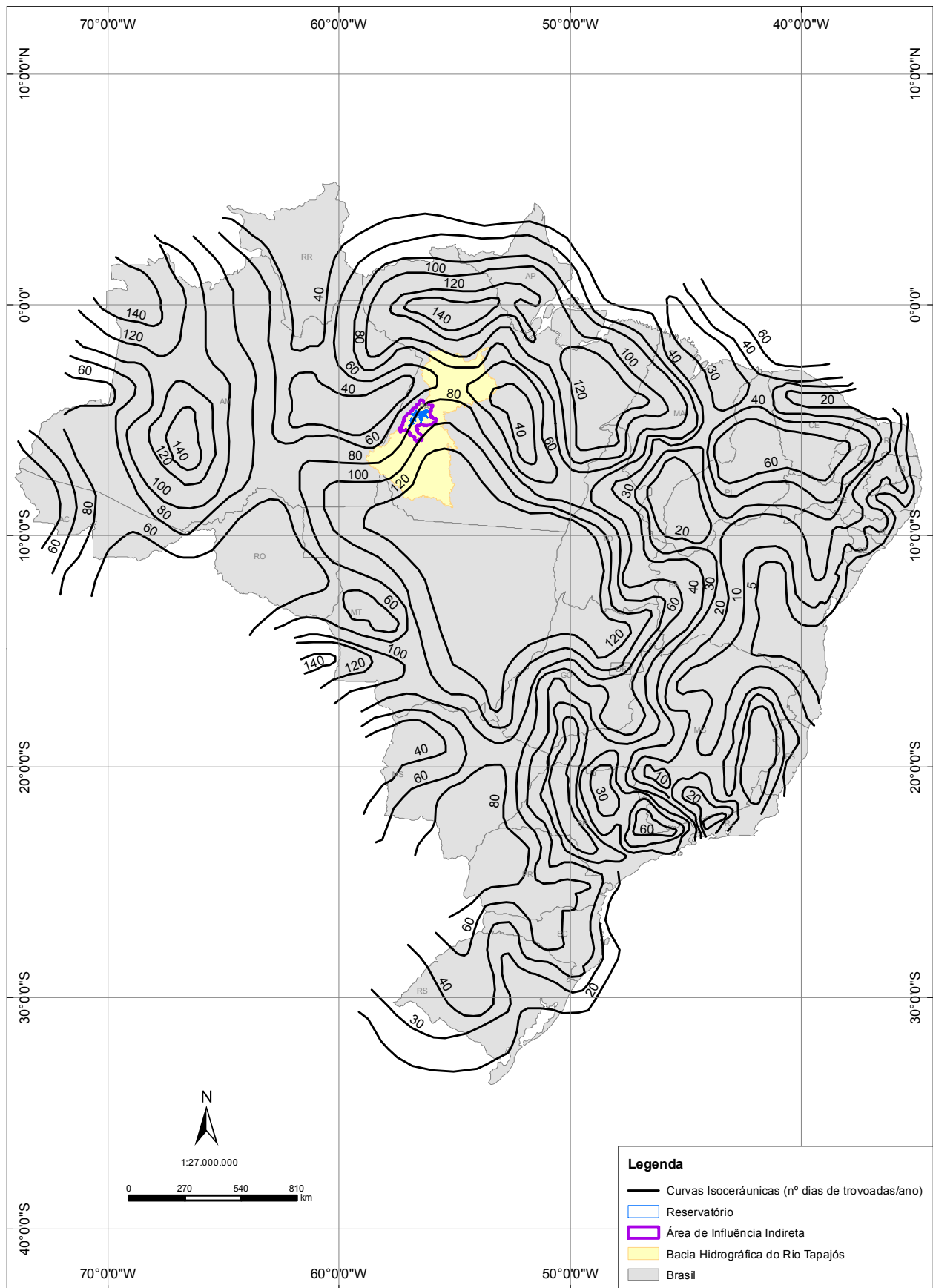
A região da All situa-se entre as linhas isoceráunicas de 60 e 100 trovoadas por ano estando o reservatório alinhado com curva de 80 trovoadas por ano em parte da extensão mais a montante da All.

Ao comparar com as demais regiões do território nacional, conforme apresentado na **Figura 7.3.1.1.6.10/02**, verifica-se a ocorrência de níveis isoceráunicos sensivelmente mais elevados e centrados na região amazônica, mais especificamente nas porções mais ao norte e a oeste da região dos estudos, onde são observados índices de até 140 trovoadas por ano.



Fonte: NBR 5419/2005

Figura 7.3.1.1.6.10/01 - Curvas Isocerànicas



Fonte: NBR 5419/2005

Figura 7.3.1.1.6.10/02 - Curvas Isocerànicas no Brasil

7.3.1.1.6.11 Considerações Sobre a Emissão de Gases Estufa

O clima do planeta pode ser representado ao longo do tempo por variações cíclicas que alternam períodos mais quentes e períodos mais frios, fazendo parte da evolução natural, sendo influenciados inicialmente por fatores naturais como erupções vulcânicas e ciclos biológicos. Porém a partir do século XVIII (revolução industrial e estabelecimento das sociedades de consumo) as variações parecem estar mais relacionadas com fatores antrópicos e não mais com fenômenos naturais (LEMOS *et al.* 2010).

As principais atividades humanas impactantes estão relacionadas com a queima de combustíveis fósseis, atividades industriais, atividades agropastoris, desmatamentos e queimadas, que liberam quantidades significativas de gases de efeito estufa, ocasionando a elevação na média da temperatura global (LEMOS *et al.* 2010; IPCC, 2007).

Os principais gases de efeito estufa liberados por processos tanto naturais quanto antropogênicos são:

- Dióxido de Carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido Nitroso (N₂O); e
- Organofluorados como os clorofluorcarbonos (CFCs).

Com exceção dos organofluorados, os demais gases fazem parte de ciclos biogeoquímicos naturais, sendo o ciclo do carbono um dos mais importantes.

O ciclo do carbono pode ser subdividido em vários ciclos simples: fotossíntese e incorporação de carbono em rochas e minerais, que fixam o carbono retirando-o da atmosfera e respiração; decomposição e combustão, que liberam carbono para a atmosfera, contribuindo positivamente para o efeito estufa (SANTOS, 2006).

Conforme dados do IPCC (2007), a concentração de CO₂ aumentou de 280ppm, período anterior à revolução industrial, para mais de 377ppm, representando em 2004, 77% das emissões antropogênicas. Aproximadamente 70% do estoque de CO₂ resultam da queima de combustíveis fósseis e os 30% restantes resultam de mudanças no uso do solo (desmatamentos e queimadas). Países do hemisfério norte são responsáveis pela maior parte de CO₂ acumulado na atmosfera ao longo dos últimos 100 anos. Contudo as emissões de CO₂ dos países do hemisfério sul vêm

crescendo, associadas principalmente ao desmatamento e queimadas, os estudos apontam que irão se igualar as do hemisfério norte até 2035.

Para o Brasil, as principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) são a queima de combustível fóssil para transporte, indústria e atividades agropecuárias que geram intensa degradação das paisagens naturais por meio do desmatamento e das queimadas, sendo que estes possuem maior contribuição para o aumento do efeito estufa. Pois ao mesmo tempo em que deplecionam a capacidade do meio em absorver o CO₂ da atmosfera, liberam CO₂ armazenado na vegetação e no solo. O país representa cerca de 3% das emissões de GEE globais (CARDOSO & NOGUEIRA, 2009).

A matriz energética brasileira era tida como uma produção de energia limpa, de pouca contribuição para a liberação de GEE, uma vez que a base da geração é por hidrelétricas, diferente das matrizes com base em produção termoelétrica, onde a queima de combustível produz elevados níveis de CO₂. Porém, na década de 90 surgiram questionamentos sobre a real contribuição dos reservatórios na emissão de GEE e sua consequente contribuição para o aumento do efeito estufa (SANTOS *et al.* 2008, DAMAZIO *et al.* 2011).

Ainda na década de 90, diversos estudos para reservatórios brasileiros foram realizados, e apontaram a existência de emissões consideráveis de GEE, com estimativa de que estas possam ser mantidas a longo prazo pelos reservatórios, variando de magnitude ao longo do tempo (DAMAZIO *et al.* 2011). Porém a complexidade do processo e das vias de liberação de GEE para a atmosfera é grande, fato que dificulta a adequada previsão de emissões associadas a reservatórios já instalados ou futuros (DAMAZIO *et al.* 2011). As principais vias de liberação de gases para a atmosfera são: a superfície do reservatório (por difusão ou bolhas) e a água que passa pelas turbinas e vertedouros.

Os gases de efeito estufa produzidos por uma hidrelétrica são: CO₂, CH₄, e N₂O. Estes gases são derivados da decomposição da matéria orgânica (remanescente da vegetação nativa alagada) presente no reservatório, considerada como fonte autóctone de carbono ou pelo carreamento de sedimentos e detritos ao longo da bacia de drenagem, fontes alóctones de carbono.

O óxido nitroso é um produto intermediário aos processos de nitrificação e denitrificação. Já os compostos orgânicos são formados com base na biomassa inundada pré-existente, no carbono dissolvido na água, carbono particulado carreado para o reservatório ou mesmo pela matéria orgânica gerada no reservatório (SANTOS *et al.* 2008).

O gás carbônico é produzido na zona óxica da coluna d'água pela decomposição aeróbica do carbono orgânico e pela oxidação do metano, este gerado nas camadas anóxicas da coluna d'água, mais profundas, e nos sedimentos dos reservatórios, onde ocorre a decomposição anaeróbica da matéria orgânica por organismos metanogênicos. (SANTOS *et al.* 2002 e 2008). O transporte de CO₂ se dá, principalmente por difusão, enquanto que para o CH₄ o transporte principal é por bolhas formadas no substrato. Os estudos mostraram que o metano dissolvido na coluna d'água é metabolizado por organismos metanotróficos, não sendo expressiva sua liberação por este meio de transporte (SANTOS *et al.* 2002 e LIMA, 2005).

FEARNSIDE (2002, 2004 e 2011) cita quantidades significativas de emissões de GEE pelos reservatórios, focando os reservatórios localizados na Amazônia e tecendo comparações entre as emissões presumidas de reservatórios e termelétricas (de potências equivalentes). Criticando as estimativas oficiais que consideram apenas a emissão pelo espelho d'água, não incluindo o gás carbônico e, principalmente, o metano, liberados pela água que passa pelas turbinas e vertedouros, que podem ser detectadas até alguns quilômetros a jusante do barramento (FEARNSIDE, 2004).

O metano, apesar de compor as emissões em menor quantidade que o gás carbônico, é considerado um gás de maior Potencial de Aquecimento Global. Sua maior concentração é encontrada nas zonas mais profundas dos reservatórios, devido à termoclinas que limitam a circulação vertical da água, com consequente anóxia dos ambientes profundos e retenção do metano. A maior pressão também favorece a solubilidade dos gases na água. Estes fatores fazem com que a concentração de metano aumente conforme aumenta a profundidade (FEARNSIDE, 2004).

Análises realizadas no reservatório de Tucuruí, em 1989, evidenciaram uma concentração de metano de 6mg/l a 30m de profundidade e 7,5mg/l a 34m de profundidade (ROSA *et al.* 1997 *apud* FEARNSIDE, 2004).

Foi estimada para Tucuruí, em 1991, uma liberação anual total de 0,7 a 1,2 x 10⁶ toneladas de gás metano pelas turbinas e vertedouros. Esses números também podem ser expressos em toneladas de carbono de CO₂ equivalente, segundo o potencial de aquecimento global do metano estabelecido no Protocolo de Kyoto (FEARNSIDE, 2004). Quando considerada a emissão total, incluindo as emissões de superfície os números encontrados por FEARNSIDE (2004) são de 7,0-10,1 x 10⁶ toneladas de carbono de CO₂ equivalente.

A liberação de gases dissolvidos na água, quando da passagem da água pela turbina ou vertedouro, se dá pela redução brusca de pressão, fazendo o gás ebulir (*degassing*). A pressão parcial de metano na atmosfera é baixa, cerca de 1,5x10⁻⁶ (condições normais de pressão e temperatura), o equilíbrio à pressão atmosférica se dá a 0,035mg/l (a 25°C). O equilíbrio é alcançado assim que a água emerge das

turbinas sendo pouco percebida mais a jusante. FEARNSIDE (2004) explicita que a melhor forma de calcular a emissão de metano é pela diferença de concentração do gás na água à profundidade da tomada d'água para as turbinas e vertedouros e a concentração logo a jusante da barragem.

Estimativas de emissões de carbono para reservatórios existentes na Amazônia, em 1990, indicaram um total de 10 milhões de toneladas de carbono, sendo as represas analisadas responsáveis por: Tucuruí = 2,55t.; Balbina = 6,43t.; Samuel = 1,13t; e Curuá-Una por 0,01t. (FEARNSIDE, 1995 *apud* FEARNSIDE 2004).

Os valores de carbono emitido por reservatórios suscitaram questionamentos e dúvidas a cerca do comportamento das emissões. SANTOS (2008) apontam a fragilidade dos valores apresentados em diversos estudos (início da década de 90) por serem teóricos e baseados em extrapolações simples e sem critérios adequados de medição. Considera-se que a intensidade da emissão de GEE não é invariante no tempo, havendo flutuações em períodos de duração irregular. Estas flutuações são influenciadas por muitos fatores, como temperatura, regime de ventos, exposição ao sol, parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

Não se pode apenas multiplicar os valores das emissões encontradas pontualmente pela vazão ou área dos reservatórios. O conhecimento prévio da biomassa inicial e a compreensão dos ciclos de carbono são essenciais para o cálculo do fluxo de GEE. Atualmente os resultados somente são confiáveis quando obtidos por medições em campo e de forma pontual (SANTOS, 2002).

Considerar as emissões brutas de um reservatório pode não retratar corretamente a contribuição dos lagos artificiais no que tange as emissões de gases de efeito estufa. É necessário levar em consideração as emissões relacionadas aos ambientes naturais, como lagos, rios, várzeas e áreas de terra firme existentes antes do reservatório.

As áreas alagadas naturais são consideradas as maiores fontes de metano de origem biológica, sendo áreas de grande disponibilidade de matéria orgânica onde o oxigênio é consumido em larga escala, tornando o meio anaeróbico, favorecendo a atividade bacteriana e resultando na produção de metano. Atividades antrópicas como criação de gado, lavoura e queimadas também representam emissões de GEE a serem debitadas das emissões brutas dos reservatórios (COPPETEC, 2005).

Estudos realizados por ALVALÁ *et al.* (1999 *apud* COPPETEC, 2005) definiram a contribuição das áreas naturais como mais de 30% do total das emissões de metano, sendo que, para áreas alagadas, as emissões são estimadas em cerca de 21% da emissão total no mundo, destas, as áreas alagadas tropicais representam 50% das emissões. De forma análoga aos reservatórios, as pesquisas demonstraram uma

grande variação nos resultados encontrados, que pode ser explicada em parte pelo agrupamento de diferentes áreas alagadas e pelas diferentes condições físico-químicas locais (COPPETEC, 2005).

Pelas características intrínsecas aos reservatórios, os lagos criados submergem paisagens heterogêneas compostas por pastos, vegetação nativa, o próprio leito do rio, áreas de várzea (principalmente para Amazônia) e lagoas marginais. Portanto para estabelecer a influência dos lagos artificiais na emissão de gases de efeito estufa se faz necessário estabelecer as taxas líquidas de emissão. Para tanto é necessário compreender não apenas os fatores que influenciam os fluxos de carbono nos reservatórios, mas também os fluxos existentes nos ambientes anteriores ao reservatório.

BARROS *et al.* (2011) consideraram mais de 85 publicações sobre emissões de CO₂ e CH₄ para reservatórios hidroelétricos do mundo. Em todas as publicações, os reservatórios se mostraram como fontes de CH₄, 88% foram caracterizadas como fonte de CO₂ e 12% como sumidouro de CO₂. Entretanto, a contribuição das hidrelétricas no aquecimento global é minimizada pelo potencial de aquecimento global dos gases, sendo a emissão encontrada, menor que a reportada para ambientes de águas interiores naturais. Citando como exemplo, o reservatório de Curuá-Una, no rio de mesmo nome, afluente do rio Amazonas, com profundidade média de 5,85 metros e finalizada em 1985, tem emissões amostradas comparáveis a ambientes naturais de várzea na região (ROSA *et al.* 1997 *apud* SANTOS, 2002).

A Amazônia desempenha um papel importante no ciclo global de carbono, tanto na troca, quanto no armazenamento do carbono, (RAICH e POTTER, 1995). Ela contém a maior área de floresta tropical, cerca de 50% do total (MALHI e GRACE, 2000). Segundo MALHI *et al.* (2002), muitos modelos climáticos globais sugerem que o grande desflorestamento da Amazônia pode causar um aquecimento na superfície local de até 2°C e redução na precipitação de até 25% (MALHI *et al.* 2002). Mesmo após anos de estudos nesta região, muitos aspectos sobre o bioma amazônico, como a interação biosfera-atmosfera não foram esclarecidos, dentre estes, a influência dos gases do efeito estufa na região.

7.3.1.1.6.11.1 Considerações sobre a Geração de Gases de Efeito Estufa no Reservatório

A geração dos gases de efeito estufa no reservatório do AHE São Luiz do Tapajós será tratada através da utilização de técnicas de modelagem matemática, procurando aferir a produção destes gases durante a fase de enchimento e estabilização das condições hidrobiológicas.

Nesta estimativa considera-se a biodegradação da fitomassa residente no reservatório e que será incorporada durante a formação do lago e o consumo desta biomassa nas condições de aerobiose e anaerobiose, cujo tema será tratado em detalhes no item referente aos estudos de modelagem matemática de qualidade da água do reservatório (diagnóstico AID/ADA).

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre as cinéticas a serem consideradas nos estudos de modelagem matemática.

• Cinéticas Envolvendo a Ciclagem e Transformações do Carbono

Nos sistemas aquáticos, a ciclagem e as transformações do carbono ocorrem devido a três processos: a assimilação do carbono inorgânico (fotossíntese e quimiossíntese), a decomposição aeróbia e a anaeróbia (WETZEL, 2001). Em geral, as dificuldades nos estudos da decomposição decorrem da complexidade dos substratos e do envolvimento de vários grupos de organismos. Entretanto, esse processo se constitui de três mecanismos básicos: a lixiviação, a fragmentação e o catabolismo (SWIFT *et al.* 1979). As alterações temporais e espaciais de variáveis tais como: potencial de oxirredução, acidez e concentração de oxigênio dissolvido determinam os tipos de microrganismos que atuam nos processos de reciclagem e, conseqüentemente, nas composições das misturas gasosas produzidas. Além dos gases, a seleção de microrganismos envolve a adoção de rotas metabólicas distintas e a geração de produtos diferentes (JEWELL, 1971; TWILLEY *et al.* 1986; GALE *et al.* 1992; MOORE JR. *et al.* 1992).

As taxas dos processos de decomposição nos ambientes aquáticos podem sofrer alterações devido às variações da alcalinidade, do pH, da temperatura, da concentração de oxigênio dissolvido etc., fazendo com que ocorra uma grande variabilidade de microrganismos e, conseqüentemente, dos processos metabólicos relativos à ciclagem dos detritos. Vários experimentos reportam que a mineralização seja mais rápida em condição aeróbia (WETZEL, 2001; ANTONIO & BIANCHINI JR., 2003). Contudo, estudos realizados em ambientes com predomínio de baixas concentrações de oxigênio dissolvido (e.g., lagoas de várzeas) mostraram que é possível a ocorrência de similaridade nas velocidades de mineralização aeróbia e anaeróbia (ANTONIO & BIANCHINI JR., 2006).

A decomposição anaeróbia ocorre com base em outros aceptores de elétrons que não o oxigênio molecular, tais como: NO_3 , CO_2 , SO_4^{2-} e compostos orgânicos intermediários (STUMM & MORGAN, 1981). Uma característica importante desse processo nos ecossistemas aquáticos é que nos estágios finais do fluxo do carbono, as formas orgânicas podem ser mineralizadas tanto pela oxidação completa a CO_2 quanto pela redução a metano (NEDWELL, 1984). Os produtos da decomposição aeróbia são compostos mais estáveis tais como: NO_3 , CO_2 , SO_4^{2-} . Com base na

composição dos recursos vegetais, quantitativamente, CO_2 e CH_4 são os principais gases que geram o efeito estufa (BAIRD, 1999). O N_2O (outro gás importante para o efeito estufa) é gerado em menor proporção, pois os teores de nitrogênio são sempre muito menores nos tecidos vegetais que os de carbono (i.e., $\text{C} \approx 44\%$; $\text{N} = 1-4\%$; GUREVITCH *et al.* 2006).

Os caminhos para a formação do metano através da decomposição anaeróbia e a proporção de metano em relação aos demais gases gerados ainda não estão completamente estabelecidos, pois variam conforme as características e concentrações dos substratos. No processo de digestão de esgotos domésticos as proporções típicas de metano e dióxido de carbono liberados são de 70% a 80% para o CH_4 e 20% a 30% para o CO_2 (CHERNICHARO, 1997). Dentre os vários produtos formados na decomposição, o metano é o composto de carbono mais estável em ambientes anaeróbios e o composto intermediário mais importante em eventuais remineralizações da matéria orgânica (UTSUMI *et al.* 1998). A sua oxidação pode ocorrer em ambientes aeróbios e anaeróbios (HANSON & HANSON, 1996).

Os processos de decomposição de detritos vegetais tais como as plantas aquáticas (abundantes nas várzeas e ambientes aquáticos amazônicos), podem ter como agentes principais as arqueas metanogênicas, através das quais quantidades consideráveis de CH_4 podem ser liberadas para a atmosfera (CRILL *et al.* 1988). Os sistemas aquáticos podem ser considerados como fontes ou sumidouros de carbono e podem também apresentar altas taxas de produção primária. Portanto, o entendimento deste processo pode contribuir para a compreensão da ciclagem do carbono e suas relações com o sistema aquático.

Os processos anaeróbios de decomposição apresentam normalmente 3 fases. Na primeira, as formações dos gases (principalmente CO_2) são, sobretudo, devido aos processos catabólicos que envolvem as oxidações dos compostos lábeis e hidrólise de polímeros, tais como a celulose e ácidos graxos primários. Desse modo, nesta fase, o processo anaeróbio mineraliza rapidamente a matéria orgânica devido à presença de compostos de fácil decomposição. Com base nas rotas usualmente descritas para os processos fermentativos (SCHLEGEL, 1975; CHERNICHARO, 1997), em seguida, ocorre a geração de CO_2 e a formação de ácidos voláteis com baixo peso molecular. Na terceira fase ocorre a geração de CO_2 e CH_4 .

De modo geral, nos sistemas aquáticos, os processos de formação de gases são mais pronunciados nas etapas iniciais da mineralização, alterando os equilíbrios do sistema de carbonatos. Com o tempo, a formação de gases passa a promover cada vez menos alterações na coluna d'água, tornando-se, inclusive, fonte complementar de carbono inorgânico para o bacterioplâncton e demais microrganismos dos sedimentos. Estes eventos possuem relevância especial quando se consideram os efeitos da degradação

de fitomassa de áreas utilizadas na formação de reservatórios. Nesse caso, quanto maior a quantidade de fitomassa remanescente e rica em compostos lábeis, maiores as alterações de curto prazo, devido à degradação destes compostos. Por outro lado, embora as frações refratárias sejam predominantes nas estruturas dos detritos (BIANCHINI JR.& CUNHA-SANTINO, 2011), as formações de gases a partir da mineralização destas estruturas geram menos alterações nas características da água tendo em vista possuírem taxas de decomposição muito baixas.

7.3.1.2 Recursos Hídricos

Neste tema os recursos hídricos são analisados sob o enfoque da disponibilidade hídrica superficial, usos das águas, qualidade das águas superficial e subterrânea e características hidrossedimentométricas, procurando aferir o comportamento sazonal e a inter-relação entre os parâmetros que participam destes processos.

7.3.1.2.1 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia

Para o desenvolvimento dos estudos procedeu-se uma etapa preliminar intensiva de coleta de dados e informações disponíveis e desenvolvimento de campanhas de levantamento de campo, o que permitiu a composição de um acervo de informação suficiente para o desenvolvimento dos vários temas associados aos recursos hídricos.

7.3.1.2.2 Água Superficial

7.3.1.2.2.1 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia – Águas Superficiais

Após um trabalho prévio de análise e consistência das informações disponíveis, foram definidas 13 estações fluviométricas de interesse, integrantes da rede operada pela Agência Nacional de Águas – ANA, conforme relacionadas no **Quadro 7.3.1.2.2.1/01**.

As informações obtidas integram dados históricos de observações diárias de nível d'água e de vazões, dados de medições de descarga líquida e sólida e levantamentos de perfis transversais.

Esta rede inclui também 5 estações implantadas pela CNEC WorleyParsons no decorrer dos estudos de viabilidade e inventário do AHE São Luiz do Tapajós.

A localização das Estações Fluviométricas, no âmbito da AII e seu entorno, é apresentada no **Mapa 7.3.1.2/01 - Estações Fluviométricas com Sub-bacias Contribuintes e Seções Topobatimétricas (Volume 3 – Mapas)**.

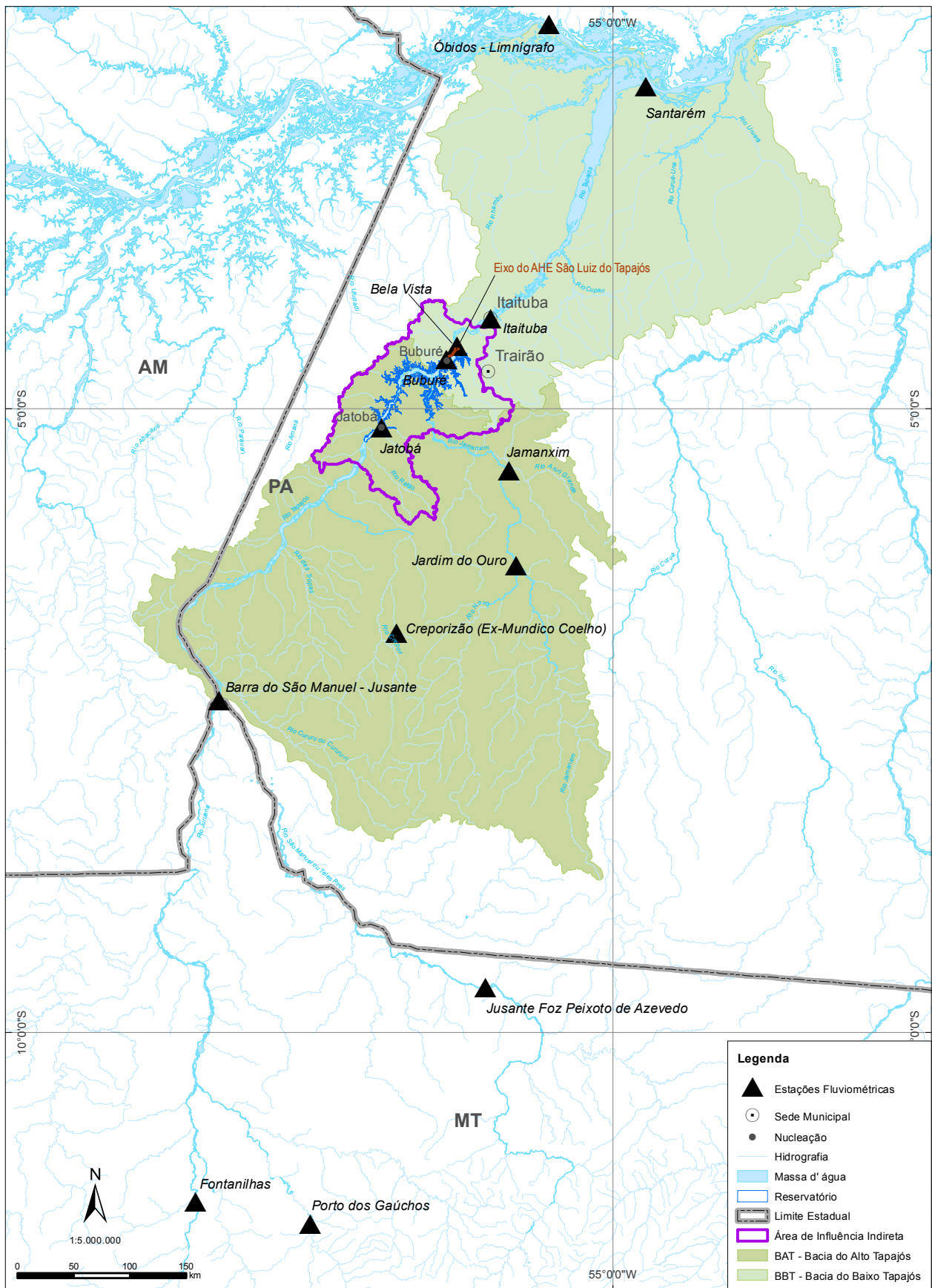
As Estações Fluviométricas oficiais (operada pela ANA) de Santarém, Óbidos, Barra do São Manoel, Creporizão, Jardim do Ouro, Fontanilhas, Porto dos Gaúchos, Jatobá, Jamanxim, Buburé, Bela Vista e Jusante Foz Peixoto de Azevedo estão localizadas na **Figura 7.3.1.2.2.1/01 – Estações Fluviométricas de Interesse Operadas pela ANA.**

Quadro 7.3.1.2.2.1/01 – Estações Fluviométricas de Interesse (ANA e CNEC WorleyParsons).

Código (ANA)	Operador	Posto	Rio	Município	UF	Área de Drenagem (km ²)	Coordenadas		Tipo	Período de Análise
							Latitude	Longitude		
17900000	ANA	Santarém	Tapajós	Santarém	PA	493.000	02°24'49"	54°44'16"	F T	jan/1967 a mar/2012
17050001	ANA	Óbidos - Limnígrafo	Solimões	Óbidos	PA	4.670.000	01°55'09"	55°30'47"	FRDSQT	jan/68 a fez/11
17430000	ANA	Barra do São Manuel - Jusante	Tapajós	Borba	AM	333.000	07°20'23"	58°09'19"	FDSQ	out/75 a abr/09
17610000	ANA	Creporizão (Ex - Mundico Coelho)	Crepori	Jacareacanga	PA	6.240	06°49'11"	56°51'06"	FD	ago/87 a mar/09
17650000	ANA	Jatobá	Tapajós	Itaituba	PA	387.378	05°09'09"	56°51'14"	F	dez/72 a out/07
17675000	ANA	Jardim do Ouro	Jamanxim	Itaituba	PA	37.400	06°15'27"	55°46'21"	FD	ago/87 a mar/09
17680000	ANA	Jamanxim	Jamanxim	Itaituba	PA	40.200	05°30'00"	55°50'00"	FD	jul/87 a mar/09
17710000	ANA	Buburé	Tapajós	Itaituba	PA	450.000	04°37'02"	56°19'37"	F	jun/95 a out/11
17720000	ANA	Bela Vista	Tapajós	Itaituba	PA	453.000	04°30'00"	56°15'00"	F	jan/91 a out/11
17730000	ANA	Itaituba	Tapajós	Itaituba	PA	458.000	04°16'32"	55°58'56"	FDSQT	fez/68 a Out/2011
17093000	ANA	Fontanillas	Juruena	Juína	MT	55.900	11°21'30"	58°20'34"	FDSQT	fev/78 a abr/07
17120000	ANA	Porto dos Gaúchos	Arinos	Porto dos	MT	37.100	11°32'12"	57°25'25"	FDSQT	fev/73 a jan 07
17380000	ANA	Jusante Foz Peixoto Azevedo	Teles Pires	Alta Floresta	MT	81.600	9°38'26"	56°01'10"	FDSQ	mar/80 a mar/06
-	CNEC	CFC MD	Tapajós	Itaituba	PA	452.783	04°33'07"	50°16'40"	F	nov/12 a mai/13
-	CNEC	Jatobá Canal de Fuga(*)	Tapajós	Itaituba	PA	-	05°11'06"	56°55'30"	F	-
-	CNEC	Cachoeira do Cai(*)	Jamanxim	Itaituba	PA	56.661	05°05'05"	56°28'05"	F	-
-	CNEC	Buritis/Mangabal(*)	Tapajós	Itaituba	PA	-	05°10'31"	56°52'44"	F	-
-	CNEC	TPJ 325 – PF Jusante	Tapajós	Itaituba	PA	452.783	04° 30'	56° 14' 32"	F	out/12 a mai/13

Observação: (*) = Postos operados durante a fase de Inventário e sem informações sobre área de drenagem e período de análise

FONTE: ANA, 2013 e CNEC WorleyParsons, 2006.



Fonte: ANA, 2011

Figura 7.3.1.2.2.1/01 - Estações Fluviométricas de Interesse operadas pela ANA

Além destas informações são considerados também os dados oriundos de campanhas de inspeções e monitoramento de campo referentes a:

- Dados referentes aos usos d'água e fontes potenciais de poluição;
- Dados de campanhas de monitoramento da qualidade da água superficial; e
- Dados de campanhas de monitoramento hidrossedimentométrico.

7.3.1.2.2 Condições Hidrodinâmicas do Rio Tapajós

As condições hidrodinâmicas de escoamento do rio Tapajós apresentam características distintas de comportamento ao se observar os trechos do alto e baixo curso, tendo como delimitador a corredeira de São Luiz do Tapajós. A montante desta corredeira insere-se o eixo do aproveitamento de São Luiz do Tapajós, onde o curso d'água vence um desnível de aproximadamente 8m.

O trecho do alto curso apresenta característica intrínseca de rio natural com escoamento livre e sem interferência importante no fluxo de escoamento. O trecho do baixo curso apresenta-se com regime de escoamento remansado afetado pelo regime sazonal de vazões do rio Amazonas.

Na imagem de satélite Landsat (2011) apresentada na Ilustração 7.3.1/01 – Principais Compartimentos da Calha do rio Tapajós pode-se verificar os principais elementos morfológicos controladores das características hidrodinâmicas nesses dois trechos do alto e do baixo curso do rio Tapajós.

- **Trecho do Alto Curso**

O alto curso do Tapajós é conformado por uma sequência de trechos de corredeiras intercaladas por segmentos de águas menos turbulentas, configurando um escoamento típico de rio natural.

Condições de escoamento com características predominantemente fluviais são verificadas no trecho do rio Tapajós na região de Jacareacanga. A medida que se dirige para jusante, em direção ao local do eixo do aproveitamento, observa-se um gradual de aumento da velocidade de escoamento das águas condicionada por uma declividade do leito mais acentuada e escoamento veiculado em substrato rochoso.

Neste percurso observa-se a presença de trechos de corredeiras intercaladas por segmentos de águas mais calmas, remansadas por soleiras naturais em substrato rochoso, que impõem uma série de controles hidráulicos ao escoamento.

- **Trecho do Baixo Curso**

O trecho do baixo curso do Tapajós apresenta um comportamento hidrodinâmico diverso do observado no alto curso, com regime de vazões diretamente influenciado pelas variações de níveis d'água do rio Amazonas, que propaga seus efeitos para montante até o local do canal de fuga do AHE São Luiz do Tapajós.

A partir da base das corredeiras de São Luiz do Tapajós, em uma extensão aproximada de 3km, o escoamento ocorre em um leito bem definido até atingir a corredeira do pedral do Pereira, onde o álveo vence um desnível de aproximadamente 2m, com escoamento veiculando em um sistema de canais de forma caótica e turbulenta.

A partir da extensão final desta corredeira até a sua foz no rio Amazonas, o escoamento adquire um comportamento característico típico de regime fluvial e baixa declividade da linha d'água.

Na extensão do baixo curso do Tapajós, as variações de níveis d'água resultam de um efeito combinado de equilíbrio de forças entre o fluxo de vazões geradas na área da bacia e os efeitos do remanso propagado em função do regime de vazões do rio Amazonas.

O efeito do remanso do rio Amazonas pode ser evidenciado através dos gráficos apresentados nas **Figuras 7.3.1.2.2.2/01 e 7.3.1.2.2.2/02**, onde se procurou configurar uma curva chave no local do canal de fuga da usina e na estação fluviométrica de Itaituba. Nas figuras, as vazões são correlacionadas com as medições históricas de níveis d'água resultando em uma nuvem de pontos mais dispersa na faixa de baixas vazões, onde a influência do remanso é mais determinante. À medida que as vazões aumentam observa-se uma gradativa redução da influência do remanso.

Na faixa de baixas vazões em torno de $4.000\text{m}^3/\text{s}$, o efeito do remanso apresenta uma variação de 4,0m em Itaituba. Estes efeitos são minimizados quando as vazões do rio Tapajós atingem patamares da ordem de $30.000\text{m}^3/\text{s}$. Na região do canal de fuga da usina a variação de nível d'água percebida é mais reduzida e de aproximadamente 2m, a considerar a presença do pedral do Pereira.

7.3.1.2.2.3 Disponibilidade Hídrica das Águas Superficiais

A disponibilidade hídrica das águas superficiais foi caracterizada através da análise do regime sazonal de vazões e através de parâmetros estatísticos considerando-se os valores mínimos, médios, máximos, a vazão $Q_{7,10}$ e as variações sazonais do regime de vazões, tendo como referência dados observados nas estações fluviométricas.

Nesta estimativa consideraram-se os dados históricos observados nas estações fluviométricas de Barra do São Manuel, Jatobá e Buburé implantadas no curso do Tapajós.

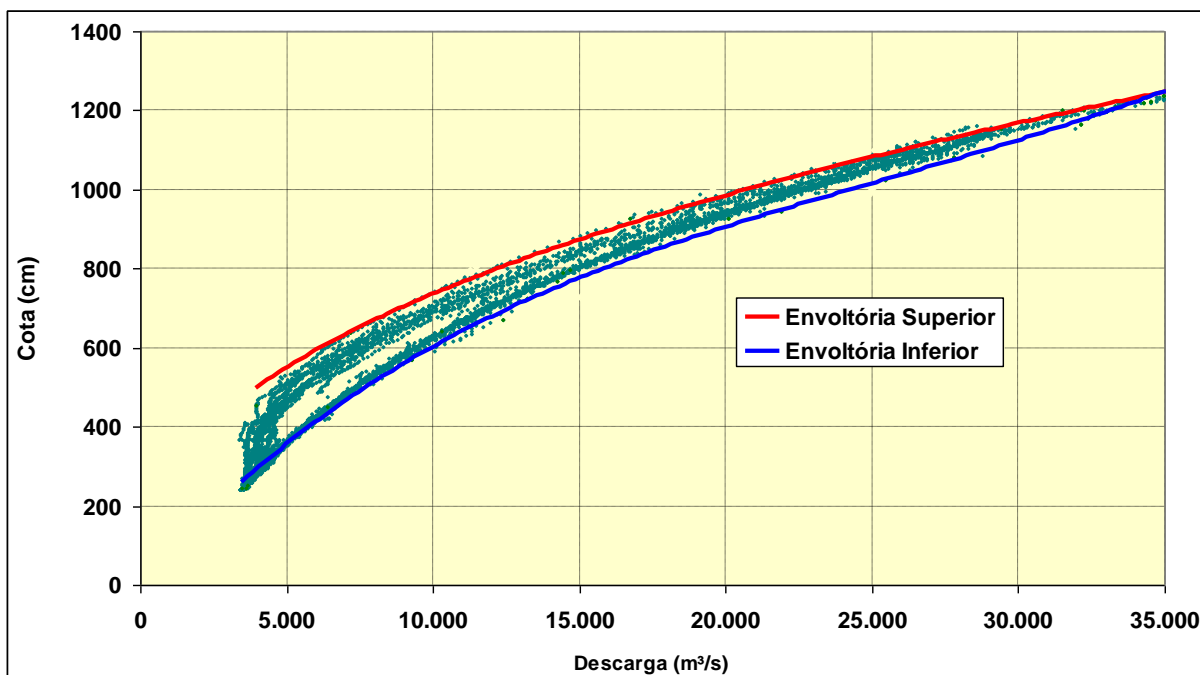


Figura 7.3.1.2.2.2/01 – Curva-chave no Rio Tapajós no Canal de Fuga da Usina.

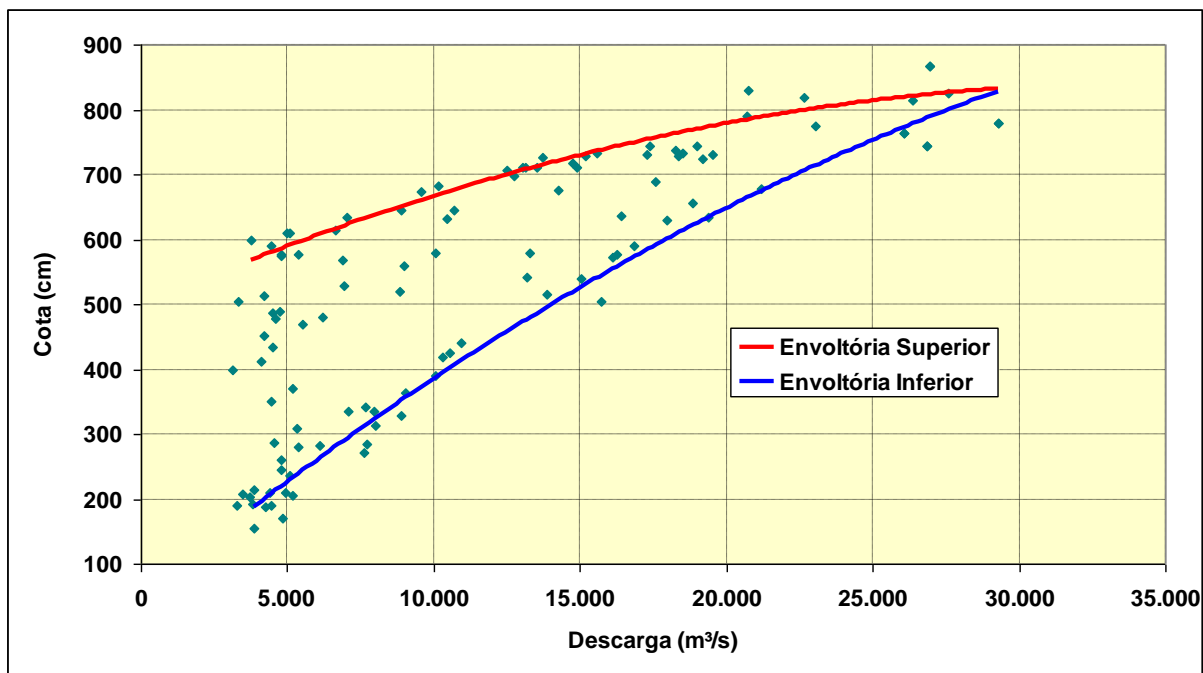


Figura 7.3.1.2.2.2/02 – Curva-chave no Rio Tapajós em Itaituba.

Nos tributários afluentes foram utilizados os dados observados disponíveis da estação fluviométrica de Creporizão no rio Crepori e da estação Jardim do Ouro em operação no rio Jamanxim.

Dentre estas estações, destaca-se a de Buburé situada próximo ao eixo do AHE São Luiz do Tapajós, cujas informações subsidiaram os estudos de vazões médias e estudos de cheias do empreendimento.

No **Quadro 7.3.1.2.2.3/01** são apresentados os padrões médios mensais de vazões compiladas com base no período histórico observado de cada estação, o que permite aferir uma condição hidrológica média na bacia. Os valores apresentados estão referidos as descargas em m^3/s e disponibilidade hídrica expressa em $L/s/km^2$.

A opção por utilizar a série disponível de dados históricos, e não o período comum de dados destas estações, deve-se a presença de muitas falhas no período observado. Uma pesquisa da série histórica de dados disponíveis entre os anos de 1973 a 2012, revelou que apenas o ano de 2006 cumpre este requisito.

Quadro 7.3.1.2.2.3/01 - Descargas Médias Mensais nas Estações de Interesse.

Mês	Barra do São Manuel		Jatobá		Buburé		Creporizão		Jardim do Ouro	
	(m^3/s)	($L/s/km^2$)	(m^3/s)	($L/s/km^2$)	(m^3/s)	($L/s/km^2$)	(m^3/s)	($L/s/km^2$)	(m^3/s)	($L/s/km^2$)
Jan	11.138	33,45	13.133	33,90	14.592	32,43	216	34,65	1.359	36,33
Fev	13.472	40,46	17.371	44,84	19.397	43,10	417	66,81	2.040	54,55
Mar	15.372	46,16	20.934	54,04	24.329	54,06	526	84,34	2.894	77,39
Abr	14.021	42,10	19.719	50,90	24.073	53,49	516	82,62	2.676	71,55
Mai	9.877	29,66	13.727	35,43	17.075	37,95	348	55,77	1.856	49,63
Jun	6.107	18,34	7.940	20,50	9.632	21,41	145	23,22	870	23,26
Jul	4.255	12,78	5.356	13,83	5.792	12,87	67	10,68	385	10,30
Ago	3.358	10,08	4.262	11,00	4.330	9,62	31	5,04	188	5,02
Set	3.146	9,45	4.016	10,37	3.941	8,76	23	3,67	112	3,00
Out	3.500	10,51	4.379	11,31	4.267	9,48	52	8,29	196	5,24
Nov	4.584	13,77	5.482	14,15	5.694	12,65	80	12,85	347	9,27
Dez	7.119	21,38	8.195	21,16	9.174	20,39	144	23,01	753	20,12
Ano	7.996	24,01	10.376	26,79	12.001	26,35	214	34,25	1.140	30,47

FONTE: ANA, 2013.

As estações fluviométricas de Barra do São Manuel e Jatobá apresentam um padrão sazonal bem definido, caracterizado por semestre úmido compreendido entre dezembro e maio e máximas incidindo geralmente no mês de março. O semestre mais seco abrange de junho a novembro com mínimas verificadas no mês de setembro.

Na estação fluviométrica de Buburé, situada próximo ao eixo do AHE São Luiz do Tapajós observa-se uma pequena defasagem dos deflúvios anuais, com semestre mais chuvoso compreendido de janeiro a junho e máximas ocorrendo entre os meses de março e abril. Consequentemente, o semestre mais seco abrange o período de julho a dezembro, mantendo-se, no entanto, a mínima vazão incidente no mês de setembro.

Mesma condição é observada nos tributários laterais, respectivamente rios Crepori e Jamanxim, que obedece a um padrão sazonal de vazão semelhante ao observado na Estação de Buburé.

Esta pequena defasagem decorre da contribuição dos vários tributários laterais cujo regime de vazões acompanha os padrões sazonais típicos das chuvas locais, conforme histograma de precipitação médio mensal observado na estação pluviométrica de Uruá operado pela Agência Nacional de Águas – ANA e histograma apresentado na **Figura 7.3.1.2.2.3/01**. A estação Acampamento Uruá situa-se no Parque Nacional da Amazônia e nas proximidades da localidade de Buburé.

Verifica-se, de forma mais determinante, uma incidência de máxima precipitação no mês de março, o que explica a defasagem observada no fluxo de vazões dos tributários laterais.

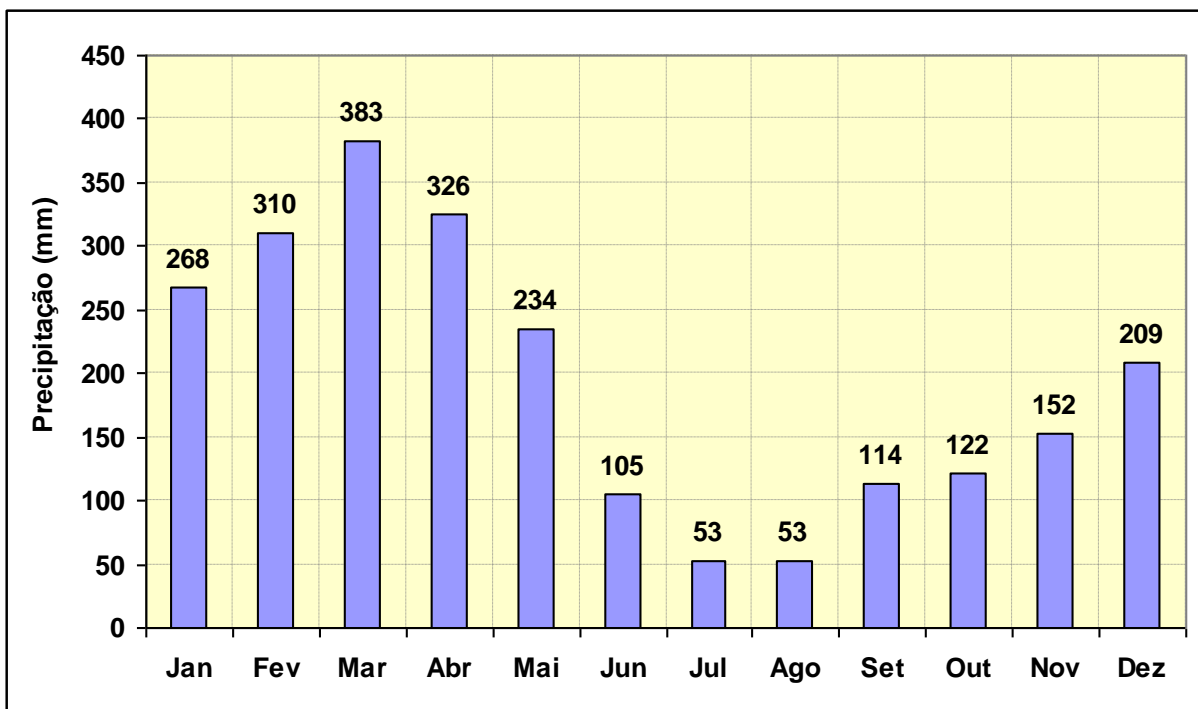


Figura 7.3.1.2.2.3/01 - Histograma de Precipitação - Estação Acampamento Uruá.

As produtividades hídricas das bacias contribuintes são bastante elevadas, observando-se uma tendência de incremento destas contribuições à medida que se dirige para jusante em direção ao local do eixo do AHE São Luiz do Tapajós, com vazões específicas médias de 24,88 L/s/km² em Barra do São Manuel, 27,94 L/s/km² em Jatobá e 26,67 L/s/km² na Estação Fluviométrica de Buburé.

O aumento da produtividade hídrica decorre da maior intensidade de chuva incidente na região dos estudos, onde são registrados índices de precipitação variando entre 2.000 e 2.500mm.

Este fato é confirmado pelas produtividades hídricas mais expressivas verificadas nos tributários laterais, respectivamente nas estações fluviométricas de Creporizão e Jardim do Ouro, onde são registradas vazões específicas médias respectivas de 34,5 e 38,8L/s/km².

Na **Figura 7.3.1.2.2.3/02** é apresentado o histograma de vazões médias mensais expressas em L/s/km², o que permite comparar as produtividades hídricas registradas nestas estações.

O histograma de vazões médias mensais permite apurar um padrão sazonal mais acentuado nos cursos tributários em relação ao observado no curso do Tapajós. Nos rios Crepori e Jamanxim, os valores de vazões máximas superam 19 vezes as mínimas observadas.

No rio Tapajós esta relação é de apenas 6 vezes e decorre do potencial regularizador dos solos presentes nas bacias dos rios formadores Teles Pires e Juruena, e que se destaca pela alta capacidade natural de armazenamento. As bacias dos tributários laterais drenam solos do embasamento cristalino o que explica a ampla sazonalidade do regime de vazões.

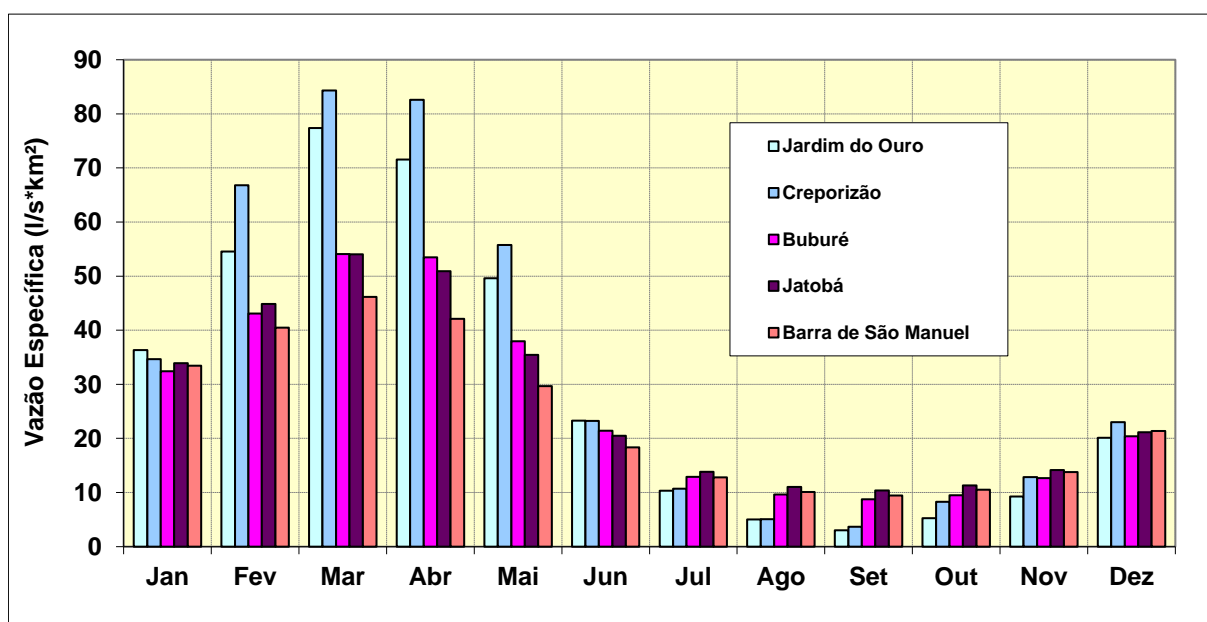


Figura 7.3.1.2.2.3/02 - Histograma Comparativo de Vazão Media Mensal.

Nos **Quadros 7.3.1.2.2.3/02** e **7.3.1.2.2.3/03** são apresentados, respectivamente, os valores das vazões máximas e mínimas médias mensais identificadas no período histórico de cada estação.

Quadro 7.3.1.2.2.3/02 - Descargas Máximas Mensais nas Estações de Interesse.

Mês	Barra do São Manuel		Jatobá		Buburé		CrepORIZÃO		Jardim do Ouro	
	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)
Jan	18.635	56,0	25.929	66,9	24.882	55,3	605	97,0	2.605	69,7
Fev	22.850	68,6	33.282	85,9	28.829	64,1	1.093	175,2	3.624	96,9
Mar	23.229	69,8	34.136	88,1	35.161	78,1	766	122,8	4.204	112,4
Abr	18.870	56,7	27.377	70,7	34.829	77,4	1.013	162,3	4.005	107,1
Mai	16.407	49,3	24.854	64,2	31.926	70,9	810	129,8	3.477	93,0
Jun	10.334	31,0	15.329	39,6	20.850	46,3	344	55,1	2.447	65,4
Jul	6.419	19,3	7.888	20,4	9.595	21,3	137	22,0	1.614	43,2
Ago	5.112	15,4	6.046	15,6	5.901	13,1	67	10,7	743	19,9
Set	4.856	14,6	5.441	14,0	4.972	11,0	73	11,7	408	10,9
Out	5.714	17,2	6.587	17,0	6.443	14,3	675	108,2	719	19,2
Nov	7.657	23,0	8.325	21,5	9.344	20,8	457	73,2	939	25,1
Dez	13.181	39,6	14.871	38,4	16.237	36,1	531	85,1	2.052	54,9
Ano	23.229	69,8	34.136	88,1	35.161	78,1	1.093	175,2	4.204	112,4

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.2.3/03 - Descargas Mínimas Mensais nas Estações de Interesse.

Mês	Barra do São Manuel		Jatobá		Buburé		CrepORIZÃO		Jardim do Ouro	
	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)	(m ³ /s)	(L/s/km ²)
Jan	4.730	14,2	5.769	14,9	6.522	14,5	59	9,5	485	13,0
Fev	7.028	21,1	10.118	26,1	9.098	20,2	160	25,6	972	26,0
Mar	9.841	29,6	11.433	29,5	13.662	30,4	307	49,2	1313	35,1
Abr	7.914	23,8	10.077	26,0	11.690	26,0	254	40,7	1020	27,3
Mai	4.911	14,7	6.426	16,6	7.569	16,8	120	19,2	618	16,5
Jun	3.472	10,4	4.358	11,3	4.904	10,9	72	11,6	226	6,0
Jul	2.748	8,3	3.660	9,4	3.782	8,4	25	4,1	98	2,6
Ago	2.458	7,4	3.358	8,7	3.556	7,9	2	0,3	17	0,5
Set	2.373	7,1	3.335	8,6	3.366	7,5	1	0,2	10	0,3
Out	2.458	7,4	3.403	8,8	3.392	7,5	7	1,2	10	0,3
Nov	2.762	8,3	3.613	9,3	3.584	8,0	9	1,4	11	0,3
Dez	3.520	10,6	4.516	11,7	4.771	10,6	34	5,4	137	3,7
Ano	2.373	7,1	3.335	8,6	3.366	7,5	1	0,2	10	0,3

FONTE: ANA, 2013.

No **Quadro 7.3.1.2.2.3/04** é apresentada a série de vazões médias mensais observada na Estação Fluviométrica de Buburé, situada próximo ao AHE São Luiz do Tapajós. O histórico observado entre os anos de 1991 e 2012 permite aferir uma diversidade hidrológica de anos

úmidos e secos e condições de sazonalidade do regime de vazões traduzidas em valores médios anuais, mensais e diárias.

O histórico observado aponta o ano de 2006 como o mais úmido com uma vazão média de 14.217m³/s e o ano de 1998 como o mais seco com uma vazão média de 8.031m³/s. A máxima vazão diária registrada de 35.161m³/s ocorreu em 07/03/2004 e a mínima vazão de 3.366m³/s foi verificada em 09/09/1999.

Quadro 7.3.1.2.2.3/04 - Vazões Médias Mensais Observadas na Estação de Buburé.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1991	16.106	26.849	25.423	31.124	23.029	13.942	6.329	4.522	4.095	4.408	5.775	7.661	14.105
1992	10.607	18.097	21.529	23.401	15.724	8.426	4.834	4.057	4.162	5.365	5.359	9.900	10.955
1993	13.143	17.054	24.658	20.277	14.664	7.344	5.082	4.319	4.245	4.522	5.994	8.277	10.798
1994	20.099	22.664	27.913	26.402	16.283	9.757	7.016	4.854	4.408	4.812	5.697	10.248	13.346
1995	18.299	22.328	26.075	27.241	25.399	13.586	7.032	4.947	4.378	4.431	5.562	11.214	14.208
1996	15.369	16.668	21.333	22.864	19.550	9.870	5.607	5.008	4.344	4.840	7.326	9.407	11.849
1997	14.854	19.713	24.525	28.262	19.680	9.607	6.232	4.660	4.187	4.026	4.422	6.175	12.195
1998	7.600	10.172	17.285	15.887	10.313	6.102	4.338	3.652	3.522	3.813	5.367	8.316	8.031
1999	14.273	13.710	19.523	16.561	15.082	8.923	5.449	3.986	3.605	3.891	5.023	7.781	9.817
2000	15.636	20.614	26.435	23.392	15.013	7.631	5.388	4.352	4.155	4.472	6.982	10.517	12.049
2001	16.078	19.236	23.001	23.205	14.300	10.006	6.338	4.423	4.053	4.429	5.311	11.559	11.828
2002	20.333	19.317	19.996	17.430	11.281	7.366	4.688	4.091	3.705	4.138	5.184	6.640	10.347
2003	11.542	19.917	23.910	29.470	16.985	9.369	5.762	4.399	4.110	5.592	7.614	9.059	12.311
2004	13.721	22.221	33.872	28.480	16.002	9.247	6.116	4.522	4.300	4.585	5.986	7.525	13.048
2005	11.014	16.736	26.681	23.365	14.408	7.507	5.345	3.884	3.634	3.880	4.722	10.303	10.957
2006	18.385	19.369	27.360	30.564	24.421	12.345	6.730	4.877	4.172	5.233	7.645	9.469	14.214
2007	13.611	22.101	25.896	20.017	13.971	8.461	5.316	4.272	3.843	4.067	4.885	8.750	11.266
2008	12.499	23.483	28.271	25.716	18.791	9.961	6.003	4.366	3.943	4.387	6.003	11.779	12.934
2009	17.141	19.015	24.460	25.370	23.931	13.013	7.301	4.966	4.561	4.694	5.696	9.805	13.329
2010	17.288	22.745	21.498	22.390	11.887	8.021	5.300	4.101	3.709	3.770	5.246	8.081	11.170
2011	13.461	21.416	24.852	26.436	18.325	9.625	5.850	4.347	3.970	4.511	7.457	10.006	12.521
2012	19.028	27.355	27.302	21.599	13.669	9.427	6.245	4.459	3.851	4.727	5.520	9.779	12.747
Mín.	7.600	10.172	17.285	15.887	10.313	6.102	4.338	3.652	3.522	3.770	4.422	6.175	8.031
Média	15.004	20.035	24.627	24.066	16.941	9.524	5.832	4.412	4.043	4.482	5.853	9.193	12.001
Max.	20.333	27.355	33.872	31.124	25.399	13.942	7.301	5.008	4.561	5.592	7.645	11.779	14.214

OBSERVAÇÃO: Os valores de vazões assinalados em azul foram obtidos através de tratamento numérico de dados e utilização de técnica matemática chuva x vazão.

FONTE: ANA, 2013.

- **Vazões $Q_{7,10}$**

No **Quadro 7.3.1.2.2.3/05** são apresentados os dados das vazões $Q_{7,10}$ – vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos expressas em m^3/s e $L/s/km^2$.

Quadro 7.3.1.2.2.3/05 – Vazões $Q_{7,10}$ para as Estações de Interesse.

Estação	Curso d'água	Área de Drenagem (km^2)	Vazão $Q_{7,10}$	
			(m^3/s)	($L/s/km^2$)
Barra do São Manuel	Tapajós	333.000	2.591	7,78
Jatobá	Tapajós	387.378	3.479	8,98
Buburé	Tapajós	450.000	3.493	7,76
CrepORIZÃO	Crepори	6.240	1,92	3,08
Jardim do Ouro	Jamanxim	37.400	10,61	2,84

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

As condições hídricas verificadas para as vazões $Q_{7,10}$ apontam mínimas menos expressivas para os cursos dos tributários afluentes com valores próximos de $3,0 L/s/km^2$ em relação aos índices verificados no rio Tapajós que apresentam valores próximos de $8 L/s/km^2$, refletindo a melhor capacidade de regularização dos solos presentes na área das bacias dos formadores do rio Tapajós.

- **Permanência das Vazões Médias**

No **Quadro 7.3.1.2.2.3/06** são apresentados os valores das vazões permanentes relacionadas a cada estação de interesse e na **Figura 7.3.1.2.2.3/03** são representadas as respectivas curvas de permanência de vazões médias mensais.

A curva de permanência para o local do aproveitamento foi construída segundo o método de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das vazões médias mensais no período histórico, atribuindo-se a cada valor uma porcentagem calculada pela relação entre seu número de ordem e o número total de elementos da série, acrescido de 1. Assim é possível observar as percentagens do tempo em que as vazões igualam ou superam um determinado valor de interesse.

Quadro 7.3.1.2.2.3/06 - Permanência de Vazões Médias Mensais.

Porcentagem do Tempo (%)	Barra do São Manuel (m^3/s)	CrepORIZÃO (m^3/s)	Jatobá (m^3/s)	Jardim do Ouro (m^3/s)	Buburé (m^3/s)
5	16.463	631	22.169	3.316	32.097
10	15.114	544	20.618	2.760	28.517
15	14.123	479	18.941	2.384	26.379
20	13.181	415	17.305	2.107	24.199

Porcentagem do Tempo (%)	Barra do São Manuel (m ³ /s)	Creporizão (m ³ /s)	Jatobá (m ³ /s)	Jardim do Ouro (m ³ /s)	Buburé (m ³ /s)
25	12.138	350	16.006	1.740	21.928
30	11.053	291	14.895	1.529	19.355
35	9.655	244	12.810	1.294	17.812
40	8.283	205	10.693	1.064	15.982
45	7.235	165	9.283	853	13.616
50	6.279	124	8.162	681	11.540
55	5.523	98	7.106	551	10.490
60	4.911	79	6.300	446	9.033
65	4.482	66	5.695	361	7.967
70	4.084	53	5.184	282	6.699
75	3.782	44	4.750	206	5.954
80	3.520	36	4.546	151	5.534
85	3.297	29	4.280	119	4.701
90	3.110	22	4.078	81	4.435
95	2.882	16	3.900	51	4.110
100	2.373	1,4	3.444	3,3	3.706

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

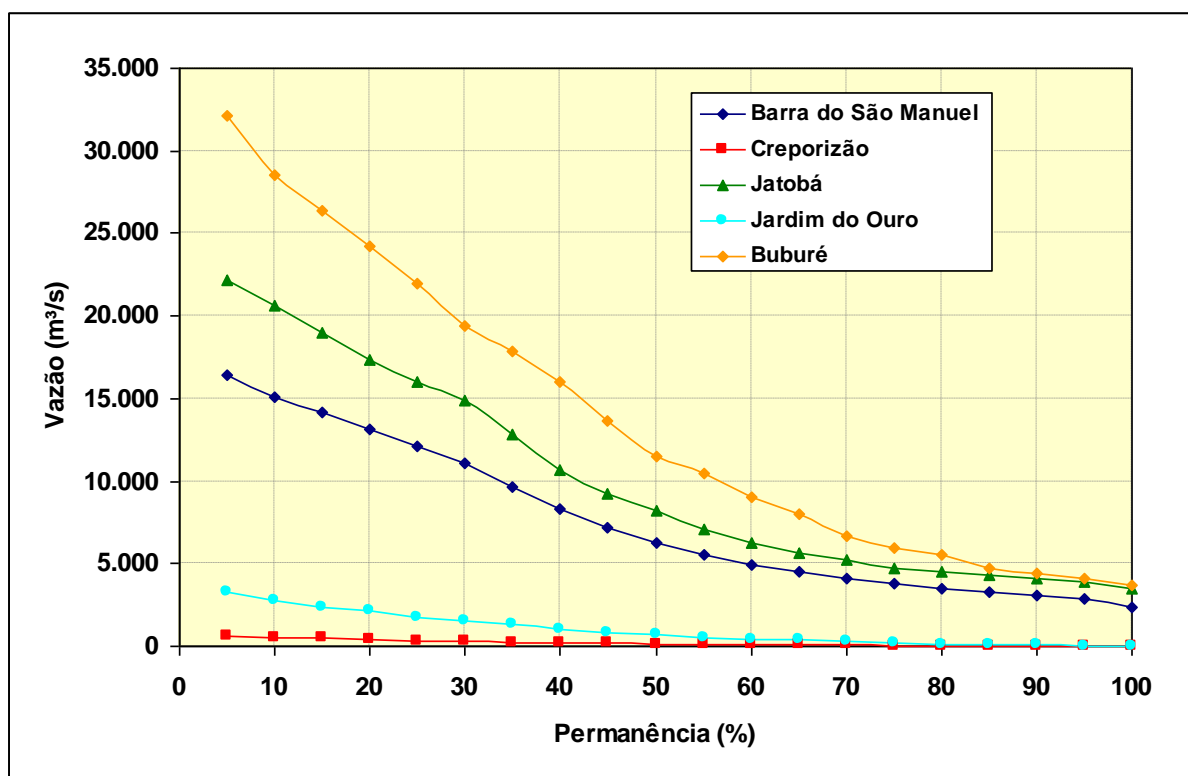


Figura 7.3.1.2.2.3/03 – Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais.

7.3.1.2.2.4 Análise das Variações de Níveis d'água

No **Quadro 7.3.1.2.2.4/01** são apresentadas as variações máximas de níveis d'água registradas nos locais das estações fluviométricas de interesse tendo como referência o histórico de níveis d'água observado.

Quadro 7.3.1.2.2.4/01 - Variações Históricas do Regime Hidrológico.

Estação	Evento Hidrológico Mínimo			Evento Hidrológico Máximo			Variação de Nível d'água (m)
	Data	Nível d'água (m)	Vazão (m ³ /s)	Data	Nível d'água (m)	Vazão (m ³ /s)	
Barra do São Manuel	13/9/1999	2,7	2.373	2/3/1979	11,49	23.229	8,79
Jatobá	2/9/1987	3,88	3.335	5/3/1979	10,05	34.136	6,17
Buburé	9/8/1999	4,19	3.536	6/3/2004	9,04	40.251	4,85
Itaituba	23/10/2010	1,32	4.424	3/3/1979	9,72	36.456	8,4
CrepORIZÃO	3/9/1988	2,42	1,36	1/4/2004	9,95	1.013	7,53
Jamanxim	29/8/1987	2,16	24,8	28/2/2006	9,98	3.261	7,82
Jardim do Ouro	12/9/1987	1,4	26,5	25/3/2005	12,99	4.204	11,59

FONTE: ANA, 2011.

7.3.1.2.2.5 Características Hidrológicas dos Principais Tributários

O levantamento das características físicas de uma bacia são elementos de grande importância, possibilitando retratar, de forma comparativa, o comportamento hidrológico entre bacias, quanto ao maior ou menor grau de tendência de formação das cheias.

Desta forma são avaliadas as principais características dos tributários que compõem a Área de Influência Indireta do AHE São Luiz do Tapajós compreendendo a área abrangida pelo reservatório e trecho do rio Tapajós até a montante do rio Ratão.

Na área da bacia intermediária abrangida pela All, com uma superfície territorial de 15.094km², é identificada uma série de tributários formadores de pequeno porte afluindo pela margem esquerda.

Os tributários de maior porte afluem pela margem direita, moldando uma configuração assimétrica desta bacia. Dentre os maiores tributários, destacam-se os rios Jamanxim e Ratão afluentes pela margem direita e com áreas de drenagem respectivas de 58.633 e 2.233km².

No Mapa 7.3.1.2/01 - Estações e Postos Fluviométricos com Sub-bacias Contribuintes e Seções Topobatimétricas (Volume 3 – Mapas) é apresentada uma base onde são delimitadas as principais bacias contribuintes, com numeração ordenada de jusante para

montante, identificada através de uma codificação apontando o rio principal de deságue (Tapajós ou Jamanxim) e a margem onde ocorre a afluência.

7.3.1.2.2.5.1 Aspectos Metodológicos

A seguir são relacionados os parâmetros e as formulações consideradas nas análises referentes aos recursos hídricos.

- Tempo de Concentração (**T_c**) - É definido como o tempo de percurso da água na bacia desde o divisor de água até sua foz. Quanto menor o valor do tempo de concentração maior a tendência de se obter valores elevados de vazão de pico. Nesta estimativa adotou-se a fórmula do *California Highways and Public Works* (CHPW), definida pela seguinte expressão:

$$T_c = 0,95 * (L^3 / DH)^{0,385}$$

$$DH = C_{mon} - C_{jus}$$

onde:

T_c = Tempo de concentração em horas;

L = Comprimento do Talvegue principal em km e

C_{mon} = Cota do talvegue principal junto ao divisor de água em metros e

C_{jus} = Cota do talvegue principal junto a foz em metros.

- Velocidade de Escoamento da Água (**Vel**) - Definida em m/s pela seguinte expressão:

$$Vel = L / T_c$$

- Coeficiente de Compacidade (**k_c**) - É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Verifica-se que quanto mais próximo do 1 estiver o K_c, menor será o tempo de concentração e conseqüentemente maior tendência a ocorrência de enchentes. É definido pela seguinte expressão:

$$K_c = 0,28 * P / A^{0,5}$$

onde:

P = Perímetro da bacia em km e

A = Área da bacia em km²

- Fator de Forma (**Kf**) - É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, ou seja, relaciona a bacia a um retângulo. O fator de forma também é um indicativo de tendência a enchentes, ou seja, quanto menor for o fator de forma menor será a tendência a ocorrência de enchentes. É definido pela seguinte expressão:

$$Kf = A / L^2$$

onde:

A = Área da bacia em Km² e

L = Comprimento do maior curso d'água em Km.

7.3.1.2.2.5.2 Apresentação dos Resultados

No **Quadro 7.3.1.2.2.5.2/01** são apresentados os parâmetros físicos dos principais tributários formadores dos rios Tapajós e as características hidrológicas retratadas através dos valores do Tempo de Concentração, Velocidade de Escoamento, Coeficiente de Compacidade e Fator de forma.

Quadro 7.3.1.2.2.5.2/01 - Características Físicas por Sub-bacia Contribuinte.

Bacias	A (km ²)	P (km)	L (km)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)	Tc (horas)	Vel. (m/s)	Kc	kf	Curso d'água
TD 1	416,49	127,0	57,30	278,0	24,0	12,09	1,32	1,74	0,13	Ig. Itaboraí
TD 2	87,11	47,1	18,47	249,0	43,0	3,55	1,45	1,41	0,26	Ig. Pimental
TD 3	56,14	38,1	15,91	116,0	39,0	4,36	1,01	1,42	0,22	
TD 4	1.333,54	242,0	117,50	261,0	36,0	29,04	1,12	1,86	0,10	Rio Tucunaré
TD 5	235,85	70,8	28,69	120,0	45,0	8,70	0,92	1,29	0,29	
TD 6	352,60	112,7	49,40	105,0	43,0	17,54	0,78	1,68	0,14	Ig. Lajinha
TD 7	96,86	51,2	21,00	128,0	42,0	5,76	1,01	1,46	0,22	
TD 8	88,52	59,0	22,61	214,0	44,0	4,82	1,30	1,76	0,17	Ig. São João
TD 9	115,46	52,5	22,82	209,0	41,0	4,90	1,29	1,37	0,22	
TD 10	165,73	63,5	26,02	145,0	49,0	7,07	1,02	1,38	0,24	
TD 11	276,79	83,3	37,15	179,0	41,0	9,27	1,11	1,40	0,20	Ig. do Banheiro ou Farmácia
TD 12	436,70	103,4	46,17	199,0	44,0	11,40	1,13	1,39	0,20	Ig. Butica ou Putica
TD 13	2.232,77	275,7	87,47	229,0	55,0	22,80	1,07	1,63	0,29	Rio Ratão
TE 1	57,58	37,5	15,45	70,0	18,0	4,90	0,88	1,38	0,24	
TE 2	948,63	183,4	1,19	163,0	24,0	0,17	1,90	1,67	669,89	Ig. Tracoá
TE 3	135,40	55,3	24,45	161,0	22,0	5,70	1,19	1,33	0,23	Ig. São José
TE 4	50,20	32,4	16,04	158,0	37,0	3,70	1,21	1,28	0,20	
TE 5	42,36	37,1	16,53	131,0	34,0	4,17	1,10	1,60	0,16	
TE 6	259,53	98,9	46,17	158,0	42,0	12,74	1,01	1,72	0,12	Ig. Mambual
TE 7	52,92	37,5	16,85	105,0	38,0	4,91	0,95	1,44	0,19	

Bacias	A (km ²)	P (km)	L (km)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)	Tc (horas)	Vel. (m/s)	Kc	kf	Curso d'água
TE 8	71,94	55,0	25,43	116,0	38,0	7,45	0,95	1,82	0,11	
TE 9	41,86	37,6	18,50	183,0	44,0	4,13	1,24	1,63	0,12	
TE 10	28,83	32,3	12,64	194,0	38,0	2,55	1,38	1,68	0,18	
TE 11	457,17	104,5	56,24	155,0	45,0	16,33	0,96	1,37	0,14	Ig. Mariazinha
TE 12	213,23	67,3	27,44	147,0	41,0	7,23	1,05	1,29	0,28	
TE 13	376,13	111,9	39,14	135,0	39,0	11,32	0,96	1,62	0,25	Ig. Urubutu
TE 14	790,85	179,1	59,98	255,0	47,0	13,77	1,21	1,78	0,22	Ig. da Montanha
TE 15	590,22	136,7	64,68	223,0	61,0	16,54	1,09	1,58	0,14	Rio Jutai
TE 16	498,07	126,3	5,36	226,0	81,0	0,97	1,53	1,58	17,34	Ig. do Jacaré
TE 17	688,87	141,4	59,54	199,0	86,0	17,27	0,96	1,51	0,19	Ig. da Missão
JD 1	99,29	60,9	25,13	174,0	45,0	6,06	1,15	1,71	0,16	Ig. São Raimundo
JD 2	1.127,00	190,0	83,56	215,0	56,0	22,39	1,04	1,58	0,16	Rio Jamanzinho
JD 3	96,13	48,2	22,33	170,0	75,0	5,95	1,04	1,38	0,19	
JE 1	68,36	39,8	16,49	153,0	56,0	4,16	1,10	1,35	0,25	
JE 2	83,45	42,9	16,09	175,0	78,0	4,04	1,11	1,31	0,32	
JE 3	142,98	60,1	24,01	166,0	60,0	6,20	1,08	1,41	0,25	

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013

7.3.1.2.2.6 Corpos d'Água Perenes e Intermitentes

A identificação dos principais corpos d'água intermitentes foi realizada através de um trabalho de análise referenciada na cartografia disponível, onde se procurou identificar a presença de nascentes.

Os trabalhos se concentraram na análise do sistema hídrico existente na Área de Influência Indireta, realizada a partir de bases cartográficas com detalhamento suficiente para a identificação das interfaces entre as porções do sistema hídrico com regime intermitente e perene.

A inspeção de campo visando obter uma amostragem destas nascentes revelou-se infrutífera, em função das dificuldades de acesso as áreas dos mananciais e mais precisamente onde ocorrem os pontos de afloramentos e olhos d'água que caracterizam as regiões de nascentes.

Nesta pesquisa foram identificados 361 pontos de nascentes distribuídas na Área de Influência Indireta, tendo como referência as seguintes bases de informações:

- Cartas materializando a rede hídrica, disponibilizadas em escala 1:250.000 e 1:100.000, estas últimas reduzidas em escala 1:250.000, constituindo desta forma a base

cartográfica de referência, onde foram identificados trechos das drenagens perenes, drenagens intermitentes e possíveis pontos de nascentes; e

- Imagens do satélite orbital Landsat-5/TM com cenas obtidas em passagens realizadas no ano de 2011.

Todos os elementos obtidos destas análises foram consolidados em uma base cartográfica representativa do recurso hídrico, onde se procurou identificar os pontos dos álveos onde são observadas as interfaces entre os regimes de escoamento intermitente e perene.

Nesta delimitação são definidas duas partições da rede hídrica:

- Região de cabeceiras onde o escoamento depende do volume de água provido pelas precipitações. As vazões neste caso ficam restritas ao período chuvoso; e
- Região de nascentes onde o escoamento é mantido mesmo no período seco. Nesta região adotou-se uma faixa de 2.000m acompanhando o percurso do álveo a considerar os erros inerentes associados a este processo.

Na composição dos hidrogramas de vazões são identificadas três parcelas do escoamento, retratadas através dos processos cinéticos que ocorrem nas camadas do solo:

- A primeira parcela provém do escoamento superficial, caracterizado por hidrogramas com elevadas vazões de pico, sendo mantida quando da ocorrência de precipitação;
- A segunda parcela refere-se ao escoamento hipodérmico, podendo ser representado por um reservatório sub-superficial que promove uma pequena regularização no escoamento. Em função desta característica, é gerado um hidrograma amortecido com tempo de base mais longo em relação à parcela do escoamento superficial. O pequeno reservatório representativo desta parcela em geral não tem capacidade para assegurar uma vazão durante o período seco. A depender do tipo de solo e cobertura vegetal, este escoamento é mantido alguns dias após o fim das precipitações; e
- A terceira parcela refere-se a vazão de base, representada por um reservatório subterrâneo. A capacidade deste reservatório é função do tipo e espessura do solo superficial e tipo de cobertura existente. A água dirigida a este reservatório é resultado de um balanço hídrico considerando o aporte do volume de água que infiltra no solo e a parcela perdida pelo processo de evapotranspiração que, por sua vez, modula a umidade do solo. O excedente hídrico deste processo, conhecido como capacidade de campo, é veiculado ao reservatório representativo do lençol freático, caracterizado por possuir grande capacidade de regularização, sendo o principal responsável pela alimentação da vazão de base dos recursos hídricos. Nestas condições o escoamento

dos rios é garantido mesmo durante os períodos de estiagem, sendo determinante para manutenção da condição perene do rio.

A identificação dos cursos d'água intermitentes e perenes da All é apresentada no **Mapa 7.3.1.2/02 - Drenagens Perenes e Intermitentes com Indicação de Nascentes e Cabeceiras (Volume 3 – Mapas)**, elaborado na escala 1:250.000, onde são traçados os limites da região de cabeceiras. Nesta delimitação é assinalada também a faixa de transição definida em 2.000 metros, onde ocorrem os pontos de nascentes.

Visando aferir melhor confiabilidade na identificação das eventuais nascentes, utilizou-se mapa geomorfológico em escala 1:250.000, onde os tipos de relevo foram correlacionados com a localização das possíveis nascentes.

Nestas análises apuraram-se três tipos predominantes de relevo na All: Morros e Morrotes; Colinas Pequenas e Morrotes e Colinas Pequenas, conforme materializado no Mapa Geomorfologia.

O relevo de Morros e Morrotes, de forma geral, ocorre acompanhando os principais interflúvios associados às rochas granitoides do embasamento cristalino. O relevo de Colinas pequenas é predominante no domínio das rochas sedimentares e o relevo classificados como Morrotes e Colinas pequenas ocupa posições geralmente intermediárias entre os dois tipos de relevo citados anteriormente.

7.3.1.2.2.7 Usos das Águas Superficiais

Neste tópico são abordados os itens relacionados aos múltiplos usos das águas superficiais na Área de Influência Indireta – All do AHE São Luiz do Tapajós, permitindo aferir um entendimento sobre a disponibilidade e a demanda e a presença de fontes de poluição.

7.3.1.2.2.7.1 Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada

Com este objetivo procedeu-se uma intensa atividade de coleta de dados e informações através de visitas às áreas dos municípios que integram a All. Nesta atividade foram procedidas consultas junto às entidades oficiais (prefeituras municipais e concessionárias de água), coletadas informações junto às populações locais e realizadas observações “in loco” com documentação fotográfica ilustrando os aspectos relevantes identificados durante o trabalho de campo.

As coletas abrangeram dados relativos aos usos da água de parte dos municípios pertencentes a All, considerando os sistemas de aduções oficiais de abastecimento de água à população, a presença de lixões, áreas de disposição de resíduos sólidos, presença de fontes poluidoras relevantes decorrentes de atividades industriais e outras fontes que possam interferir com os recursos hídricos.

A inspeção de campo foi realizada no período de 23/10/2012 a 31/10/2012, onde foram percorridas 37 localidades em 2 municípios existentes na AII – Itaituba e Trairão.

As inspeções nas localidades situadas adjacentes aos cursos dos rios Tapajós, Jamanxim e outros tributários contribuintes foram desenvolvidas através do uso de voadeiras. Para as localidades situadas as margens das rodovias, respectivamente da BR-230 Transamazônica e da BR-163 Cuiabá-Santarém, utilizou-se veículo traçado.

Durante as inspeções foram realizadas anotações quanto aos aspectos relevantes relacionados ao uso da água e suas inter-relações com as condições de uso e ocupação do solo, acompanhado de documentação fotográfica e fichas padrão de campo, onde foram assinalados os dados coletados nos trabalhos de inspeção e que serão detalhados e apresentados no estudo da AID/ADA.

7.3.1.2.2.7.2 Principais Usos da Água na AII

Os principais usos da água na região da AII são dirigidos ao abastecimento doméstico com captações e distribuições realizadas pela prefeitura municipal de Trairão e pela concessionária de água COSANPA, que opera na sede municipal de Itaituba.

Normalmente, o que se observa são captações e distribuições realizadas em poços rasos, cacimbas ou poços profundos, onde a água é tratada através de simples cloração antes de sua distribuição.

A única exceção refere-se ao abastecimento urbano do município de Itaituba que, apesar de dispor diversas captações baseadas em poços profundos, utiliza-se também como alternativa, da captação de água no rio Tapajós, e que, após tratamento, é distribuído à população. Nesta partição, a captação derivada no rio Tapajós supre aproximadamente 15% do volume total de água demandado na cidade, sendo o restante realizado através da captação de poços tubulares profundos ou cacimbas particulares, de propriedades das empresas e dos próprios moradores residentes neste município.

A COSANPA realizou algumas tentativas de aumentar o volume de águas aduzidas de poços profundos e que resultaram infrutíferas em função de sua baixa capacidade. Em alguns dos poços mais profundos perfurados neste município, as águas apresentaram condições sulfurosas e com alta temperatura, o que impediu seu uso para o abastecimento das populações servidas pela rede de distribuição de água, possivelmente com níveis de captação nos sedimentos de origem evaporítica/carbonática das Formações Nova Olinda e Itaituba.

Ao longo da rodovia Transamazônica e próximo a sede municipal de Itaituba foram identificados alguns poços profundos operados por empresas particulares, cumprindo destacar os existentes na Fábrica de Cimento Itaituba Indústria de Cimento do Pará -

ITACIMPASA, no Frigorífico Frivata, no Frigorífico Friara e na Fazenda Maloquinha da Igreja de Deus. Mais distante, no km 180 desta mesma rodovia, existe um poço profundo particular que abastece o Hotel e Restaurante Frigideira da Nice, que dá apoio aos viajantes e garimpeiros da região.

A captação de água gerida pela Prefeitura Municipal de Trairão é por meio de aduções realizadas em 6 poços tubulares profundos, sendo 5 poços existentes na sede municipal, que atende 90% da população residente, e um na localidade de Três Bueiros.

O município de Trairão conta também com poços profundos operados por empresas particulares, com serraria e poços de gasolina existentes não só na sede municipal, como também em outras localidades pertencentes à municipalidade de Trairão. Dentre estas localidades destacam-se os poços profundos existentes em duas serrarias existentes na localidade de Jamanxim.

A localidade de Caracol não dispõe de poços profundos. Tentativas de perfuração resultaram infrutíferas, como a ocorrida em um posto de gasolina existente nesta localidade, onde foi perfurado aproximadamente 400 metros sem a obtenção de água.

A maior parte das captações existentes fora do perímetro urbano dos municípios é realizada através de poços rasos tipo cacimbas, como aquelas observadas nas localidades dispersas na área do entorno do curso dos rios Tapajós e Jamanxim.

As cacimbas localizadas às margens do rio Tapajós em geral possuem características semelhantes quanto à profundidade e lâmina da água acompanhando o nível do rio, ou seja, no período mais chuvoso apresentam maior quantidade de água com relação ao período mais seco.

Nas localidades mais distantes do rio, como as existentes às margens da rodovia BR-163, a exemplo de Caracol, as condições de escassez de água destas cacimbas no período mais seco são severas, chegando não raras vezes a secar.

Estas localidades e comunidades situadas em grande parte às margens do rio Tapajós, fazem uso também das águas dos rios e igarapés, voltados ao uso doméstico, tais como: banho, lavagem de louça e roupa e para recreação e lazer. As águas destinadas à dessedentação normalmente são cloradas antes de seu uso, por recomendação dos agentes sanitários.

Em algumas localidades, a captação do rio Tapajós é realizada através de bombas elétricas, outras captam água de maneira manual com o auxílio de baldes.

As fontes passíveis de poluição das localidades ribeirinhas são derivadas basicamente dos esgotos de origem doméstica, sendo pouco expressivos os efluentes gerados pelas atividades industriais.

Os esgotos domésticos gerados têm como destino final as fossas negras ou sépticas ou são lançados diretamente no sistema de drenagem sem qualquer tipo de tratamento. As localidades ribeirinhas não possuem rede de esgoto e tratamento dos resíduos sólidos gerados, vindo a constituir fonte de poluição potencial dos recursos hídricos.

Na AII do AHE São Luiz do Tapajós foram identificados quatro lixões onde os resíduos sólidos são dispostos sem qualquer cuidado ou tratamento. Um dos lixões está localizado na sede urbana de Itaituba e três no município de Trairão, sendo um na sede urbana e dois nas localidades de Bela Vista do Caracol/Trairão e Jamanxim/Trairão.

Em função da elevada disponibilidade hídrica do rio Tapajós e dos tributários frente as cargas poluidoras geradas nestas localidades, não se observou qualquer indício visual de alterações na qualidade da água.

As principais fontes de poluição percebidas durante as inspeções advêm das atividades garimpeiras de ouro e diamante que causam alterações sensíveis, principalmente nos cursos dos igarapés onde estes garimpos operam. Na Área de Influência Indireta, destaca-se o rio Ratão como o mais afetado por estas atividades. A espacialização dessas áreas pode ser verificada no Mapa Jazimentos Minerais com destaque para as áreas garimpadas, obtidas a partir da interpretação de imagens e verificações de campo.

7.3.1.2.2.7.3 Grandes Usuários da Água

Uma pesquisa no cadastro do SIAGAS-CPRM resultou na compilação de um total de 85 poços inseridos na área da AII e região limítrofe. Deste total, 80 poços localiza-se no município de Itaituba e cinco no município de Trairão, operados pelas concessionárias de água e pela iniciativa privada.

Verifica-se que a água captada é destinada principalmente ao uso doméstico, através de sistemas de captação e distribuição de água operados por entidades oficiais e particulares. Na sequência aparece a iniciativa privada com captações dirigidas às atividades industriais e irrigação dispersas nos municípios de Itaituba e Trairão.

Na sede municipal de Itaituba, a COSANPA, responsável pela distribuição de água à população, utiliza-se principalmente de água captada no rio Tapajós que atende atualmente 15% da população residente. Na sede municipal de Trairão, o abastecimento é baseado principalmente em captações realizadas em 5 poços tubulares profundos atendendo 90% da população residente.

No **Mapa 7.3.1.2./03 – Cadastro dos Usuários e Relação de Outorga da Água (Volume 3 – Mapas)** são indicados os locais dos pontos de captação de água superficial e subterrânea, assim como renovação de outorga, com registros junto a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) do Pará, sendo contabilizados 29 registros para o município de Itaituba e

03 registros para o município de Trairão. Os dados de vazões foram informados pela SEMA do Pará (SEMA/PA, fev/2014 juntamente com as informações relacionados ao ano da outorga, o município, tipos e modalidades de outorga solicitada, número da outorga e as respectivas coordenadas geográficas.

Não há outorgas concedidas pela Agência Nacional de Águas (ANA) na All do empreendimento, conforme consultas efetuadas em 2012 e 2013 junto a esta instituição.

7.3.1.2.2.8 Qualidade das Águas Superficiais

Neste item é apresentada uma contextualização regional da bacia hidrográfica do rio Tapajós, onde se insere a Área de Influência Indireta – All definida para o AHE São Luiz do Tapajós.

Segundo as macro-divisões hidrográficas instituídas pela Agência Nacional de Águas - ANA (Resolução nº 32/2003), a bacia do rio Tapajós compõe a “Região Hidrográfica Amazônica”. De acordo com a classificação adotada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a All integra a Sub-bacia 17 – Tapajós.

O rio Tapajós tem como formadores mais importante os rios Juruena e Teles Pires, que se unem próximo ao paralelo 7°30' de latitude sul, entre os limites estaduais do Mato Grosso, Pará e Amazonas, delimitando uma bacia de drenagem de aproximadamente 493.000km². Após percorrer aproximadamente 800km, o rio Tapajós desemboca à margem direita do rio Amazonas, formando uma ria que se estende por cerca de 100km até sua foz.

Ao longo de todo seu percurso, o rio Tapajós apresenta declividade média inferior a de seus formadores, com tributários de maior porte afluindo pela margem direita, o que resulta em uma bacia com conformação assimétrica. Os principais afluentes desta margem são os rios Cururu, Crepori e, o mais importante deles, o rio Jamanxim. Na margem esquerda, destaca-se o rio Arapiuns que deságua no trecho da ria do Tapajós, próximo à foz no rio Amazonas.

7.3.1.2.2.8.1 Aspectos Hidrometeorológicos

Em função do comportamento hidrodinâmico distinto, o curso do Tapajós pode ser subdividido em duas partições principais, Alto Curso e Baixo Curso, delimitadas pela presença da corredeira de São Luiz do Tapajós, conforme representada no **Mapa 7.3.1.2/04 - Pontos de Qualidade da Água na Bacia do Rio Tapajós (Volume 3 – Mapas)** em escala 1:1.000.000.

Outra característica relevante refere-se a sua elevada disponibilidade hídrica, ao atingir patamares acima 25 l/s/km², condicionado pelo elevado índice pluviométrico (média de 2.000 mm) incidente nas áreas das bacias contribuintes dos formadores, respectivamente Teles Pires e Juruena e no próprio setor bacia onde se insere o curso do Tapajós.

A elevada disponibilidade hídrica aliada ao baixo índice de ocupação territorial das bacias contribuintes resultam, de forma geral, em características de boa qualidade das águas, conforme identificado nas quatro campanhas de amostragens realizadas no âmbito da AID e ADA do empreendimento.

Condições mais adversas, no entanto, são verificadas nos cursos dos tributários do rio Tapajós onde são desenvolvidas as atividades garimpeiras, com reflexo na qualidade das águas, principalmente no que se refere às alterações associadas ao transporte de sedimentos.

A bacia do rio Jamanxim se caracteriza por conter inúmeras Unidades de Conservação. Ao sul dessa sub-bacia encontra-se a Serra do Cachimbo e, logo acima, rumo ao norte, o Parque Nacional do Rio Novo, seguido pela Floresta Nacional do Jamanxim. A rodovia BR-163 acompanha a margem direita do rio Jamanxim, passando por Novo Progresso, principal área urbana da região, atravessando a seguir o Parque Nacional do Jamanxim na porção mais setentrional desta sub-bacia.

A bacia do rio Crepori, com área de drenagem aproximada de 13.399km², tem como contribuintes principais o rio Marupá, à margem esquerda, e os rios Creporzinho e Piranhas, à margem direita. Grande parte dessa sub-bacia é ocupada por Unidades de Conservação, com destaque para o Parque Nacional do Rio Novo, que abriga as nascentes dos rios Mapurá e Crepori, além da Floresta Nacional Crepori e a APA do Tapajós.

Não são registrados núcleos urbanos expressivos nessa bacia. Contudo, o rio Crepori e seus afluentes apresentam a maior concentração de garimpo da bacia do Tapajós, sendo computados nessa região dezenas de pontos ativos e inativos de garimpo de ouro, em especial nos trechos do seu alto e médio cursos, com acesso proporcionado pela estrada Transgarimpeira.

Apesar de drenar extensas áreas legalmente protegidas, o alto curso do Tapajós sofre influência da qualidade das águas de seus principais formadores – Juruena e Teles Pires. Até a década de 90, a sub-bacia do rio Teles Pires, em Mato Grosso, foi palco de intensa atividade de garimpo de ouro, com todos os efeitos associados à descaracterização da rede hídrica, ao transporte de sedimentos.

Segundo estudos conduzidos no âmbito do Plano Diretor de Recursos Hídricos de Mato Grosso, a região do Juruena e Teles Pires concentra expressiva carga de poluentes gerada por atividades agropecuárias, especialmente associada ao cultivo de soja e à criação de bovinos e suínos.

Atualmente, a atividade garimpeira migrou ao norte em direção ao estado do Pará, na bacia do rio Tapajós, especialmente em sua margem direita, nas sub-bacias dos rios Crepori e Jamanxim, cujas descargas interferem nas águas do Alto Tapajós.

No setor do baixo curso do rio Tapajós, o uso e ocupação do solo, apresentam recortes espaciais bem distintos. Ao sul, concentra ao longo das vias BR-230 e BR-163 inúmeros assentamentos rurais nos municípios de Itaituba, Trairão e Rurópolis. Mais a jusante, o rio Tapajós passa pelos municípios de Aveiro e, a seguir, Santarém, onde o rio Arapiuns drena a reserva Extrativa Tapajós, que se apresenta como a área de melhor qualidade ambiental de toda a bacia do Tapajós.

O rio Arapiuns caracteriza-se também por ser o único rio dessa bacia que contém águas negras. Na margem direita, o curso do Tapajós passa pela Floresta Nacional Tapajós, onde há pequeno grau de intervenção antrópica. Esse quadro tende a se alterar nas proximidades de sua foz no rio Amazonas, onde está localizada a sede urbana de Santarém, principal pólo econômico regional.

7.3.1.2.2.8.2 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia

A análise dos aspectos de limnologia e da qualidade da água tem por objetivo apresentar um panorama indicativo das condições gerais dos principais cursos d'água que compõem a bacia do rio Tapajós a partir da confluência de seus principais formadores, rios Juruena e Teles Pires, até sua foz no rio Amazonas, considerando-se também o setor onde se insere a All do empreendimento.

Nesse sentido foram utilizados dados secundários disponíveis na literatura especializada, visando aferir informações de indicadores físico-químicos da qualidade da água que denotam interferências no ambiente aquático, merecendo destaque os seguintes trabalhos:

- **Projeto Brasil das Águas – PBA**

Compreende 25 pontos de amostragem na bacia hidrográfica do Tapajós, distribuídos ao longo dos rios Tapajós, Crepori, Jamanxim e seus principais afluentes. Tais levantamentos, desenvolvidos na All entre junho e agosto de 2004 (período de estiagem), contêm informações de qualidade da água e limnologia, entre outros indicadores de interesse para avaliação do ambiente aquático. No **Quadro 7.3.1.2.2.8.2/01 - Pontos de Coleta de Qualidade das Águas – Projeto Brasil das Águas** é apresentada a rede que compõem os pontos de coleta.

Quadro 7.3.1.2.2.8.2/01 - Pontos de Coleta de Qualidade das Águas – Projeto Brasil das Águas.

Ponto	Município	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
8	Rio Tapajós - Itaituba	04° 14' 21"	55° 55' 32"
9	Rio Tapajós - Itaituba	05° 15' 52"	56 58 50.04
13	Rio Cururu ou Cururu-ri - Jacareacanga	07° 22' 18"	57° 57' 07"
14	Rio Cururu ou Cururu-ri - Jacareacanga	07° 33' 46"	57° 42' 01"
17	Rio Tapajós - Jacareacanga	06° 12' 06"	57° 41' 07"
18	Rio das Tropas - Jacareacanga	06° 13' 12"	57° 32' 29"
21	Rio Tapajós - Maués/Jacareacanga	06° 28' 22"	58° 15' 50"
22	Rio Tapajós - Maués/Jacareacanga	07° 06' 49"	58° 13' 55"
36	Rio Tapajós - Trairão/Itaituba	04° 43' 52"	56° 25' 08"
12	Rio Crepori - Itaituba/Jacareacanga	05° 52' 09"	57° 09' 43"
26	Rio Crepori – Novo Progresso/Jacareacanga	06° 43' 16"	56° 52' 32"
10	Rio Jamanxim - Itaituba	06° 10' 54"	55° 48' 05"
23	Rio Jamanxim - Novo Progresso	07° 08' 47"	55° 25' 37"
24	Rio Novo - Novo Progresso/Itaituba	06° 26' 14"	55° 46' 31"
25	Rio Novo - Novo Progresso/Itaituba	06° 40' 54"	56° 06' 28"
35	Rio Jamanxim - Trairão	05° 22' 52"	56° 04' 35"
37	Rio Jamanxim - Trairão/Itaituba	04° 47' 37"	56° 26' 44"
5	Rio Tapajós - Aveiro	03° 15' 36"	55° 10' 57"
6	Rio Tapajós - Belterra	02° 46' 39"	55° 01' 48"
7	Rio Tapajós - Itaituba	04° 14' 21"	55° 55' 31"
11	Rio Tapajós - Itaituba	05° 15' 52"	56° 58' 50"
28	Rio Arapiuns - Santarém	02° 16' 17"	55° 03' 05"
29	Rio Tapajós - Santarém	02° 25' 06"	54° 44' 47"
31	Rio Arapiuns - Santarém	03° 06' 48"	55° 14' 27"
33	Rio Tapajós - Santarém	02° 33' 03"	55° 20' 10"

FONTE: Projeto Brasil das Águas.

- **Dados Disponíveis nas Estações Fluviométricas operada pela Agência Nacional de Águas – ANA**

Compreende os dados de duas estações implantadas no rio Tapajós, conforme apresentado no **Quadro 7.3.1.2.2.8.2/02**. As medições compreendem os seguintes parâmetros: Temperatura da Amostra, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido, onde foram considerados os dados de amostragens realizadas a partir do ano 2000.

Quadro 7.3.1.2.2.8.2/02 – Estações Operadas pela Agência Nacional de Águas - ANA.

Estação	Código	Tipo da Estação	Rio	Coordenadas		Número de Registros
				Latitude	Longitude	
Barra do São Manoel	17430000	FDSQ	Tapajós	07°20'23"	58°09'19"	96
Itaituba	17730000	FDSQ	Tapajós	04°16'32"	55°58'56"	181

Observação: Tipo da estação: F – estação fluviométrica; D – medição de descarga líquida; T – estação telemétrica; S – coleta de sedimentos; Q – medição de qualidade da água.

FONTE: Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA <http://hidroweb.ana.gov.br>, 2007.

- **Dados de Campanhas Desenvolvidas no Âmbito dos Estudos Ambientais (EIA-RIMA) do AHE São Luiz do Tapajós**

Compreende os dados de quatro campanhas de amostragens de qualidade da água e qualidade dos sedimentos contemplando uma rede de amostragem composta por 41 pontos de coleta distribuídos na calha do rio Tapajós, tributários afluentes e lagoas.

As campanhas foram desenvolvidas no decorrer do ano de 2012 e tiveram por objetivo amostrar a qualidade da água durante os períodos de cheia (abril), vazante (julho), seca (setembro) e enchente (dezembro), acompanhando a sazonalidade do regime de vazões.

Os dados analíticos relativos às quatro campanhas de amostragens de qualidade da água são apresentados de forma detalhada no item de qualidade da água da AID/ADA.

7.3.1.2.2.8.3 Avaliação da Qualidade da Água

7.3.1.2.2.8.3.1 Dados das Campanhas de Monitoramento de Qualidade da Água

Nos **Quadros 7.3.1.2.2.8.3.1/01 a 7.3.1.2.2.8.3.1/03** são apresentados os resultados das campanhas de monitoramento da qualidade da água desenvolvidas no âmbito do Projeto Brasil das Águas - PBA e pela Agência Nacional de Águas – ANA.

A localização dos pontos de qualidade da água do PBA e da ANA, juntamente com os pontos de coleta de qualidade da água do EIA do AHE São Luiz do Tapajós encontram-se espacializados no Mapa 7.3.1.2/04 - Pontos de Qualidade da Água na Bacia do Rio Tapajós (Volume 3 – Mapas) em escala 1:1.000.000, que também ilustra a compartimentação da referida bacia em seu baixo e alto curso.

Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/01 - Pontos de Amostragem do Projeto Brasil das Águas na Bacia do Tapajós.

Código	Nome	Data	Temp. (°C)	Salinid. (‰)	Con dutiv. (µS/cm)	OD (mg/L)	pH	Turbi dez (NTU)	Cloro fila (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Orto fosfato (µg/L)	Sulfato (µg/L)	Amônio (µg/L)	P total (µg/L)	Estado trófico	Fluoreto (µg/L)	Cloreto (mg/L)	Brometo (µg/L)
VMP			-	-	-	≥5,0	6,0-9,0	100	30	1 mg/L	10 mg/L	-	250 mg/L	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) 1,0 (8,0 < pH ≤ 8,5) 0,5 (pH > 8,5)	0,030 (lênticos) 0,050 mg/L (intermediários) 0,10 mg/L (lóticos)	-	1,4 mg/L	250 mg/L	-
8	Rio Tapajós – Itaituba	21/08/2004	31,36	0,02	43	5,82	7,46	4,2	13,7	0	1,63	0,97	25,16	0	15,17	Oligotrófico	7,94	0,19	0
9	Rio Tapajós – Itaituba	21/08/2004	30,81	0,02	44	5,86	7,3	15,2	7,1	0	7,78	0,97	33,45	0,53	15,65	Oligotrófico	10,26	0,25	0
13	Rio Cururu ou Cururu-ri - Jacareacanga	25/06/2004	27,2	0,01	27	6,36	6,58	10,8	6,9	0,12	36,14	0	0,047	0	21,08	Oligotrófico	11,1	0,23	2,6
14	Rio Cururu ou Cururu-ri - Jacareacanga	25/06/2004	26,78	0,01	28	6,41	6,4	8	2,9	0,09	41,61	1,35	0,05	1,9	24,59	Oligotrófico	4,53	0,27	2,27
17	Rio Tapajós - Jacareacanga	21/08/2004	30,45	0,02	44	5,56	7,29	4,4	3,1	0	6,98	0	21,58	0	14,21	Oligotrófico	7,56	0,14	0
18	Rio das Tropas - Jacareacanga	21/08/2004	28,95	0,02	45	5,51	6,88	22,4	11,7	0	31,79	0	0,083	0	25,07	Oligotrófico	34,59	0,59	4,57
21	Rio Tapajós - Maués/Jacareacanga	21/08/2004	29,08	0,02	44	5,96	7,22	3,9	3,7	0	26,76	0,97	28,75	0	9,74	Oligotrófico	7,17	0,21	0
22	Rio Tapajós - Maués/Jacareacanga	25/06/2004	28,19	0,01	30	6,25	7,22	3,9	9	0	12,86	6,81	22,7	0	14,85	Oligotrófico	9,88	0,21	0
36	Rio Tapajós - Trairão/Itaituba	21/08/2004	30,12	0,02	43	6,35	7,42	8	Nulo	0	6,44	0,97	25,83	0	13,89	Oligotrófico	9,1	0,18	0
12	Rio Crepori - Itaituba/Jacareacanga	21/08/2004	29,89	0,02	52	6,04	7,23	252,6	19,7	0,62	144,42	0	0,131	3,79	14,2	Oligotrófico	51,34	0,53	4,57
26	Rio Crepori - Novo progresso/Jacareacanga	21/08/2004	26,54	0,02	53	5,88	6,91	660	39	0,41	186,9	1,16	0,162	0	198,01	Eutrófico	51,7	0,43	4,07
10	Rio Jamanxim - Itaituba	21/08/2004	28,82	0,03	61	6,69	7,45	20,8	12	0,29	65,96	2,9	0,082	0	20,92	Oligotrófico	51,8	0,52	3,42
23	Rio Jamanxim - Novo Progresso	20/08/2004	28,72	0,03	63	3,89	7,12	2,8	3,8	0	9,66	2,13	0,067	0	27,79	Mesotrófico	51,96	0,42	4,07
24	Rio Novo - Novo progresso/Itaituba	21/08/2004	28,16	0,03	57	5,99	7,25	46,9	13,2	0,12	153,87	0	0,096	0	23	Oligotrófico	35,2	0,43	3,91
25	Rio Novo - Novo	21/08/2004	27,86	0,03	58	5,88	7,2	90	17	0,15	198,08	0	0,1	0	21,72	Oligotrófico	45,28	0,41	11,14

Código	Nome	Data	Temp. (°C)	Salinid. (‰)	Con dutiv. (µS/cm)	OD (mg/L)	pH	Turbi dez (NTU)	Cloro fila (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Orto fosfato (µg/L)	Sulfato (µg/L)	Amônio (µg/L)	P total (µg/L)	Estado trófico	Fluoreto (µg/L)	Cloreto (mg/L)	Brometo (µg/L)
	Progresso/Itaituba																		
35	Rio Jamanxim - Trairão	21/08/2004	29,62	0,03	59	6,27	7,64	5,8	10,1	0	21,46	0	0,081	0	19,32	Oligotrófico	44,51	0,59	4,57
37	Rio Jamanxim - Trairão/Itaituba	21/08/2004	30,7	0,02	54	7	7,53	4,7	2,2	0	21,04	0	0,077	0	23,95	Oligotrófico	33,82	0,58	4,4
5	Rio Tapajós - Aveiro	22/08/2004	31,08	0,02	50	7,98	7,16	1,8	8,3	0	14,73	2,92	59,45	0	15,17	Oligotrófico	11,04	0,28	0
6	Rio Tapajós - Belterra	22/08/2004	30,43	0,02	49	6,79	6,87	1,3	4	0	13,39	1,95	50,93	0	15,97	Oligotrófico	11,04	0,32	0
7	Rio Tapajós - Itaituba	20/08/2004	31,46	0,02	37	5,68	7,28	2,9	0,3	0	2,7	1,95	34,8	0	18,84	Oligotrófico	9,88	0,24	0
11	Rio Tapajós - Itaituba	21/08/2004	31,72	0,02	44	5,99	7,46	3,9	9,4	0	6,98	0	30,76	0	13,25	Oligotrófico	10,65	0,19	0
28	Rio Arapiuns - Santarém	24/08/2004	30,11	0,03	68	7,84	6,68	11	9,6	0,03	0,84	0	0,11	0	6,71	Oligotrófico	5,14	1,01	3,09
29	Rio Tapajós - Santarém	23/08/2004	30,65	0,02	51	5,75	7,64	3,5	6,9	0	20,07	3,89	67,74	0,53	13,41	Oligotrófico	11,42	0,58	0
31	Rio Arapiuns - Santarém	22/08/2004	30,83	0,02	45	5,96	5,23	0,6	2,6	0	17,28	0	0,075	0,95	10,7	Oligotrófico	6,48	1	3,58
33	Rio Tapajós - Santarém	22/08/2004	31,47	0,02	49	7,77	7,1	7,6	8,1	0	13,39	1,95	53,62	0	13,73	Oligotrófico	10,65	0,34	0

FONTE: Projeto Brasil das Águas, 2004.

OBSERVAÇÕES: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas classe 2; para os parâmetros oxigênio dissolvido e pH os valores representam, respectivamente, o valor mínimo permitido pela legislação e a faixa limite.

NOTA: Valores em vermelho encontram-se acima do VMP.

Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/01 - Pontos de Amostragem do Projeto Brasil das Águas na Bacia do Tapajós (continuação)

Código	Nome	Potássio (mg/L)	Sódio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Cálcio (mg/L)	Íons totais	N inorg.disolv. (µg/L)	CTD (mg/L)	COD (mg/L)	CID (mg/L)	Cádmio (mg/L)	Cromo (mg/L)	Manganês (mg/L)	Níquel (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Zinco (mg/L)	Cobalto (mg/L)	Bário (mg/L)	Arsênio (mg/L)
	VMP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001mg/L	0,05 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	-	-	0,01 mg/L
8	Rio Tapajós – Itaituba	0,9	0,69	1,39	1,27	4,48	1,63	12,16	10,13	2,03	0	0	0,0005	0	0,0335	0	0	0,0125	0
9	Rio Tapajós – Itaituba	1,1	0,95	1,45	1,34	5,15	8,31	12,72	10,77	1,95	0	0	0,0002	0	0,2507	0	0	0,013	0
13	Rio Cururu ou Cururu-ri – Jacareacanga	0,2	0,34	0,77	1,26	2,85	36,26	4,606	3,972	0,63	0,0079	0,012	0,1314	0,0092	0,0039	0,021	0,0075	0,0164	0
14	Rio Cururu ou Cururu-ri – Jacareacanga	0,25	0,41	0,82	1,23	3,03	43,59	4,614	3,83	0,78	0,0076	0,0086	0,1205	0,0069	0,0057	0,0443	0,007	0,015	0
17	Rio Tapajós – Jacareacanga	0,82	0,55	1,48	1,27	4,3	6,98	5,9	0,42	5,48	0	0	0,0006	0	0,1756	0	0	0,0102	
18	Rio das Tropas – Jacareacanga	1,03	2,33	0,86	2,12	7	31,79	3,398	1,901	1,5									
21	Rio Tapajós – Maués/Jacareacanga	0,87	0,68	1,64	1,63	5,1	26,76	4,19	2,13	2,06	0	0	0	0	0,0269	0	0	0,0141	0
22	Rio Tapajós – Maués/Jacareacanga	0,98	0,87	1,18	1,3	4,59	12,86	8,24	6,12	2,12	0,0076	0,0131	0,1548	0,0123	0,0032	0,0705	0,0073	0,0198	0
36	Rio Tapajós – Trairão/Itaituba	0,98	0,81	1,39	1,29	4,68	6,44	7,24	2,79	4,46	0	0,005	0,007	0,0068	0,7769	0,0072	0	0,0131	0
12	Rio Crepori – Itaituba/Jacareacanga	1,27	2,57	0,6	1,43	6,61	148,83	3,338	1,325	2,01	0	0,0011	0,0174	0	0,0218	0	0	0,0306	
26	Rio Crepori – Novo progresso/Jacareacanga	1,45	2,63	0,7	1,53	6,98	187,31	3,371	1,324	2,05	0	0,0006	0,0263	0	0,0248	0	0	0,0519	0
10	Rio Jamaxim – Itaituba	1,54	3,22	1,01	2,29	8,7	66,25	5,141	1,753	3,39	0	0,0006	0,005	0	0,1748	0	0	0,0377	
23	Rio Jamaxim – Novo Progresso	1,81	3,5	1,19	3,07	10,07	9,66	5,828	1,826	4	0	0,0018	0	0	0,1783	0,0018	0	0,0541	0
24	Rio Novo – Novo progresso/Itaituba	1,34	2,76	0,91	2,09	7,73	153,98	4,61	1,843	2,77	0	0	0,0083	0	0,1871	0	0	0,0365	0
25	Rio Novo – Novo Progresso/Itaituba	1,39	2,81	1,09	2,77	8,72	198,22	4,291	1,587	2,7	0	0	0,0119	0	0,1769	0	0	0,0387	0
35	Rio Jamaxim – Trairão	1,42	2,9	0,92	2,2	8,09	21,46	5,259	2,335	2,92	0	0	0,0053	0	0,1867	0	0	0,0392	0,0027
37	Rio Jamaxim – Trairão/Itaituba	0,96	2,31	0,36	0,93	5,19	21,04	5,068	2,026	3,04	0	0	0,0053	0	0,0263	0	0	0,0298	0
5	Rio Tapajós – Aveiro	1,16	1,12	1,44	1,56	5,65	14,73	26,93	24,79	2,14	0	0,0075	0,005	0,0031	0,8383	0	0	0,0139	0
6	Rio Tapajós – Belterra	1,14	1,25	1,34	1,53	5,65	13,39	6,89	2,96	3,93	0	0,01	0,0084	0,0311	0,7743	0	0	0,0137	0,003
7	Rio Tapajós – Itaituba	1,12	1,07	1,42	1,67	5,56	2,7	5,68	0,78	4,9	0	0,0049	0,0068	0,0096	0,7711	0,0004	0	0,0174	0
11	Rio Tapajós – Itaituba	1,07	0,92	1,49	1,49	5,21	6,98	5,78	0,01	5,77	0	0	0	0	0,0227	0	0	0,0126	0
28	Rio Arapiuns – Santarém	0,28	0,9	0,51	1,3	4	0,87	3,089	2,215	0,87	0	0,0061	0,002	0,0156	0	0	0	0,0121	0
29	Rio Tapajós – Santarém	1,3	1,54	1,23	1,38	6,14	20,6	12,02	10,13	1,89	0	0,0014	0	0	0	0	0	0,0138	0
31	Rio Arapiuns – Santarém	0,08	0,71	0,21	0,43	2,47	18,23	2,834	2,463	0,37	0	0,0075	0,0081	0,0198	0,7891	0,0091	0	0,0017	0
33	Rio Tapajós – Santarém	1,14	1,18	1,4	1,49	5,64	13,39	10,44	3	7,44	0	0,0046	0,0055	0,0179	0,7652	0	0	0,0171	0

FONTE: Projeto Brasil das Águas, 2004.

OBSERVAÇÕES: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas classe 2; para os parâmetros oxigênio dissolvido e pH os valores representam, respectivamente, o valor mínimo permitido pela legislação e a faixa limite.

NOTA: Valores em vermelho encontram-se acima do VMP.

Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/02 - Dados de Campanha de Qualidade da Água – Estação Barra do São Manoel.

Data	Hora	Posição	Vertical	Chuva	Prof. (m)	Temp. da Amostra (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Cond. elétrica (µS/cm a 20°C)	OD (mg/l)
26/5/2000	08:02	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	27	6,09	-	13,18	7,1
26/5/2000	08:11	Centro	Superficial	Não	0,5	27,6	6,23	-	13,55	7,2
26/5/2000	08:17	Margem direita	Superficial	Não	0,5	26,5	6,13	-	28,5	7,1
26/5/2000	08:25	Composta	Superficial	Não	0,5	26,4	6,17	-	18,18	7
21/7/2000	15:35	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	28,6	6,01	-	13,32	7,3
21/7/2000	15:41	Centro	Superficial	Sim	0,5	28,6	5,79	-	25,1	7,6
21/7/2000	15:46	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	26	6,18	-	20,5	7,8
21/7/2000	15:50	Composta	Superficial	Sim	0,5	25,7	6,49	-	18,6	6,6
27/10/2000	11:13	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	28,6	6,4	-	9,19	7,3
27/10/2000	11:33	Centro	Superficial	Sim	0,5	28,6	6,3	-	8,96	6,4
27/10/2000	11:57	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	28,6	5,8	-	25,8	6,6
27/10/2000	12:05	Composta	Superficial	Sim	0,5	28,4	6,1	-	13,53	6,6
4/10/2001	18:00	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	26,3	5,75	-	5,9	3,2
4/10/2001	18:05	Centro	Superficial	Não	0,5	26,6	5,86	-	14,3	3,4
4/10/2001	18:10	Margem direita	Superficial	Não	0,5	26,2	5,95	-	14,5	3,3
4/10/2001	18:15	Composta	Superficial	Não	0,5	25,8	5,96	-	8,12	3,1
30/1/2002	14:15	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	27,6	6,16	-	21,14	5,8
8/12/2006	18:00	Centro	Superficial	Não	0,2	29,8	5,13	-	0,37	7,6
9/12/2007	13:30	Centro	Superficial	Não	0,2	26,9	4,6	-	-	7,8
19/4/2008	17:00	Centro	Superficial	Sim	0,2	27,3	7,12	-	-	7,1
19/4/2008	17:40	Centro	Superficial	Sim	0,2	27,3	7,12	-	-	7,1
16/11/2008	14:54	Centro	Superficial	Não	0,2	31,02	6,95	4,33	11,33	0,25
16/2/2009	13:48	Centro	Superficial	Não	0,2	28,43	6,45	4,44	10,33	0,1
17/5/2009	15:00	Centro	Superficial	Não	0,2	27,61	6,81	15,1	11,67	0,98
1/8/2009	14:14	Centro	Superficial	Não	0,2	30,2	7,24	1,94	17,33	-
4/11/2009	09:07	Centro	Superficial	Não	0,2	30,49	7,24	3,1	10,67	2,81
26/2/2010	11:11	Centro	Superficial	Não	0,2	27,93	6,17	6,91	11	1,74
18/5/2010	08:46	Centro	Superficial	Não	0,2	28,65	6,17	5,77	14	1,46
7/8/2010	09:00	Centro	Superficial	Não	0,2	27,88	6,22	4,7	16,7	0,68
9/11/2010	08:45	Centro	Superficial	Não	0,2	30,52	5,95	4,74	38	0,92
8/2/2011	08:45	Centro	Superficial	Não	0,2	-	5,95	7,64	16	0,79
10/5/2011	11:30	Centro	Superficial	Não	0,2	-	6,51	5,29	11	0,51
7/8/2011	08:55	Centro	Superficial	Não	0,2	29,17	6,91	3,21	13	0,67

Data	Hora	Posição	Vertical	Chuva	Prof. (m)	Temp. da Amostra (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Cond. elétrica (μS/cm a 20°C)	OD (mg/l)
30/1/2002	14:20	Centro	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,32	-	22,3	5,2
30/1/2002	14:25	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,44	-	52,9	5,6
30/1/2002	14:30	Composta	Superficial	Sim	0,5	27	6,59	-	30,1	5,3
13/5/2002	14:00	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,66	-	28,3	6
13/5/2002	14:12	Centro	Superficial	Sim	0,5	27,5	6,77	-	19,45	5,7
13/5/2002	14:25	Margem	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,7	-	23,5	5,3
25/11/2002	12:22	Centro	Superficial	Sim	0,5	25,2	5,33	-	12,13	4,2
25/11/2002	12:40	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	24,8	5,67	-	21,7	4,6
25/11/2002	12:55	Composta	Superficial	Sim	0,5	24,7	5,69	-	14,29	4,8
7/11/2003	10:08	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	22,2	7	-	11,95	5
7/11/2003	10:26	Centro	Superficial	Sim	0,5	22,2	6,85	-	10,91	4,3
7/11/2003	10:52	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	22,3	6,8	-	21,8	4,6
13/5/2002	14:32	Composta	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,63	-	23,4	5
10/9/2002	11:45	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	27,6	7,28	-	9,79	6,23
10/9/2002	11:51	Centro	Superficial	Não	0,5	28,4	7,04	-	23,6	5,8
10/9/2002	11:58	Margem direita	Superficial	Não	0,5	28,8	6,95	-	24,8	6
10/9/2002	12:10	Composta	Superficial	Não	0,5	28,6	6,98	-	21,2	6
25/11/2002	12:12	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	25,3	6,43	-	11,47	5,4
7/11/2003	11:00	Composta	Superficial	Sim	0,5	22,4	6,89	-	14,46	4,8
9/8/2005	11:55	Superfície	Superficial	Não		25,6	6,3	-	14,6	8,4
19/11/2005	09:00	Centro	Integrada	Não		28,1	5,72	-	9,4	7,9
26/2/2006	18:50	Centro	Superficial	Não	0,2	27	4,92	-	-	7,9
2/7/2006	09:00	Centro	Superficial	Não	0,2	28	5,71	-	-	7,1
22/9/2006	18:15	Centro	Superficial	Não	0,2	30	3,79	-	-	7,6

FONTE: ANA, 2007.

Quadro 7.3.1.2.2.8.3.1/03 - Dados de Campanha de Qualidade da Água – Estação de Itaituba.

Data	Hora	Posição	Vertical	Choveu	Prof. (m)	Temp. da Amostra (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Cond. elétrica (µS/cm a 20°C)	OD (mg/l)
22/5/2000	13:05	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	22,5	5,97	-	19,3	2,8
22/5/2000	13:20	Centro	Superficial	Sim	0,5	21,2	6,07	-	14,07	4,4
22/5/2000	14:10	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	21,6	6,2	-	13,89	3,7
22/5/2000	14:30	Composta	Superficial	Sim	0,5	22,4	5,99	-	14,26	5,1
8/8/2000	14:55	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	28,2	5,64	-	43	5,96
8/8/2000	15:10	Centro	Superficial	Sim	0,5	27,8	5,47	-	32,3	6,02
8/8/2000	15:15	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	26,8	6,12	-	26,4	5,76
8/8/2000	15:25	Composta	Superficial	Sim	0,5	28,8	5,69	-	33,7	6,12
2/11/2000	10:00	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	26,6	6,2	-	17,96	5,2
2/11/2000	10:04	Centro	Superficial	Não	0,5	26,6	6,4	-	18,8	3,2
2/11/2000	10:09	Margem direita	Superficial	Não	0,5	27	6,1	-	16,65	3,2
2/11/2000	10:15	Composta	-	Não	0,5	27	6,1	-	17,36	3,4
29/1/2001	13:30	Composta	Superficial	Sim	0,5	23,8	6,3	-	16,68	5,9
29/1/2001	13:15	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	24,7	6,17	-	22,2	5
29/1/2001	13:21	Centro	Superficial	Sim	0,5	24,7	6,23	-	19,27	3,7
29/1/2001	13:26	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	24	6,28	-	19,23	4,8
18/7/2001	06:50	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	28	6,23	-	17,21	2,9
18/7/2001	07:05	Centro	Superficial	Sim	0,5	28,9	6,19	-	17,24	3,5
18/7/2001	07:20	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	28,8	6,09	-	15,78	2,8
18/7/2001	10:40	Composta	Superficial	Sim	0,5	28,7	5,84	-	16,85	3,2
21/10/2001	11:32	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	27,1	6,56	-	19	7,6
21/10/2001	11:37	Centro	Superficial	Não	0,5	27	6,08	-	17,38	7,4
21/10/2001	11:44	Margem direita	Superficial	Não	0,5	27	6,05	-	16,32	7,6
21/10/2001	11:51	Composta	Superficial	Não	0,5	27,6	6,02	-	17,36	7,7
15/2/2002	17:10	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	26	8,77	-	37	5
15/2/2002	17:18	Centro	Superficial	Sim	0,5	26	8,21	-	26,9	5,8
15/2/2002	17:23	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	26,1	8,19	-	22,3	5,9
15/2/2002	17:30	Composta	Superficial	Sim	0,5	26	8,25	-	29,6	5,6

Data	Hora	Posição	Vertical	Choveu	Prof. (m)	Temp. da Amostra (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Cond. elétrica (µS/cm a 20°C)	OD (mg/l)
14/5/2002	10:33	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,66	-	16,74	4,8
14/5/2002	10:52	Centro	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,7	-	16,56	4,8
14/5/2002	11:10	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,84	-	15,45	4,5
14/5/2002	11:30	Composta	Superficial	Sim	0,5	27,3	6,81	-	20,5	4,9
22/8/2002	13:40	Centro	Superficial	Não	0,5	28,6	5,58	-	19,4	4,3
22/8/2002	13:45	Margem direita	Superficial	Não	0,5	28,6	5,4	-	18,16	4,7
22/8/2002	13:50	Composta	Superficial	Não	0,5	28,6	5,58	-	17,98	4,4
22/8/2002	13:35	Margem esquerda	Superficial	Não	0,5	28,6	6,45	-	17,48	3,7
12/12/2002	12:15	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	25,4	5,75	-	19,73	4,5
12/12/2002	12:19	Centro	Superficial	Sim	0,5	25,4	5,93	-	16,84	3,9
12/12/2002	12:24	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	25,4	6,03	-	17,58	3,8
12/12/2002	12:29	Composta	Superficial	Sim	0,5	25,4	6,11	-	17,53	4
28/11/2003	11:10	Margem esquerda	Superficial	Sim	0,5	22,3	6,74	-	18,16	5,2
28/11/2003	11:15	Centro	Superficial	Sim	0,5	22,5	6,74	-	16,93	4,4
28/11/2003	11:19	Margem direita	Superficial	Sim	0,5	22,6	6,8	-	18,61	4,6
28/11/2003	11:23	Composta	Superficial	Sim	0,5	22,8	6,77	-	16,77	4,5
3/7/2005	12:30	Superfície	Superficial	Não		28,5	5,4	-	11,4	
31/7/2005	12:30	Superfície	Superficial	Não		28,5	5,4	-	11,4	8,6
9/11/2005	11:20	Centro	Integrada	Não		29,4	6,09	-	11,1	7,9
3/3/2006	17:40	Centro	Superficial	Não	0,2	27,5	3,34	-	2,8	7,9
5/7/2006	11:00	Centro	Superficial	Não			4,13	-		7,2
14/9/2006	13:20	Centro	Superficial	Não	0,2	31,9	4,98	-	0	5,6
30/11/2006	15:30	Centro	Superficial	Não	0,2	31,3	4,5	-	0,518	7,3
13/12/2007	14:30	Centro	Superficial	Sim	0,2	27,1	5,29	-	-	7,9
8/4/2008	18:10	Centro	Superficial	Sim	0,2	25,8	7,04	-	-	7,6
6/11/2008	15:03	Centro	Superficial	Não	0,2	30,94	7,1	10,3	12,67	0,21
4/2/2009	17:36	Centro	Superficial	Não	0,2	28,89	6,61	6,14	12,67	0,12
6/5/2009	14:45	Centro	Superficial	Não	0,2	27,65	6,57	9,04	12,67	0,64
26/7/2009	16:22	Centro	Superficial	Não	0,2	31,19	7,23	3,39	14,67	0,31
27/10/2009	12:25	Centro	Superficial	Não	0,2	32,29	7,31	7,6	13,67	1,58
18/2/2010	10:16	Centro	Superficial	Não	0,2	29,14	6,51	9,63	13	1,45
10/5/2010	09:39	Centro	Superficial	Não	0,2	30,32	5,97	10,5	14	1,79
30/7/2010	10:35	Centro	Superficial	Não	0,2	30,89	6,51	5,95	12	0,66

Data	Hora	Posição	Vertical	Choveu	Prof. (m)	Temp. da Amostra (°C)	pH	Turbidez (FTU)	Cond. elétrica (µS/cm a 20°C)	OD (mg/l)
31/10/2010	09:40	Centro	Superficial	Não	0,2	31,66	5,86	5,92	13	0,3
30/1/2011	08:21	Centro	Superficial	Não	0,2	-	5,72	22	13	1,05
6/5/2011	11:00	Centro	Superficial	Não	0,2	-	5,82	8,67	0,13	0,71
30/7/2011	09:25	Centro	Superficial	Não	0,2	3092	7,41	4,69	15	1,26

OBSERVAÇÕES: (-) Sem Informações

FONTE: ANA, 2007.

- **Compartimento da Sub-bacia do Alto Tapajós**

Os afluentes do alto curso do rio Tapajós, rios Juruena e Teles Pires, contribuem com carga poluidora gerada principalmente pela agricultura intensiva, notadamente pelo cultivo de soja, associado à pecuária, que aferem um aporte significativo de nutrientes minerais, especialmente de nitrogênio e fósforo. Entre os efeitos indesejáveis desse processo, destaca-se o desenvolvimento do fitoplâncton, incluindo exemplares de cianobactérias e a proliferação de macrófitas aquáticas.

Contudo, apesar da potencial interferência das cargas poluentes geradas na região de seus formadores, os dados disponíveis para o alto curso do Tapajós mostram que o sistema aquático se mantém oligotrófico. Os resultados do Programa Brasil das Águas, que incluem nove pontos de amostragem no rio Tapajós, no rio Cururu, um de seus formadores, e no rio das Tropas, seu contribuinte da margem direita, a jusante da cidade de Jacareacanga, atestam essa condição. Isto se deve ao grande volume de água da bacia e as áreas detentoras de extensas áreas florestadas e baixa densidade populacional, característicos da área de estudo, que atuam na diluição e autodepuração das águas.

No curso do rio Tapajós, as principais interferências são locais e advêm das cargas poluentes derivadas das atividades de garimpo de ouro, principalmente dos contribuintes afluentes pela margem direita, cumprindo destacar os tributários de maior porte, os rios Jamaxim e Crepori. Não menos importante citam-se também os igarapés Bom Jardim ou Bacabal e Ratão, com menores áreas de bacias contribuintes, que apresentam condições expressivas de degradação. As alterações observadas nestes mananciais refletem-se nos elevados índices de turbidez e baixa transparência da água.

Estes efeitos são visíveis a partir do encontro das águas destes tributário (rios Crepori, Ratão e Bom Jardim) com a do rio Tapajós, onde o escoamento proveniente das águas dos dois rios correm paralelos, conformando uma faixa bem delimitada nas

primeiras extensões do rio, com coloração distinta entre as águas barrentas oriundas dos tributários com as águas claras características do rio Tapajós.

Condição semelhante é também observada no rio Jamanxim, logo após a confluência com rio Tocantins, tributário da margem esquerda, cujas águas apresentam-se sensivelmente alteradas pela presença das atividades garimpeiras.

Na margem esquerda do rio Tapajós, as atividades garimpeiras são esparsas, sendo encontradas zonas de atividade nos limites do Parque Nacional da Amazônia, abrangendo as nascentes do igarapé Croatá Grande, o que vem gerando acentuada turbidez de suas águas.

As medições efetuadas no contexto do Projeto Brasil das Águas, na época de estiagem, revelam baixa turbidez no rio Tapajós, geralmente inferior a 10 NTU, sendo pouco mais elevada no rio das Tropas (22,4 NTU), onde há garimpo disperso na bacia.

Quanto aos metais pesados, destaca-se a presença de chumbo na maior parte das amostragens realizadas, em concentrações acima do Valor Máximo Permitido de 0,01 mg/L, conforme determina a Resolução CONAMA 357/2005 para enquadramento de rio em classe 2. Os valores encontrados, de forma generalizada, não se justificam, em função da inexistência de fontes potenciais de poluição na bacia e/ou de minerais portadores desse elemento em concentrações elevadas nas rochas e solos das bacias contribuintes. Ressalta-se que este metal não foi identificado nas amostragens de qualidade da água desenvolvidas no âmbito dos estudos ambientais (EIA-RIMA) no ano de 2012.

As amostragens realizadas no âmbito dos estudos ambientais (EIA-RIMA) indicaram para o curso do Tapajós a ocorrência de águas de boa qualidade, com enquadramento de quase todos os parâmetros dentro dos padrões preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas Classe 2. Extrapolando os limites desta Resolução, destaca-se o nível de acidez da água com valores de pH abaixo de 6 identificados na primeira campanha de cheia (abril de 2012), bem como as concentrações de ferro dissolvido acima de 0,30 mg/L encontradas em parte das amostragens realizadas. Os índices encontrados destes parâmetros, no entanto, não traduz propriamente uma inconsistência, por se tratar de um padrão natural deste recurso hídrico.

No curso do rio Tapajós, a mineração do ouro é realizada através de garimpagem fluvial utilizando-se de dragas com mergulhadores, dragas escariantes e escarilhanças sob o leito do rio minerado como ilustram as **Fotos 7.3.1.2.2.8.3.1/01 e 7.3.1.2.2.8.3.1/02** e o **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.



Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/01– Detalhe da lança com o “abacaxi” na extremidade, de uma Draga “Escarilança”, trabalhando próximo à margem direita, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/518362/9436536).



Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/02 – Rio Tapajós – Draga de exploração de ouro nas proximidades do rio São João (SIRGAS 2000/21M/532724/9466381).

Sub-bacia do Rio Crepori

Consiste atualmente na área de maior concentração da atividade garimpeira da bacia do Tapajós. Conforme já citado, são computadas nessa região dezenas de pontos ativos e inativos de garimpo, em especial nos trechos do alto e médio curso do Crepori, cujo acesso é proporcionado pela estrada Transgarimpeira.

As informações disponíveis nessa sub-bacia são restritas a dois pontos avaliados pelo Projeto Brasil das Águas, dois postos monitorados pela ANA (*op. cit*) e um ponto de amostragem considerado no âmbito dos estudos ambientais (EIA).

Segundo levantamentos do Projeto Brasil das Águas, a turbidez medida na foz do rio Creporzinho (Ponto 26), e no Ponto 12, mais a jusante, alcançou respectivamente 660 e 252 NTU, indicando epicentro da atividade de garimpo, o que resulta em ecossistemas aquáticos severamente comprometidos. O Ponto 26 também detém altas concentrações de nutrientes minerais e teores mais elevados de clorofila-a, respectivamente 39 e 19,7mg/l, caracterizando um ambiente eutrófico.

Nesse sentido, além das questões relacionadas à alta turbidez da água, esta bacia se destaca das demais pela presença de maiores concentrações de compostos nitrogenados e fosfatados, com extrapolação de valor máximo permitido para o fósforo total, que apresentou em uma das amostragens valor de 0,198mg/L (rio Crepori – Ponto 26). Provavelmente, esse patamar de eutrofização está associado aos locais que concentram maior contingente de pessoas envolvidas na atividade garimpeira, com provável lançamento de efluentes sanitários e de lixo diretamente nos cursos d'água.

Quanto aos metais pesados foram observadas concentrações de chumbo acima do máximo permitido pela legislação CONAMA para enquadramento do rio em Classe 2.

As amostragens realizadas no âmbito dos estudos ambientais (EIA) revelaram para o curso do rio Crepori um quadro degradante de alteração da qualidade da água, caracterizado por baixa transparência, elevado índice de turbidez e elevada concentração de sólidos suspensos, resultado da intensa atividade garimpeira. Condições semelhantes de degradação são observadas também nos cursos dos rios Bom Jardim (Bacabal) e Ratão, dotados de bacias contribuintes de menor porte.

Nestes tributários, o garimpo de ouro é realizado normalmente através do método do desmonte hidráulico. As **Fotos 7.3.1.2.2.8.3.1/03 e 7.3.1.2.2.8.3.1/04** e o **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)** ilustram as técnicas de exploração de ouro no rio do Rato ou Ratão.



Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/03 – Rio do Rato – Vista frontal da Balsa de Garimpo de ouro mostrando integralmente a lança de penetração (SIRGAS 2000/21M/ 515158/9395440).



Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/04 – Rio do Rato – Área explorada com PC. Notar mangueiras das “bombas” com captação diretamente no rio para lavagem do cascalho aurífero. Verificar que o material lavado e retornado diretamente para a calha principal (SIRGAS 2000/21M/511509/9399383).

- **Sub-bacia do Rio Jamanxim**

No rio Jamanxim são observados diversos tributários, cujas águas também se apresentam alteradas pela presença das atividades garimpeiras.

Na localidade de Jardim do Ouro e próximo à foz do rio Novo observa-se forte influência das atividades de garimpo que ocorrem no alto curso, resultando em alto grau de turbidez das águas, sendo seus efeitos ainda sentidos na extensão de seu baixo curso na altura do município de Trairão. As condições ambientais deste tributário são restabelecidas parcialmente nas imediações de sua foz no rio Tapajós, a medida que ocorre diluição progressiva destas cargas poluidoras.

As análises efetuadas no âmbito do Projeto Brasil das Águas abrangem as amostragens realizadas em seis pontos distribuídos ao longo do rio Jamanxim e do rio Novo e os resultados constataram águas classificadas como oligotróficas, com valores de clorofila na faixa de 13 a 17µg/l.

Exceção ocorre no trecho do rio Jamanxim sob influência da cidade Novo Progresso (Ponto 23). Apesar da baixa turbidez (2,8 NTU), suas águas já se apresentam parcialmente comprometidas pelo lançamento de esgotos, sendo classificadas como mesotróficas, com concentração de oxigênio dissolvido inferior a 4,0mg/L. Deve-se também considerar a provável contaminação das águas por matéria fecal, o que pode interferir nos usos para recreação nos balneários situados a jusante da cidade.

Quanto aos metais pesados foram observadas concentrações de chumbo acima do máximo permitido de 0,01mg/L pela legislação CONAMA para enquadramento do rio em Classe 2.

As amostragens realizadas no âmbito dos estudos ambientais revelaram um padrão alterado da qualidade da água em função das atividades garimpeiras existentes no seu alto e médio curso e que vão se dissipando em direção a sua foz no rio Tapajós. Mesmo assim as consequências destas atividades são identificadas nos padrões de turbidez e transparência da água, principalmente nas amostragens realizadas durante o período seco (setembro de 2012), onde a disponibilidade hídrica é menor.

Condições bastante adversas de qualidade da água foram verificadas também no rio Tocantins, tributário contribuinte pela margem esquerda do rio Jamanxim, onde medida local da transparência da água através do disco de Secchi apontou valor de apenas 0,09m (setembro de 2012), refletindo condição semelhante àquela observada na mesma época, nos rios Crepori (0,14m), Bom Jardim (0,10m) e Ratão (0,20m).

Na **Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/05** é ilustrado o método do desmonte hidráulico no rio Jamanxim.



Foto 7.3.1.2.2.8.3.1/05– Desmote hidráulico em garimpo de uma ilha do rio Jamanxim, próximo à cachoeira do Caí (SIRGAS 2000/21M/558594/9437678).

- **Compartimento da Sub-bacia do Baixo Tapajós**

Segundo informações do Projeto Brasil das Águas, as águas do rio Tapajós nos seis pontos de observação estabelecidos no seu baixo curso apresentam baixa turbidez e níveis de oxigênio dissolvido adequados para manutenção do ecossistema aquático. Os teores de clorofila a variaram de 0,3µg/l, nas imediações do local de travessia da balsa em Miritituba (Ponto 7), ao máximo de 9,4µg/l, a montante da cidade de Itaituba (Ponto 11). Em toda a extensão nessa sub-bacia, as águas do Tapajós foram consideradas oligotróficas.

Infere-se, portanto, que o rio Tapajós, nessa área, encontrava-se em condições adequadas do ponto de vista ecológico e sanitário.

No entanto, merece atenção a foz do Tapajós, próximo à Santarém (Ponto 29), no qual foram identificadas algas potencialmente tóxicas, provavelmente em função do maior aporte de nutrientes nesse ponto, advindos da maior cidade localizada na bacia.

Conforme já salientado, a área de drenagem do rio Arapiuns, tributário da margem esquerda do baixo curso do rio Tapajós, mostra qualidade ambiental muito boa. Apesar das nascentes não drenarem unidades de conservação, constata-se nesse compartimento hidrográfico remanescentes de vegetação natural, onde se intercalam algumas comunidades rurais que agregam pequeno número de residências isoladas,

como observado às margens dos rios Branco e Aruã, no município de Juruti. Essas residências, mantidas em condições bastante precárias, contribuem localmente com carga reduzida de matéria orgânica e fecal aos cursos d'água, que são assimiladas pelos processos de autodepuração, não se refletindo a jusante.

Na faixa de nascentes, as águas assumem coloração de café, mantendo acidez acentuada, em especial na época de enchente, devido ao aporte de substâncias resultantes da decomposição da matéria orgânica, como ácidos tânico e húmicos. Os valores de clorofila a obtidos são em geral reduzidos, chegando a picos de 14,2 e 18,15µg/l no igarapé Pacoval e no rio Branco, em agosto de 2006.

De acordo com o Projeto Brasil das Águas, o rio Arapiuns a jusante da confluência do Aruã e Curi se caracterizava por apresentar teores de clorofila a entre 2,6 e 9,6µg/l, indicando condições oligotróficas do sistema hídrico nos dois pontos amostrados.

O conjunto de organismos avaliados nesse trecho corrobora a excelente condição mantida no rio Arapiuns e seus afluentes, influenciando favoravelmente o baixo curso do rio Tapajós nas imediações de sua foz no rio Amazonas.

Os resultados analíticos apontam não haver grande comprometimento da qualidade da água nestes pontos amostrados, por se tratar de uma bacia com baixa densidade demográfica, conforme atestam os cálculos dos Índices de Qualidade da Água e Índice do Estado Trófico destes recursos hídricos.

Considerando-se os pontos e os períodos de amostragens realizados, observam que os valores para o índice IQA variaram de 64 a 83, o que os caracterizam como possuidores de água de boa qualidade (IQA entre 52 a 79) e qualidade ótima (IQA entre 80 a 100).

Quanto ao estado trófico, considerando-se os níveis observados de fósforo e de clorofila, os corpos d'água podem ser classificados como oligotróficos, característicos dos corpos d'água limpos, de baixa produtividade, onde não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água.

Quanto aos metais pesados foram observadas concentrações de chumbo acima do valor máximo permitido de 0,01mg/L, conforme preconizado pela legislação CONAMA para enquadramento do rio em Classe 2. Como já citado anteriormente, a presença generalizada deste metal não se justifica em função da inexistência de fontes de poluição na bacia ou de minerais portadores desse elemento em concentrações elevadas nas rochas e solos da bacia contribuinte.

- **Considerações sobre a Qualidade da Água na All e seu Entorno**

A dinâmica hidrobiológica da bacia do rio Tapajós é condicionada também pelas variações típicas determinadas pelo regime hidrológico anual. Os ciclos de enchente (novembro a janeiro), de cheia (fevereiro a abril), de vazante (maio a julho) e de estiagem (agosto a outubro) são determinantes na estruturação das comunidades que habitam rios e igarapés. Sobre esses elementos, se sobrepõem as alterações resultantes de atividades antrópicas desenvolvidas nas distintas sub-bacias integrantes do rio Tapajós.

A condição adequada dos ecossistemas aquáticos tende a ser alterada localmente nos trechos de rios que atravessam pequenos povoados dispersos na bacia, devido à contribuição de esgoto sanitário sem tratamento e lixo doméstico disposto inadequadamente. Porém, a alta capacidade de diluição e autodepuração dos cursos d'água, em geral, mantém os ambientes em estado oligotrófico, com concentração de oxigênio suficiente para manutenção da vida aquática.

Quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos, verifica-se que o padrão natural dos ecossistemas aquáticos na bacia do rio Tapajós reflete sistemas hídricos caracterizados pela alta transparência, pH levemente ácido, em especial nos afluentes, e pequena disponibilidade de nutrientes minerais.

Os impactos mais relevantes na bacia do Tapajós dizem respeito às intervenções de natureza física na rede de drenagem, como aquelas decorrentes da abertura de vias de acesso e, principalmente, da atividade de garimpo de ouro, que teve início no final da década de 50, quando foram descobertas as primeiras ocorrências do metal no rio das Tropas, afluente da margem direita do rio Tapajós (RODRIGUES *et al.* 1994). Atualmente esta atividade está fortemente concentrada na sub-bacia do rio Crepori.

A desestruturação do leito e das margens dos rios promovida pelo garimpo, inclusive de matas ciliares, associada às condições de alta concentração de sedimentos em suspensão nas águas, restringe o desenvolvimento das comunidades no ambiente aquático, cujos efeitos podem se estender para cursos d'água não diretamente impactados pela atividade garimpeira.

Na bacia do rio Tapajós, as atividades de extrativismo aurífero são muito intensas, estando especialmente concentradas na Reserva Garimpeira do Tapajós, maior produtora de ouro do Estado do Pará, estendendo-se por aproximadamente 2,7 milhões de hectares (SRH/MMA, 2001).

De acordo com os resultados das campanhas realizadas recentemente (ano de 2012, 2013 e 2014) no âmbito dos estudos ambientais do AHE São Luiz do Tapajós, as atividades garimpeiras provocam o impacto mais relevante na bacia do rio Tapajós e

estão concentradas principalmente nos contribuintes da sua margem direita, rios Crepori, Bom Jardim e Ratão, onde é notória a grande turbidez das águas devido ao material em suspensão.

Na sub-bacia do rio Jamanxim destaca-se o rio Tocantins, contribuinte pela margem esquerda, cujas águas encontram-se também bastante alteradas pelas atividades do garimpo.

No rio Tapajós, as alterações são localizadas, visto que o mesmo assimila, ao longo de seu percurso, as cargas afluentes geradas nas sub-bacias laterais. Estes processos tornam-se evidentes ao se observar a tonalidade das águas a partir da foz destes tributários, em especial o rio Crepori, que, ao encontrar as águas do rio Tapajós, conforma uma nítida faixa divisória (pluma) acompanhando o alinhamento da margem direita, cujos efeitos são atenuados na medida em que ocorre a mistura das águas.

7.3.1.2.2.8.4 Considerações Sobre as Atividades Garimpeiras na Qualidade da Água

Duas técnicas de extração do ouro são empregadas em território brasileiro: a garimpagem fluvial e o desmonte hidráulico de rochas (MADDOCK & MARINS, 1985). No rio Teles Pires, cujo ápice da mineração aurífera ocorreu no início da década de 90, e que se reproduz atualmente no Tapajós, essa atividade está basicamente associada às coberturas alúvio-coluvionares, exploradas através do método conhecido popularmente como baixão, no qual se emprega o desmonte hidráulico, e a garimpagem em rio caudaloso, por meio de balsas.

Nos rios caudalosos, como o Tapajós, são utilizadas dragas com mergulhadores, dragas escariantes e escarilanças a 1 a 3m sob o leito do rio minerado. Os depósitos são frequentemente formados de cascalho, areia e silte/argila, havendo muitas vezes feições laterizadas e concreções ferruginosas. Porém, na bacia do Tapajós, a maioria dos garimpos está instalada em drenagens de classes inferiores, como córregos, igarapés e grotas (FARID, 1992). No entanto, conforme descreve FARID (*op cit*), o beneficiamento é similar em ambos os processos.

Durante a amalgamação, feito na cuia ou bateia, o material concentrado é filtrado e calcinado ao ar livre (queima) com o mercúrio. Dosagens feitas em garimpos de Alta Floresta-MT por FARID (1992) indicaram teores de 4,95 a 174,84ppm Hg no rejeito da amalgamação; de 5,25 a 28,00ppm Hg no concentrado e de 0,41 a 2,34ppm Hg na alimentação das calhas.

A emissão do mercúrio para o meio hídrico pode se dar direta ou indiretamente. No primeiro caso, como efluente líquido e, no segundo, através da precipitação do

mercúrio vaporizado durante a queima do amálgama. O mercúrio líquido, cuja densidade é elevada ($13,6\text{g/cm}^3$), tende a se concentrar nos sedimentos de corrente, enquanto que o mercúrio vaporizado se dispersa na atmosfera dependendo das condições climáticas (temperatura, ventos, chuva). Como ressalta FARID (1992), a baixa mobilidade do mercúrio metálico está no fato de permanecer associado a diferentes granulometrias do sedimento, podendo permanecer disponível para a adsorção e transporte pelo material particulado fino (sedimentos em suspensão).

O mercúrio transportado no meio aquático pode, por meio do processo respiratório ou diretamente pelo sistema circulatório, atingir o corpo dos seres vivos tanto na forma metálica como na forma orgânica.

A forma metálica do mercúrio causa toxicidade crônica para o homem, provocando efeitos sobre o sistema nervoso central. Um adulto pode tolerar a ingestão oral de até 30g/dia (OTTAWAY, 1982), mas, sob forma de vapor, o mercúrio é muito mais tóxico, sendo seu limite máximo de $43\mu\text{g/dia/pessoa}$ (FUJII, 1977; JAROMIN, 1979). A absorção do vapor de mercúrio metálico ocorre principalmente por inalação. A retenção nos pulmões chega a ser entre 74 e 76% de uma concentração ambiental de $100\mu\text{g/m}^3$ (ZAVARIZ & GLINA, 1992). Os sintomas são cefaleia, irritabilidade, astenia, dores diversas, anorexia, estomatite, neuropatias e todo o quadro acompanhado de tremor (ZAVARIZ, 1993).

A transformação do elemento mercúrio para a forma orgânica no ambiente é feito mediante processo biológico. Em meio aeróbio agem bactérias do gênero *Methanobacterium* e, em meio anaeróbio, fungos (*Neurospora crassa*). Na forma orgânica (metil ou dimetil mercúrio), os compostos são lipossolúveis, produzindo efeito ainda mais tóxico.

Estudos efetuados por ROULET *et al.* (1996, 1998 e 2000) questionam o fato de que os altos índices de contaminação de mercúrio na bacia do Tapajós sejam decorrentes das atividades garimpeiras.

Os autores demonstraram que os solos provenientes dessa região acumulam naturalmente mercúrio e que o desmatamento e cultivo promovem erosão destes solos, seguida do intemperismo do mercúrio acumulado.

Os autores analisaram amostras de solo e água em três áreas distintas da bacia:

- São Luiz do Tapajós, a cerca de 50km da área de garimpo,
- Brasília Legal, a aproximadamente 400km da área de garimpo; e

- A terceira área escolhida foi no rio Arapiuns, tributário do rio Tapajós, o qual não possui atividade garimpeira e está situado próximo a foz, na planície alagadiça do rio Amazonas.

Diferentemente do que se esperava, os resultados das amostras apontam que não há um gradiente na concentração de mercúrio inorgânico na água ao longo do rio Tapajós. Tanto nas áreas mais próximas ao garimpo quanto nas mais distantes onde não há garimpo, como o rio Arapiuns, os níveis de mercúrio permanecem elevados. O mesmo ocorre com as amostras de solo, onde a maior concentração do metal se dá a alguns centímetros abaixo da superfície.

O estudo sugere que o garimpo contribui com apenas 3% da quantidade de mercúrio no solo, o restante estaria associado à cobertura pedológica da região do Tapajós, área de solos ricos em ferro e que têm uma capacidade natural de acumular mercúrio inorgânico, principalmente nas partículas mais finas do sedimento. Neste trabalho, a sequência de desmatamento, cultivo e erosão são apontadas como as maiores fontes de liberação de mercúrio no meio aquático, nas regiões distantes do garimpo, o que poderia explicar as altas concentrações do elemento ao longo do rio Tapajós.

Vários estudos utilizam a concentração de mercúrio nos cabelos como bioindicadora da exposição ao mercúrio via consumo de pescado, uma vez que a concentração ao longo dos fios é proporcional a concentração do metal no sangue no momento em que estes fios emergem de suas raízes (BIODINE *et al.* 1997; SANTOS *et al.* 2000).

Aproximadamente nas mesmas áreas estudadas por ROULET *et al.*, SANTOS *et al.* (2000) analisaram e compararam os níveis de mercúrio em amostras de cabelo de três comunidades. As duas primeiras comunidades, São Luiz do Tapajós e Brasília Legal estão localizadas ao longo do rio Tapajós. A terceira comunidade, Santana de Ituqui, situa-se às margens do rio Amazonas, a jusante da foz do Tapajós, porém fora da área da bacia do Tapajós e do risco de exposição ao mercúrio proveniente desta. As três comunidades têm no pescado sua fonte primária de alimentação e se abastecem de água de poços e dos rios.

Os estudos foram conduzidos em pessoas de todas as idades, e em especial crianças abaixo de 14 anos e mulheres em idade fértil (15-49 anos), para conhecer melhor a exposição pediátrica à contaminação por mercúrio. O resultado da pesquisa aponta que Santana de Ituqui tem índices compatíveis com os apresentados por comunidades não expostas à contaminação por mercúrio. Contudo, Brasília Legal e São Luís do Tapajós apresentam níveis elevados de mercúrio no cabelo da população, e aparentemente estes níveis aumentam conforme o tempo de residência na comunidade e a idade dos indivíduos de até 25 anos.

Segundo SANTOS *et al.* (2000), os indivíduos de até 25 anos, nasceram e viveram nestes locais e possuem maior concentração de mercúrio no cabelo do que pessoas com mais de trinta anos, uma vez que foram expostos ao mercúrio ainda no útero. Os indivíduos com idade superior a 30 anos nasceram antes do ciclo da mineração de ouro se instalar na bacia, sendo, portanto, menos expostos ao mercúrio.

Em trabalho posterior, SANTOS *et al.* (2001) ampliaram o trabalho de pesquisa para outras comunidades da bacia do Tapajós, no caso Barreiras e a aldeia indígena Sai Cinza, do povo Munduruku e contígua à TI Munduruku, e outras quatro comunidades ribeirinhas situadas fora da área considerada de risco de contaminação pelo mercúrio advindo das atividades de garimpagem (**Quadro 7.3.1.2.2.8.4/01**). As comunidades da bacia do Tapajós, Brasília Legal e São Luis do Tapajós foram consideradas no estudo novamente.

A pesquisa laboratorial de mercúrio nos cabelos das populações das quatro comunidades residentes em área de risco de contaminação mostrou uma média elevada e um gradiente de níveis de acumulação do mercúrio nos organismos individuais que tende a crescer a medida que a idade aumenta. A pesquisa realizada nas comunidades consideradas fora da área de risco de contaminação por mercúrio apontou uma redução significativa do valor médio de mercúrio acumulado nos peixes, resultado que se repetiu quando foram avaliados os teores de mercúrio acumulados nos cabelos da população destas áreas.

A investigação dos aspectos clínicos não encontrou nos indivíduos examinados a forma aguda da doença, ou sinais e sintomas que pudessem ser associados à intoxicação por mercúrio. No entanto, o estudo recomenda a necessidade de testes clínicos capazes de detectar as formas sub-clínicas da intoxicação (SANTOS *et al.* 2001).

Quadro 7.3.1.2.2.8.4/01 - Teores Médios de Hg da População da Bacia do Tapajós entre 1992 a 2001.

Local da investigação	Tipo de População	Sexo Masculino	Sexo feminino	Total	Média de Hg
Igarapé do Rato - Itaituba	Garimpeira	149	74	223	6,51µg/g
Santarém	Queimadores de ouro	42	8	50	57,52µg/g
Santarém	Controle dos queimadores	20	18	38	4,82µg/g
Brasília Legal	Ribeirinha	93	153	246	11,75µg/g
Itaituba	Queimadores de ouro	72	10	82	27,85µg/g
Aldeia de Mundurucu - Sai cinza	Ribeirinha indígena	137	193	330	16,0 µg/g
São Luiz do Tapajós	Ribeirinha	139	194	333	19,91µg/g
São Luiz do Tapajós (nova)	Ribeirinha	163	213	376	19,81µg/g
Barreiras	Ribeirinha	222	269	491	12,58µg/g

FONTE: Santos *et al.* 2001.

O mesmo trabalho de pesquisa realizou também investigações no pescado, que constitui a principal fonte de proteínas das populações ribeirinhas. Sabe-se que os peixes carnívoros do topo da cadeia alimentar são os principais alvos de acumulação por mercúrio, uma vez que se alimentam de uma ampla variedade de peixes. Na bacia do Tapajós, o número de amostras de peixes carnívoros foi de 6.330 entre os anos de 1995 a 1999 (**Quadros 7.3.1.2.2.8.4/02 e 7.3.1.2.2.8.4/03**).

Quadro 7.3.1.2.2.8.4/02 - Níveis de Mercúrio em Peixes Carnívoros procedentes de Localidades Ribeirinhas do Rio Tapajós (média Hg µg/g), 1995 a 1999.

Localidade	Pirarara n = 7	Traíra n = 61	Curvina * n = 50	Tucunaré n = 667	Surubim n = 149	Arumarã n = 18	Piraracuru n = 15	Mapará n = 12
Sai Cinza	-	0,332	-	0,267	0,385	-	-	-
Jacareacanga	0,407	0,400	0,128	0,475	0,777	0,835	-	-
São Luiz do Tapajós	-	0,259	0,170	0,599	0,488	1,116	-	0,047
Itaituba	-	-	-	0,597	0,644	-	-	-
Barreiras	0,365	-	0,113	0,502	0,820	-	0,256	0,751
Brasília Legal	-	0,537	0,109	0,583	0,694	-	0,750	0,255
Aveiro	0,510	0,515	-	0,446	0,283	-	0,099	0,328
Santarém	-	0,244	-	0,250	0,227	-	-	0,215
Média Geral	0,460	0,368	0,122	0,464	0,539	0,851	0,312	0,254

Observação: *peixe carnívoro com hábitos especiais

FONTE: Santos et al., 2001.

Quadro 7.3.1.2.2.8.4/03 - Níveis de Mercúrio em Peixes Carnívoros procedentes de Localidades Ribeirinhas do Rio Tapajós (média Hg µg/g), 1995 a 1999.

Localidade	Pacu - branco n = 10	Cujuba n = 29	Sarda n = 127	Aruanã n = 64	Jacundá n = 25	Piranha n = 340	Pescada n = 106	Pescadinha n = 16
Sai Cinza	-	-	-	0,174	-	0,219	-	-
Jacareacanga	0,241	0,143	1,751	0,426	0,360	0,502	1,429	-
São Luiz do Tapajós	-	-	0,484	-	-	0,560	0,478	0,132
Itaituba	-	-	0,647	-	-	0,599	0,660	-
Barreiras	-	-	0,614	-	-	0,932	-	-
Brasília Legal	-	0,102	0,644	0,595	-	0,823	0,455	-
Aveiro	-	0,076	0,464	0,180	-	0,308	0,450	-
Santarém	-	-	0,297	0,137	-	0,182	-	-
Média Geral	0,241	0,083	0,466	0,346	0,360	0,503	0,526	0,132

FONTE: Santos et al., 2001.

Mesmo distante das áreas de garimpo, o mercúrio pode atingir as comunidades ribeirinhas e indígenas através do pescado. As informações sobre os níveis de mercúrio nos organismos aquáticos utilizados na alimentação são de extrema

importância na avaliação do risco a que estes indivíduos estão submetidos. O grau de exposição dos indivíduos depende da frequência da ingestão de pescado, preferência por determinadas espécies, tamanho dos espécimes e o nível trófico (PHILLIPS *et al.* 1980; PARADIS *et al.* 1997 *apud* BRABO *et al.* 1999).

Em outro estudo sobre os hábitos alimentares da comunidade indígena de Sai Cinza, na reserva Munduruku, município de Jacareacanga, BRABO *et al.* (1999) constataram que o pescado representa a dieta básica diária da comunidade, sendo consumido no mínimo três vezes ao dia. Em ordem decrescente, os peixes referidos como de maior consumo foram: tucunaré, pacu, jaraqui, traíra, aracu, matrinchã e caratinga. Exemplares destas espécies foram coletados e analisados, a fim de determinar o grau de exposição ao mercúrio nessa comunidade.

As maiores concentrações de mercúrio foram encontradas na traíra, espécie carnívora, que apresentou concentração média no intervalo entre 0,322 e 0,419 $\mu\text{gHg/g}$, valor abaixo do limite de referência (0,5 $\mu\text{gHg/g}$ com consumo semanal de 400g) adotado como limite máximo permitido pelo Ministério da Saúde, para ingestão de pescado (BRASIL, 1975). Dentre as espécies carnívoras mais consumidas, o tucunaré apresentou o maior nível de concentração de mercúrio entre 0,173-0,338 $\mu\text{gHg/g}$. As espécies não carnívoras apresentaram concentrações relativamente mais baixas, sobressaindo jaraqui e aracu, cujas concentrações encontradas estão entre as faixas de 0,074-0,201 $\mu\text{gHg/g}$ e 0,097-0,120 $\mu\text{gHg/g}$, respectivamente.

Os resultados obtidos na pesquisa indicam que apesar dos níveis de mercúrio encontrados nos peixes estarem abaixo do valor de referência, estes níveis podem aumentar devido ao processo de bioacumulação do mercúrio ao longo da cadeia trófica. Desta forma, a exposição contínua da comunidade ao mercúrio via alimentar, permite a hipótese de que esta situação se agrave ao longo do tempo, principalmente em locais onde a dieta básica se constitui do pescado.

Em estudo anterior ao acima mencionado, BIDONE *et al.* (1997) coletaram e analisaram 238 exemplares de peixes (41% carnívoros e 59% não carnívoros), pertencentes a 15 espécies (9 carnívoros e 6 não carnívoros), as quais eram as mais capturadas e consumidas na região do rio Tapajós, entre Jacareacanga e Itaituba. Os resultados apontam para uma concentração média de mercúrio de 0,42 $\mu\text{gHg/g}$ nas espécies carnívoras e de 0,062 $\mu\text{gHg/g}$ nas espécies não carnívoras, valor similar aqueles encontrados em outros rios contaminados da Amazônia e nas pesquisas conduzidas por BRABO (1999).

A ciclagem do mercúrio na natureza depende da ação de microorganismos e de transformações físicas e químicas que o torna disponível para um determinado ambiente. Dentre todas as transformações do mercúrio, a mais relevante une o Hg à

um radical metil (CH_3), formando o metil mercúrio CH_3Hg^+ (ou MeHg), sua forma mais tóxica. Em geral esta reação se dá no meio aquático, pela interação do mercúrio com ácidos húmicos, fúlvicos ou a metilcobalamina ($\text{CH}_3\text{CoB}_{12}$), ou por meio da ação de microorganismos (MAURO *et al.* 1999).

De acordo com MAURO *et al.* (1999), a metilação do mercúrio nos rios amazônicos se dá de forma mais acentuada nos ambientes densamente colonizados por macrófitas aquáticas. Estes ambientes estão associados aos processos de eutrofização dos cursos d'água, que proporcionam a quantidade de nutrientes necessária à proliferação destas. Por outro lado, o próprio emaranhado formado pelas raízes das plantas aquáticas abriga colônias de microalgas e bactérias, que também se beneficiam do acúmulo de partículas e detritos.

O comportamento do mercúrio no meio aquático está vinculado às características do pH. Em meio básico, e em locais de maior oxigenação da água, o mercúrio tende a formar sais insolúveis e a se precipitar nos sedimentos do fundo. Já em meio ácido, e quando associado a uma redução dos processos de oxigenação, próprios dos ambientes eutrofizados, a tendência é que o mercúrio se solubilize em meio líquido. De modo que, a intensa atividade microbiana, e a presença de ácidos húmicos e fúlvicos proporcionados pela decomposição da matéria orgânica na água, favorecem a metilação do mercúrio, que se dispersa na coluna d'água e facilmente penetra na cadeia alimentar.

A acumulação de metil-mercúrio em peixes depende do nível trófico, idade, tamanho e hábitos alimentares da espécie (BRABO *et al.* 1999). Por exemplo, os peixes que consomem exclusivamente macrófitas e plantas aquáticas apresentam concentrações um pouco superiores a estas; quando são ingeridos por outros peixes, estes acabam por acumular mais mercúrio e assim por diante. Por fim, quando se chega aos peixes do topo da cadeia trófica, estes apresentam concentrações milhares de vezes maiores que a concentração do metal na água. Segundo TRUDEL (1997), o acúmulo de mercúrio nos peixes de maior longevidade se deve ao fato de que o mercúrio dificilmente é eliminado pelo organismo e, a medida que ele envelhece, a concentração aumenta constantemente. Outro fator importante é que, conforme se eleva na cadeia trófica, o mercúrio não apenas aumenta sua concentração, como também se transforma em metil-mercúrio (MALM, 1995).

A contaminação por metil-mercúrio se dá principalmente por via alimentar e é o maior risco de exposição ao mercúrio em áreas vizinhas aos garimpos. De acordo com CARDOSO *et al.* (2002), o sistema nervoso central é o alvo principal do metil-mercúrio, que afeta, principalmente, áreas específicas do cérebro, como cerebelo e lobos temporais.

Nos garimpos, a principal forma de contaminação por mercúrio é o contato direto com o metal, na forma líquida e vapor. O mercúrio na forma líquida é pouco absorvido pelo sistema gastro-intestinal, portanto, não é considerado nocivo se ingerido. Um adulto pode tolerar a ingestão oral de até 30g/dia (OTTAWAY, 1980), mas, sob forma de vapor, o mercúrio é muito mais tóxico, sendo seu limite máximo de 43µg/dia/pessoa (FUJII, 1977; JAROMIN, 1979). Quando inalado pode facilmente atravessar a membrana alveolar e atingir a circulação sanguínea. No sangue, fígado e rins, o mercúrio é oxidado à forma divalente (mercúrio iônico) pelo complexo chamado hidrogênio peróxido catalase (CARDOSO *et al.* 2002). A retenção nos pulmões chega a ser entre 74 e 76% de uma concentração ambiental de 100g/m³ (ZAVARIZ & GLINA, 1992). Os sintomas são cefaleia, irritabilidade, astenia, dores diversas, anorexia, estomatite, neuropatias e todo o quadro acompanhado de tremor (ZAVARIZ, 1993).

7.3.1.2.3 Água Subterrânea

Neste item são tratados os aspectos relacionados aos usos, disponibilidade hídrica e qualidade das águas subterrâneas, considerando os dados secundários disponíveis, as informações obtidas durante as inspeções de campo e dados de campanhas de monitoramento realizadas no âmbito dos Estudos Ambientais do AHE São Luiz do Tapajós.

7.3.1.2.3.1 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia – Águas Subterrâneas

A pesquisa de informações relacionadas as águas subterrâneas envolveu não apenas a região abrangida pela AII, onde praticamente as informações são ausentes, mas também regiões do entorno onde estão disponíveis maior quantidade de dados relacionados aos poços tubulares profundos.

Para a composição da base de informações foram utilizados os seguintes subsídios:

- Dados de poços outorgados conforme consta do banco de dados do SIAGAS/CPRM - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas;
- Dados de quatro campanhas de qualidade da água subterrânea desenvolvidas no ano de 2012;
- Dados das unidades aquíferas que compõem a Área de Influência Indireta; e
- Dados obtidos durante as inspeções de campo.

7.3.1.2.3.2 Disponibilidade Hídrica das Águas Subterrâneas

Para a avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea é necessário ponderar a potencialidade das unidades geológicas presentes na área e que podem ser utilizadas como fontes de captação.

Do ponto de vista hidrogeológico, a região da All é dividida em dois grandes domínios, conforme definido no item 7.3.1.5 – Principais Aspectos Hidrogeológicos da All:

- O primeiro, com ocorrência na porção sul, é representado pelas rochas do embasamento cristalino com aquíferos do tipo fissurado (fraturado), dominando aproximadamente 83% da All. Este aquífero pode localmente possuir uma disponibilidade hídrica de baixa potencialidade (Formação Salustiano), com vazão média de $5\text{m}^3/\text{hora}$, e uma potencialidade muito baixa a não aquífero, com vazão média inferior a $1\text{m}^3/\text{hora}$, para as demais rochas do embasamento.
- O segundo é formado por rochas sedimentares da Bacia do Amazonas, dominando aproximadamente os 16% do restante da All. É constituído por aquíferos do tipo poroso, que, devido à diferenciação litológica, apresenta-se sub-compartimentada em três classes de potencialidades:
 - **Alta a Muito Alta.** Representada pela Formação Maecuru, classificada como de alta potencialidade ($20\text{m}^3/\text{hora}$) e pela Formação Alter do Chão, de potencialidade muito alta, com vazão média estimada que pode chegar $54\text{m}^3/\text{hora}$);
 - **Baixa.** Constituída pelas unidades Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e depósitos Aluvionares, com vazão média estimada de $5\text{m}^3/\text{hora}$; e
 - **Muito Baixa a Não Aquífero.** Representadas pelas rochas do grupo Curuá Indiviso, com vazão média estimada inferior a $1\text{m}^3/\text{s}$.

A espacialização dessas classes de potencialidade pode ser visualizada no Mapa 7.3.1.5 – Hidrogeologia (Volume 4 – Mapas).

Apesar dos aquíferos fissurados apresentarem características de potencialidade baixa e muito baixa a não aquífero, podem localmente até possuir uma disponibilidade hídrica maior. Contudo, a sua prospecção é mais complexa, pois deve ser balizada por critérios de geologia estrutural em escala de detalhe para minimizar o risco de tentativas infrutíferas nas instalações de poços para captação.

Nos aquíferos do tipo poroso, a prospecção é mais simples e o sucesso das captações neles instaladas está associado unicamente à identificação das rochas com

permeabilidade adequada, notadamente as unidades compostas por arenitos de granulometria média a fina e, eventualmente, fácies conglomeráticas.

Considerando os dados apresentados acima e o nível estático médio dos poços de captação instalados nestas unidades, conforme dados obtidos no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), é possível fazer o cálculo estimado da reserva total reguladora existente na All, que soma aproximadamente $1,05 \times 10^{12} \text{m}^3$. Em função do alto índice pluviométrico incidente na área dos estudos, as estimativas realizadas desconsideraram as oscilações do nível piezométrico destes aquíferos ao longo do ano.

No cálculo da reserva explotável considerou-se um aproveitamento de apenas 20% do total da reserva reguladora, o que perfaz um volume aproximado disponível de $2,10 \times 10^{11} \text{m}^3$ na All, denotando assim um razoável potencial hídrico subterrâneo para captação de forma sustentável, sem afetar as reservas permanentes presentes neste sistema aquífero. O índice adotado de 20% de aproveitamento da reserva reguladora baseou-se nos dados utilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA, conforme apresentado no Caderno de Recursos Hídricos – Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2005).

O detalhamento e esclarecimentos quanto aos aspectos hidrogeológicos da All são apresentados no **item 7.3.1.5 – Principais Aspectos Hidrogeológicos**, onde são descritas e espacializadas as diversas unidades litoestratigráficas com informações complementares sobre a disponibilidade hídrica subterrânea.

7.3.1.2.3.3 Usos das Águas Subterrâneas

Para a avaliação dos usos das águas subterrâneas existentes na All foram utilizadas as informações disponibilizadas a partir do cadastro de poços tubulares do SIAGAS/CPRM, acrescida de verificações em campo. **(Mapa 7.3.1.2/05 – Poços Tubulares Profundos; Volume 3 - Mapas)**

A pesquisa abrangeu um total de 85 poços profundos constantes do cadastro do SIAGAS na All e entorno, sendo 80 existentes no município de Itaituba e 5 pertencentes ao município de Trairão, verificando-se que grande parte destes usos é destinada ao abastecimento doméstico.

Para uma melhor visualização dos dados consultados neste sistema, elaborou-se o gráfico ilustrado na **Figura 7.3.1.2.3.3/01**, que apresenta a classificação absoluta (unidades por tipo de uso) e percentual dos diferentes usos destes poços, obtidos a partir de informações declaradas na base de dados SIAGAS/CPRM.

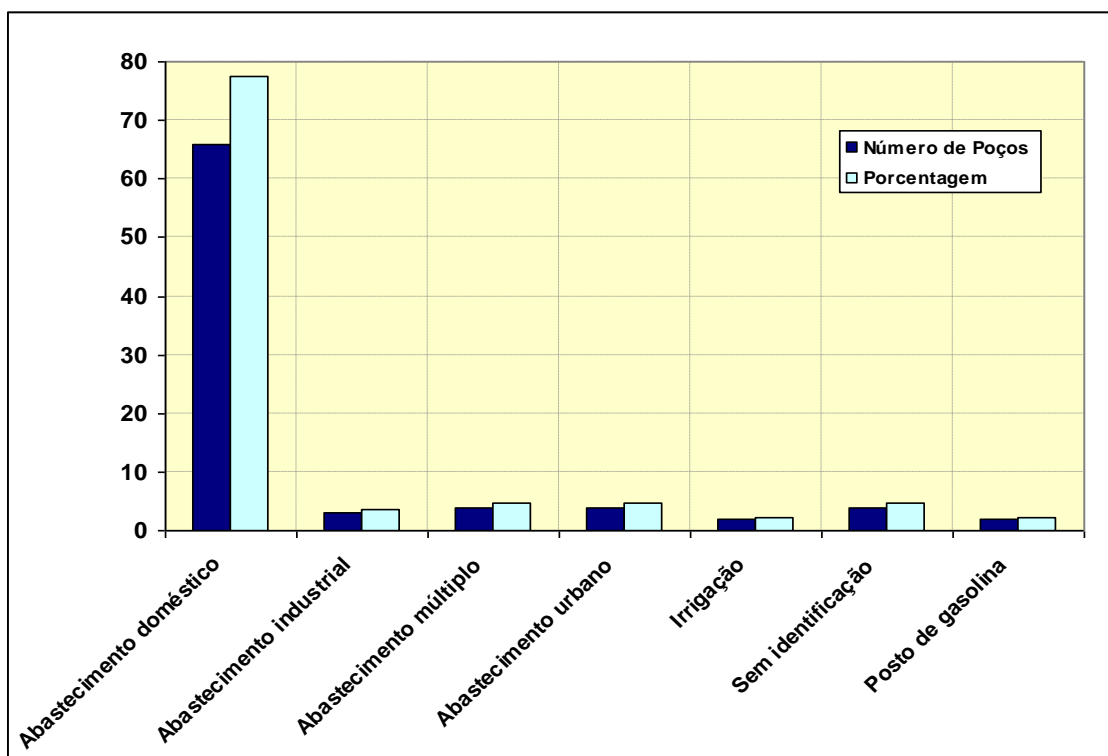


Figura 7.3.1.2.3.3/01 - Usos da Água Subterrânea na All em números absolutos e porcentagens.

Observa-se que dos 85 poços detectados no SIAGAS, a maior quantidade, representada por 66 poços, ou 77,6% é destinada ao abastecimento doméstico. Os demais usos contemplam a captação em 19 poços destinados ao abastecimento urbano (4), industrial (3), irrigação (2), poços de gasolina (2) e uso múltiplo (4), além de 4 poços sem identificação de uso.

7.3.1.2.3.4 Qualidade das Águas Subterrâneas

Na região norte, o principal uso da água subterrânea destina-se ao abastecimento humano, sendo que no Pará 79,4% das localidades utilizam esta fonte no abastecimento público (LEAL, 1999). Esta porcentagem corresponde ao que é operacionalizado pelo poder público, ou seja, são poços construídos e operados por órgãos de saneamento com as etapas de captação, tratamento e distribuição através de rede hidráulica. No entanto, também existe captação da água subterrânea conduzida pela iniciativa privada com poços dentro de padrões técnicos ou ainda poços com estruturas primitivas. De maneira geral predominam os poços construídos fora de padrão técnico, em especial poços do tipo cacimba.

No âmbito da All do AHE São Luiz do Tapajós, a partir do cadastro do SIAGAS/CPRM foram identificados 85 poços para análise da qualidade da água.

Desse número total de poços, 12 podem ser considerados rasos do ponto de vista do nível estático, por ter profundidade inferior a 20 metros. São classificados como do tipo livre (não confinado) e têm sua captação a partir do lençol freático local, seja qual for a unidade aquífera envolvida.

Dos poços cadastrados, 14 são do tipo confinado, condição que restringe seu contato com as águas superficiais, 64 são classificados como aquíferos livres, 1 semi-confinado, 1 semi-livre e os 5 restantes sem identificação quanto ao tipo de confinamento.

Os dados relativos à qualidade das águas da base cadastral do SIAGAS/CPRM são escassos e estão restritos a 6 poços profundos, com informações relativas a cor, odor, turbidez e aspecto natural. Destes poços, apenas um apresenta alterações nas suas características físicas, no que se refere a cor (20mg Pt/L), índice de turbidez (10 UNT) e quanto ao aspecto natural com água apresentando consistência amarelada.

Para avaliar a qualidade das águas subterrâneas na AID/ADA foram efetuadas 04 campanhas de amostragem no ano de 2012 nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente.

A rede de amostragem compreende 8 poços selecionados de acordo com a sua localização e utilização para abastecimento de comunidades das principais áreas urbanas da região, conforme apresentado no **Quadro 7.3.1.2.3.4/01** - Pontos de Amostragens de Águas Subterrâneas com espacialização no Mapa 7.3.1.2/05 – Poços Tubulares Profundos (Volume 3 – Mapas). Dos oito pontos que compõem a rede de amostragem, 6 referem-se as coletas realizadas em poços tubulares profundos e 2 em poços tipo cacimbas.

Os resultados das análises laboratoriais indicam, de forma geral, a ocorrência de águas de boa qualidade, a exceção de alguns poços, que apresentaram inconsistências relativas a algumas variáveis inorgânicas e orgânicas com valores fora das faixas preconizados pela Portaria do Ministério da Saúde 2914 de 12 de dezembro de 2011, que determina restrições para águas destinadas ao abastecimento público.

Dentre estes parâmetros destaca-se o pH que, no geral, apresentou valores ácidos a neutros (3,84 a 7,62). As quatro campanhas exploratórias mostraram valores bastante coerentes quanto aos valores de pH.

Níveis de acidez abaixo de 6 foram verificados sistematicamente em cinco pontos de coleta, respectivamente nas duas cacimbas (Pontos 05 e 07) e nos poços profundos identificados como Ponto 02, Ponto 06 e Ponto 08.

Quadro 7.3.1.2.3.4/01 - Pontos de Amostragens de Águas Subterrâneas.

Pontos	Município - Localidade	Coordenadas SIRGAS 2000 (Fuso: 21S)		Tipo de Captação	Prof. (m)
		Leste	Norte		
01	Trairão - Três Bueiras – Escola Calim Miguel dos Anjos	616.476	9.412.550	Poço profundo	86
02	Trairão – Jamanxinzinho – Madeireira Tapajós	599.098	9.433.427	Poço profundo	70
03	Trairão – Trairão – Escola Municipal Laudelino Baú	611.923	9.481.277	Poço profundo	180
04	Itaituba – Frigorífico Frivata	593.465	9.518.941	Poço profundo	273
05	Itaituba – Pimental – pequeno comércio e residências	582.009	9.494.675	Cacimba	9
06	Itaituba - Rodovia Transamazônica, km 180 – Hotel e Restaurante Frigideira da Nice	508.135	9.449.897	Poço profundo	73
07	Itaituba – Buburé – hotel e restaurante	574.760	9.489.850	Cacimba	17
08	Itaituba – Itaituba – Hotel Apiacás	611.921	9.526.899	Poço profundo	39

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Embora o pH seja um parâmetro não utilizado para indicar potabilidade, os valores encontrados não estão de acordo com a recomendação de que águas boas para consumo apresentem variação de pH entre 6,0 e 9,5.

As amostragens apresentaram de forma sistemática a presença de ferro nas amostragens. Concentrações acima do valor máximo permitido de 0,3mg/L, conforme determina esta Portaria, foi verificada de forma aleatória em 6 pontos de amostragens. Somente as amostragens realizadas nos Pontos 01 e 02 no município de Trairão não apresentaram inconsistências quanto as concentrações de ferro na água.

Quanto à presença dos constituintes bacteriológicos, as campanhas de amostragens identificaram a incidência dos coliformes totais na maior parte das coletas com índices variando entre 10 e 1.600 NMP/100ml. A presença de *Escherichia coli* e de coliformes termotolerantes ficou restrita a três amostragens desenvolvida no período de vazante, respectivamente, nos Pontos 04, 05 e 06.

A presença de coliformes e bactérias deve estar associada ao local dos poços, tendo em vista que eles se localizam próximos a ocupações humanas que, por vezes, também possuem instalações com criações de animais. As bactérias podem ser oriundas de uma destas fontes ou de ambas, sendo que o fato das mesmas chegarem aos poços normalmente está ligado à proximidade entre estes e as fontes de contaminação possíveis (sistemas de esgoto, fossas sépticas ou fossas negras,

criatórios de porcos ou de outros animais etc.), e à susceptibilidade dos poços de captação de água.

Outro fato a ser ressaltado são os valores mais elevados de salinidade e condutividade verificados sistematicamente nas amostragens realizadas nos pontos de amostragens 01, 03, 04 e 08, classificados como poços profundos.

Os valores encontrados refletem-se nos maiores valores encontrados nestes mesmos pontos quanto as taxas de dureza total (Pontos 01, 03 e 08) com índices máximos verificados 166mg/L, dentro dos limites de preconizados pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que determina valor máximo permitido de 500mg/L para águas destinadas ao abastecimento público.

Ressalta-se que as condições verificadas quanto aos índices de pH, dureza e salinidade não constituem propriamente problemas de contaminação e sim as condições naturais dos aquíferos onde situam estes poços.

7.3.1.2.4 Sedimentologia

Neste tema são abordados os aspectos relacionados ao transporte de sedimentos, com o levantamento de informações e tratamento numérico de dados visando a formulação de subsídios necessários as análises relacionadas a vida útil do empreendimento e os processos de assoreamento que poderão ocorrer no estirão do reservatório e os possíveis efeitos a jusante.

Neste estudo procurou-se caracterizar as condições de rio natural, onde o comportamento sedimentométrico é aferido em função do regime de vazões, com a definição dos elementos básicos necessários ao desenvolvimento dos estudos de modelagem matemática.

7.3.1.2.4.1 Aspectos Gerais, Dados e Metodologia Utilizada

Para o desenvolvimento dos estudos de sedimentos procedeu-se ao levantamento de dados e informações considerando-se as diversas fontes de consultas e as derivadas dos levantamentos hidrossedimentométricos desenvolvidos no âmbito dos estudos de viabilidade do aproveitamento do AHE São Luiz do Tapajós.

7.3.1.2.4.1.1 Levantamento de Dados

Compreendem as informações hidrossedimentométricas disponíveis nas estações operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA e dados de campanhas de

levantamento hidrossedimentométrico de campanhas desenvolvidos no âmbito dos estudos de inventário e viabilidade do AHE São Luiz do Tapajós.

- **Dados Hidrossedimentométricos de Estações Operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA**

Abrangem as informações relacionadas as campanhas de medições de descarga líquida e sólida, levantamento de perfis transversais, leituras de régua limnométrica e de vazões médias diárias.

Em função da necessidade de aferir uma curva chave de sedimento para o local do barramento do AHE São Luiz do Tapajós, a coleta incluiu dados de estações situadas também fora da Área de Influência Indireta, tendo por objetivo a formalização de uma base de informações mais ampla nos estudos de regionalização. Deste modo, as análises consideram também as estações situadas nas bacias dos rios Teles Pires e Juruena conforme discriminado no **Quadro 7.3.1.2.4.1.1/01** e espacializadas na Figura 7.3.1.2.2.1/01 – Estações Fluviométricas de Interesse Operadas pela ANA.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/01 - Estações Fluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA.

Código ANA	Estação	Curso d'água	Município	UF	Nº de Medições	Área de Drenagem (km²)	Localização		Período de Análise
							Latitude	Longitude	
17730000	Itaituba	Tapajós	Itaituba	PA	49	458.000	04°16'32"	55°58'56"	1992/2011
17650000	Jatobá	Tapajós	Itaituba	PA	19	387.378	05°09'09"	56°51'14"	1977/1982
17430000	Barra do São Manuel Jusante	Tapajós	Borba	AM	86	333.000	7°20'23"	58°09'19"	1996/2011
17093000	Fontanilhas	Juruena	Juína	MT	78	55.900	11°21'30"	58°20'34"	1996/2012
17120000	Porto dos Gaúchos	Arinos	Porto dos Gaúchos	MT	32	37.100	11°32'12"	57°25'25"	1996/2012
17380000	Jusante Foz Peixoto de Azevedo	Teles Pires	Alta Floresta	MT	22	81.600	9°38'26"	56°01'10"	1996/2012

FONTE: ANA, 2013.

Nos **Quadros 7.3.1.2.4.1.1/02 a 7.3.1.2.4.1.1/07** são apresentados um resumo do histórico das campanhas de medições de descarga líquida e sólida e que permitiram aferir as concentrações dos sólidos em suspensão.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/02– Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Itaituba.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17730000	22/01/00	16.250,0	23.077	2.922,2	0,704	21,81	7,90	30.621,24
17730000	22/05/00	12.478,0	26.086	2.938,4	0,478	9,97	8,88	10.748,65
17730000	06/08/00	4.425,0	21.096	2.926,5	0,210	7,43	7,21	2.840,64
17730000	02/11/00	5.391,0	13.340	2.877,9	0,404	3,04	4,64	1.415,98
17730000	29/01/01	16.387,0	25.156	2.929,6	0,650	8,07	8,59	11.425,80
17730000	18/07/01	10.053,0	22.153	2.923,1	0,454	3,79	7,58	3.291,92
17730000	21/10/01	3.878,0	11.688	2.869,2	0,332	11,46	4,07	3.839,78
17730000	15/02/02	17.963,0	23.028	2.911,9	0,780	8,08	7,91	12.540,19
17730000	14/05/02	10.685,0	23.898	2.934,4	0,447	2,88	8,14	2.658,77
17730000	22/08/02	3.298,0	19.924	2.902,5	0,166	7,39	6,86	2.105,76
17730000	12/12/02	6.108,0	13.508	2.866,7	0,452	13,26	4,71	6.997,72
17730000	28/11/03	8.011,0	14.795	2.871,7	0,541	15,90	5,15	11.005,19
17730000	31/07/05	4.603,0	19.412	2.918,2	0,237	1,00	6,65	397,70
17730000	09/11/05	4.854,0	10.743	2.854,2	0,452	5,00	3,76	2.096,93
17730000	03/03/06	27.876,0	30.287	2.940,8	0,920	7,61	10,30	18.328,58
17730000	21/06/06	11.221,0	26.025	2.934,1	0,431	8,42	8,87	8.163,14
17730000	15/09/06	4.300,0	14.567	2.903,6	0,295	3,26	5,02	1.211,53
17730000	30/11/06	7.551,0	14.007	2.891,8	0,539	11,35	4,84	7.403,51
17730000	13/12/07	8.244,0	11.062	981,3	0,745	12,69	11,27	9.039,57
17730000	07/04/08	15.722,0	15.848	1.503,7	0,992	9,17	10,54	12.461,79
17730000	07/04/08	30.786,0	31.722	2.895,3	0,970	9,17	10,96	24.402,02
17730000	31/07/08	5.312,0	21.055	2.930,3	0,252	2,24	7,19	1.026,23
17730000	06/11/08	6.160,0	12.763	2.887,2	0,483	9,25	4,42	4.924,14
17730000	26/07/09	6.353,0	25.062	2.941,0	0,253	5,35	8,52	2.934,96
17730000	27/10/09	5.360,0	11.725	2.875,5	0,457	7,96	4,08	3.686,31
17730000	10/05/10	14.127,0	24.684	2.945,9	0,572	10,51	8,38	12.830,66
17730000	30/7/2010	4.620,83	20.530	2.926,77	0,225	4,63	7,01	1.850,08
17730000	31/10/2010	4.198,33	10.276	2.826,37	0,409	4,68	3,64	1.697,97
17730000	30/1/2011	19.775,63	23.698	2.940,31	0,834	18,03	8,06	30.804,61
17730000	6/5/2011	22.109,77	29.273	2.885,25	0,755	7,11	10,15	13.587,85

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/03 – Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Jatobá.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17650000	16/08/77	3.541,0	11.975	997,0	0,296	2,46	12,01	752,62
17650000	11/10/77	4.498,0	13.558	999,0	0,332	3,28	13,57	1.274,70
17650000	20/12/77	8.327,0	12.972	1.014,0	0,642	13,27	12,79	9.547,14
17650000	20/04/78	15.746,0	14.677	1.042,0	1,073	23,71	14,09	32.256,37
17650000	15/06/78	7.398,0	12.846	1.017,0	0,576	10,10	12,63	6.455,79
17650000	23/08/78	3.494,0	12.431	996,0	0,281	3,53	12,48	1.065,64
17650000	20/10/78	3.979,0	11.686	997,0	0,341	5,76	11,72	1.980,21
17650000	17/12/78	7.800,0	14.339	1.012,0	0,544	17,52	14,17	11.807,08
17650000	12/02/79	17.285,0	19.485	1.012,0	0,887	27,30	19,25	40.770,48
17650000	14/02/81	15.367,0	18.553	1.038,0	0,828	5,74	17,87	7.621,05
17650000	07/06/81	4.972,0	16.016	1.012,0	0,310	9,43	15,83	4.050,95
17650000	19/08/81	2.659,0	14.824	1.000,0	0,179	11,26	14,82	2.586,85
17650000	22/10/81	3.885,0	16.219	1.013,0	0,240	17,96	16,01	6.028,53
17650000	20/12/81	7.901,0	17.179	1.014,0	0,460	15,93	16,94	10.874,56
17650000	13/05/82	14.401,0	15.046	1.037,0	0,957	17,98	14,51	22.371,55
17650000	16/07/82	5.515,0	15.046	1.007,0	0,367	9,46	14,94	4.507,65
17650000	22/09/82	4.326,0	15.944	1.014,0	0,271	7,52	15,72	2.810,72
17650000	19/11/82	4.351,0	12.243	1.018,0	0,355	13,49	12,03	5.071,25

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/04 – Rio Tapajós na Estação Fluviométrica de Barra do São Manuel.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17430000	22/01/00	15.013,0	13.365	954,3	1,123	4,26	14,01	5.525,74
17430000	25/05/00	6.971,0	10.390	946,4	0,671	18,40	10,98	11.082,22
17430000	31/07/00	3.131,0	8.438	932,7	0,371	7,43	9,05	2.009,95
17430000	27/10/00	2.984,0	8.835	929,0	0,338	3,87	9,51	997,75
17430000	04/10/01	2.481,0	8.103	926,8	0,306	6,23	8,74	1.335,45
17430000	30/01/02	15.609,0	13.883	957,0	1,124	5,26	14,51	7.093,73
17430000	13/05/02	6.825,0	10.691	946,9	0,638	6,04	11,29	3.561,67
17430000	10/09/02	2.115,0	8.687	926,4	0,243	0,39	9,38	71,27
17430000	25/11/02	3.502,0	8.955	897,3	0,391	11,59	9,98	3.506,82
17430000	07/11/03	4.859,0	9.817	940,3	0,495	11,33	10,44	4.756,53
17430000	09/08/05	3.504,0	8.649	927,9	0,405	7,00	9,32	2.119,22
17430000	19/11/05	3.813,0	8.982	934,9	0,424	4,00	9,61	1.317,77
17430000	26/02/06	20.987,0	16.390	1.125,7	1,280	7,61	14,56	13.799,04
17430000	01/07/06	5.533,0	9.916	963,9	0,558	5,91	10,29	2.825,28
17430000	22/09/06	3.317,0	8.894	958,5	0,373	2,96	9,28	848,30
17430000	08/12/06	6.512,0	10.370	963,2	0,628	8,73	10,77	4.912,94

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17430000	09/12/07	8.244,0	11.062	981,3	0,745	12,69	11,27	9.039,57
17430000	19/04/08	16.232,0	13.467	959,0	1,205	7,10	14,04	9.950,35
17430000	12/08/08	3.894,0	9.122	922,9	0,427	2,61	9,88	876,43
17430000	16/11/08	4.267,0	9.384	933,9	0,455	4,71	10,05	1.736,06
17430000	01/08/09	3.947,0	9.290	935,6	0,425	4,18	9,93	1.426,83
17430000	04/11/09	4.420,0	9.343	937,0	0,473	3,95	9,97	1.507,69
17430000	18/05/10	7.321,0	10.446	950,5	0,701	7,33	10,99	4.638,37
17430000	7/8/2010	3.381,69	8.693	935,6	0,389	3,90	9,29	1.138,62
17430000	9/11/2010	3.708,36	8.941	925,77	0,415	7,59	9,66	2.430,89
17430000	8/2/2011	14.937,69	13.295	952,53	1,124	10,28	13,96	13264,956
17430000	10/5/2011	9.807,00	11.445	945,48	0,857	61,28	12,11	51.924,93

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/05 - Rio Juruena na Estação Fluviométrica de Fontanilhas.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17093000	02/02/02	1.407,0	1.865	354,4	0,755	3,12	5,26	379,28
17093000	29/05/02	1.265,0	1.670	344,0	0,757	12,54	4,85	1.370,57
17093000	23/09/02	1.075,0	1.465	346,2	0,754	4,11	4,23	381,74
17093000	10/12/02	1.105,0	1.576	350,1	0,701	7,88	4,50	752,32
17093000	08/09/04	1.108,0	1.494	348,1	0,741	189,03	4,29	18.096,07
17093000	03/12/04	1.810,0	1.645	355,9	1,100	9,21	4,62	1.440,30
17093000	17/08/05	1.067,0	1.500	346,4	0,711	5,14	4,33	473,85
17093000	23/08/06	1.236,0	1.639	370,4	0,754	3,71	4,42	396,19
17093000	28/09/07	1.184,0	1.575	365,5	0,752	8,80	4,31	900,22
17093000	06/04/08	1.950,0	2.273	178,1	0,858	11,42	12,77	1.924,04
17093000	28/07/08	1.179,0	1.575	348,7	0,749	1,42	4,52	144,65
17093000	28/07/08	1.179,0	1.575	348,7	0,749	3,55	4,52	361,62
17093000	28/07/08	1.179,0	1.575	348,7	0,749	3,93	4,52	400,33
17093000	28/07/08	1.179,0	1.575	348,7	0,749	4,18	4,52	425,80
17093000	28/07/08	1.179,0	1.575	348,7	0,749	6,89	4,52	701,85
17093000	28/10/08	1.146,0	1.598	350,0	0,717	0,13	4,57	12,87
17093000	28/10/08	1.146,0	1.598	350,0	0,717	1,75	4,57	173,28
17093000	28/10/08	1.146,0	1.598	350,0	0,717	2,68	4,57	265,36
17093000	28/10/08	1.146,0	1.598	350,0	0,717	3,01	4,57	298,03
17093000	28/10/08	1.146,0	1.598	350,0	0,717	11,13	4,57	1.102,03
17093000	22/05/09	1.433,0	1.933	375,6	0,741	5,73	5,15	709,44
17093000	22/05/09	1.433,0	1.933	375,6	0,741	5,84	5,15	723,06
17093000	22/05/09	1.433,0	1.933	375,6	0,741	7,10	5,15	879,06
17093000	22/05/09	1.433,0	1.933	375,6	0,741	9,19	5,15	1.137,82

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17093000	24/08/09	1.165,0	1.453	351,6	0,802	6,93	4,13	697,75
17093000	24/11/09	1.169,0	1.600	353,1	0,731	6,80	4,53	686,61
17093000	04/03/10	1.997,0	2.389	378,8	0,836	3,09	6,31	532,46
17093000	7/6/2011	1.220,70	1.723	368,8	0,708	4291	4,67	452565,25
17093000	10/4/2011	1.133,70	1.542	362,3	0,719	2884	4,26	282492,65

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/06 - Rio Arinos na Estação Fluviométrica de Porto dos Gaúchos.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17120000	20/09/00	401,0	653	212,7	0,614	11,25	3,07	389,77
17120000	24/04/02	803,0	927	213,4	0,866	19,23	4,34	1.334,16
17120000	25/11/02	458,0	679	214,4	0,675	4,06	3,17	160,66
17120000	10/03/03	1.092,0	1.073	216,0	1,018	9,02	4,97	851,03
17120000	23/06/03	595,0	770	214,0	0,773	7,29	3,60	374,76
17120000	26/07/04	549,0	732	213,5	0,750	12,92	3,43	612,84
17120000	25/10/04	537,0	727	214,0	0,738	10,41	3,40	482,99
17120000	01/08/05	421,0	653	212,7	0,645	4,80	3,07	174,60
17120000	09/11/05	447,0	680	214,0	0,658	9,17	3,18	354,15
17120000	21/07/06	507,0	713	214,2	0,711	5,52	3,33	241,80
17120000	21/04/07	765,0	902	216,6	0,849	6,79	4,16	448,79
17120000	14/08/07	411,0	651	212,8	0,632	4,08	3,06	144,88
17120000	05/12/07	825,0	952	217,9	0,867	13,18	4,37	939,47
17120000	05/07/08	561,0	761	215,5	0,738	9,50	3,53	460,47
17120000	01/10/08	399,0	651	212,6	0,613	4,81	3,06	165,82
17120000	30/03/09	987,0	1.048	219,0	0,942	14,96	4,79	1.275,83
17120000	29/07/09	459,0	685	214,0	0,670	5,41	3,20	214,71
17120000	27/10/09	487,0	701	214,7	0,694	6,91	3,27	290,71
17120000	05/02/10	1.119,0	1.163	220,6	0,962	10,84	5,27	1.048,03
17120000	29/04/10	774,0	906	217,3	0,854	13,36	4,17	893,63
17120000	28/08/2011	413,74	660,05	213,5	0,627	4,56	3,09	163,00
17120000	26/11/2011	603,93	795,93	216	0,759	11,2	3,68	584,41
17120000	28/04/2012	902,03	970,33	218	0,93	8,4	4,45	654,66
17120000	19/07/2012	488,21	734,6	203,96	0,662	88,3	3,60	3724,61

FONTE: ANA, 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/07– Rio Teles Pires na Estação Fluviométrica Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

Estação	Data	Vazão (m³/s)	Seção Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Conc. Cs (ppm)	Prof. Média (m)	Descarga Sólida medida (t/dia)
17380000	30/05/00	1.551,0	2.322	388,1	0,668	16,50	5,98	2.211,11
17380000	05/08/00	672,0	1.808	385,1	0,367	13,83	4,69	802,98
17380000	31/10/00	683,0	1.747	372,7	0,391	11,93	4,69	704,00
17380000	06/07/05	981,0	2.058	374,7	0,476	11,83	5,49	1.002,69
17380000	07/10/05	826,0	1.855	373,5	0,445	11,17	4,97	797,16
17380000	06/10/06	825,0	1.994	392,5	0,414	10,33	5,08	736,32
17380000	05/07/07	925,0	2.017	391,2	0,458	8,54	5,16	682,52
17380000	27/10/07	733,0	1.898	389,2	0,386	7,34	4,88	464,85
17380000	26/05/08	2.089,0	2.708	403,2	0,772	12,19	6,72	2.200,17
17380000	28/08/08	635,0	1.902	398,2	0,334	4,98	4,78	273,22
17380000	04/07/09	1.131,0	2.298	404,1	0,492	11,99	5,69	1.171,55
17380000	24/09/09	733,0	1.869	391,8	0,392	12,18	4,77	771,56
17380000	23/8/2010	622	1896	407,06	0,328	6	4,66	315,24
17380000	28/6/2012	1.201	2495,57	412,73	0,481	8,1	6,05	840,53

FONTE: ANA, 2013.

• **Campanhas de Levantamento de Campo – Estudos de Inventário e Viabilidade**

Compreendem os dados de medições de descarga líquida e sólida e coleta de sedimentos de fundo e suspensão. Foram desenvolvidas em 6 campanhas de coleta na estação Jamanxim, pertencente a rede operada pela Agência Nacional de Águas – ANA, e na estação Foz do Jamanxim, conforme apresentado no **Quadro 7.3.1.2.4.1.1/08**.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/08 - Estações Fluviométricas – Estudos de Inventário.

Código	Estação	Entidade	Curso d'água	Número de Medições	Localização		Período
					Latitude	Longitude	
-	Foz do Jamanxim	CNEC	Tapajós	6	04°40'27,5"	56°23'54,4"	2007/2008
17680000	Jamanxim	CNEC/ANA	Jamanxim	6	05°30'00"	55°50'00"	17/11/2007

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2008.

- **Campanhas de Levantamento Hidrossedimentométrico**

No âmbito dos estudos ambientais do AHE São Luiz do Tapajós foi estabelecida uma rede de amostragem hidrossedimentométrica, com a definição de 12 pontos de medição e coleta de amostras de sedimentos distribuídas estrategicamente nos cursos dos rios Tapajós e Jamanxim e principais contribuintes laterais. As campanhas constaram de quatro levantamentos hidrossedimentométricos desenvolvidas no decorrer do ano de 2012, considerando os períodos de cheia, vazante, seca e enchente.

No **Quadro 7.3.1.2.4.1.1/09** é apresentada a localização dos pontos que compõem a rede de amostragem hidrossedimentométrica. Esses pontos encontram-se especializados no Mapa 7.3.1.2/01 (Volume 3 – Mapas) como seções transversais, onde foram desenvolvidas as amostragens de sedimentos.

Quadro 7.3.1.2.4.1.1/09 – Rede de Amostragem Hidrossedimentométrica.

Pontos	Curso d'Água	Coordenadas UTM (Fuso 21)	
		Leste	Norte
TR-6 ou Crepori	Crepori	468.195	9.362.238
CT-7A	Tapajós	465.212	9.372.156
Bom Jardim ou Bacabal	Bacabal	486.753	9.382.543
TR-5A ou Ratão	Ratão	506.810	9.411.156
CT-6A	Tapajós	506.791	9.421.404
Jamanxim Montante	Jamanxim	560.586	9.444.462
PR-5	Jamanxim	562.009	9.470.854
TR-7	Jamanxinzinho	560.222	9.456.228
TR-2A ou Tucunaré	Tucunaré	579.312	9.485.656
CT-4	Tapajós	578.645	9.492.738
Curral	Tapajós	582.234	9.513.899
Itaituba	Tapajós	614.151	9.525.936

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2012.

Na seleção dos pontos de amostragens foram considerados os seguintes critérios:

- **Tributários Afluentes**

- Dimensão das bacias contribuintes laterais, sendo consideradas as de maior área de abrangência e que vem aferir maior participação nos processos hidrossedimentométricos. Dentre estes tributários, destaca-se o rio Jamanxim, onde, em função da dimensão de sua bacia contribuinte, definiram-se dois pontos de amostragens: um localizado a montante próximo a linha do remanso do reservatório do AHE São Luiz do Tapajós (Ponto Jamanxim Montante) e outro próximo a foz deste tributário no rio Tapajós (Ponto PR-5). Dentre outros

tributários considerados neste critério, citam-se: Crepori (Ponto TR-6 ou Crepori), Ratão (Ponto TR5A ou Ratão) e Jamanxinzinho (Ponto TR-7);

- Condições de uso e ocupação do solo das bacias contribuintes e em especial aquelas onde são desenvolvidas as atividades garimpeiras, geradoras de expressivas cargas de sedimentos em suspensão. Dentre estes tributários destacam-se os rios Crepori (Ponto TR-6 ou Crepori), Bom Jardim (Ponto Bom Jardim ou Bacabal) e Ratão (TR-5A ou Ratão); e
- Contribuintes laterais formadores de grandes braços tributários do reservatório a exemplo do rio Tucunaré (TR-2A ou Tucunaré).

- **Curso do Tapajós**

- Definição de pontos de amostragens estratégicos no curso do Tapajós, estabelecidos a montante da linha de remanso e próximo ao eixo do AHE São Luiz do Tapajós, procurando mensurar o aporte e a saída de sedimento nos pontos extremos da região a ser ocupada pelo reservatório. Com estes propósitos foram estabelecidos os pontos de amostragens CT7A e CT-6A, localizados a montante do reservatório e o Ponto CT-4, próximo ao local do eixo do empreendimento; e
- No trecho a jusante do eixo do AHE São Luiz do Tapajós foram considerados pontos de amostragens em duas praias utilizadas pela população local como área de lazer, respectivamente a praia do Curral, situada mais próxima do eixo do aproveitamento e Itaituba, próxima a zona urbana deste município, onde o rio Tapajós é influenciado pelo efeito de remanso propagado pelo rio Amazonas.

Na microlocalização destes pontos, procurou-se sempre que possível, posicioná-las próximas dos locais de amostragem de qualidade da água, de forma a permitir a integração entre as informações relacionadas a estes dois temas. Neste grupo de amostragens inserem-se os seguintes pontos: TR-6, CT-7A, TR-5A, CT-6A, PR-5, TR-7, TR-2A, CT-4.

As campanhas de amostragens de campo ocorreram em períodos distintos do ano com intuito de aferir o comportamento sedimentométrico sazonal em diferentes condições hidrológicas, traduzidas com o desenvolvimento de quatro campanhas de campo. A primeira campanha de levantamento hidrossedimentométrico foi desenvolvida no período de 28/04/2012 a 02/05/2012. A segunda no período 10/07/2012 a 14/07/2012. A terceira no período 17/10/2012 a 21/10/2012 e a quarta entre 17/01/2013 a 21/01/2013.

As campanhas incluíram levantamento batimétrico de seções transversais, medição de velocidade de escoamento, coletas de amostras de sedimentos em suspensão visando determinação da descarga sólida e coleta de amostras de sedimentos de fundo e suspensão para fins de realização de análise de classificação granulométrica.

Em particular para os cursos do Crepori (Ponto TR-6), Ratão (Ponto TR-5A) e Tucunaré (Ponto TR 2A), os levantamentos incluíram medições de descarga líquida e sólida.

7.3.1.2.4.1.2 Procedimentos de Campo

A seguir são apresentados os procedimentos de campo praticados durante os trabalhos de amostragens realizadas no ano de 2012, com a realização de medições e coleta de amostras em diferentes locais representativos do recurso hídrico.

No **Quadro 7.3.1.2.4.1.2/01** são contabilizadas as quantidades totais de amostragens, levantamentos e tipos de medições realizadas nas quatro campanhas de levantamento hidrossedimentométrico.

Quadro 7.3.1.2.4.1.2/01 – Quantidades de Material Coletado em Campo.

Tipos de Análise	Quantidade
Concentração dos sedimentos em suspensão	248
Curva granulométrica de sedimentos em suspensão	48
Curva granulométrica de sedimentos de fundo	84
Levantamento batimétrico de seção transversal	48
Medição de velocidade de escoamento	40
Medição de Descarga Líquida	12

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

As campanhas hidrossedimentométricas abrangeram os seguintes tipos de amostragens:

- **Levantamento Batimétrico de Seção Transversal** - Os trabalhos de campo contemplaram, em cada período da campanha, o levantamento batimétrico de 12 seções transversais.
- **Coleta de Sedimento em Suspensão** - Teve por objetivo avaliar a variação da concentração dos sólidos suspensos ao longo do perfil de profundidade no ponto de medição. Neste propósito foram realizadas coletas individualizadas de sedimento em suspensão em 5 níveis de profundidades, respectivamente: a 20%, a 40%, a 60%, a 80% e a 0,20m acima do fundo do rio;
- **Determinação da Velocidade de Escoamento** – Baseada na mesma sistemática descrita anteriormente, foram realizadas medições da velocidade de escoamento da água ao longo do perfil de profundidades nesses mesmos pontos e nas 5 profundidades. Neste processo foi procedida a coleta de sedimentos em suspensão, visando aferir as variações da velocidade da água

- em função da profundidade e permitir estabelecer uma correlação entre a velocidade de escoamento e a concentração de sedimento em suspensão;
- **Coleta de Amostras de Sedimento de Fundo** – Foram realizadas coletas de amostras de sedimento do leito do rio objetivando a realização de análise voltada a classificação granulométrica;
 - **Coleta de Amostras de Sedimento em Suspensão** – Esse tipo de amostragem visou a realização de análises voltadas classificação granulométrica dos sedimentos em suspensão.
 - **Medições de Descarga Líquida e Sólida** – As campanhas de medições de descarga líquida e sólida foram desenvolvidas nos cursos dos rios Crepori, Ratão e Tucunaré, visando estabelecer as produtividades hídricas e sólidas nestes três tributários.

As (**Fotos 7.3.1.2.4.1.2/01 a 7.3.1.2.4.1.2/04**) - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.ilustram os equipamentos hidrométricos utilizados nos trabalhos de medição de velocidade e coletas de amostras de sedimentos em suspensão e de fundo.

Na (**Foto 7.3.1.2.4.1.2/01**) - **Anexo Fotográfico 7.3.1 (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.é apresentado o guincho hidrométrico acoplado ao barco, através do qual é possível realizar a operação de posicionamento do molinete fluviométrico e do amostrador de sedimento em suspensão em uma dada profundidade.



Foto 7.3.1.2.4.1.2/01 – Detalhe do Molinete Fluviométrico.

Na **Foto 7.3.1.2.4.1.2/02** é apresentado o equipamento de amostragem para coleta de sedimento em suspensão, onde foi utilizado o amostrador DH-48, adaptado para garrafa com capacidade de 1 litro.



Foto 7.3.1.2.4.1.2/02– Amostrador de sedimento em suspensão tipo DH-48.

Na **Foto 7.3.1.2.4.1.2/03** é mostrado um detalhe da garrafa numerada contendo a amostra do sedimento em suspensão recém coletada.



Foto 7.3.1.2.4.1.2/03 – Garrafa de 1 Litro com Amostra Coletada.

Na **Foto 7.3.1.2.4.1.2/04** é apresentado o equipamento para coleta de sedimento de fundo, onde foi utilizado o amostrador Rock-Island.



Foto 7.3.1.2.4.1.2/04 – Amostrador de material de fundo tipo *Rock-Island*.

7.3.1.2.4.1.3 Metodologia Adotada nos Ensaios Laboratoriais

As análises laboratoriais das amostragens obtidas das quatro campanhas sedimentométricas visaram a determinação da concentração do sedimento em suspensão e classificação granulométrica dos sedimentos de fundo e suspensão.

Nos **Quadros 7.3.1.2.4.1.3/01 a 7.3.1.2.4.1.3/04** são resumidos os dados obtidos das 4 campanhas de amostragens dos sedimentos em suspensão, com a apresentação dos resultados das concentrações em 5 níveis de profundidades.

Quadro 7.3.1.2.4.1.3/01 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 1ª Campanha.

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
Bom Jardim	28/04/2012	139	0,75	954,2	0,065	82,01	79,03
		138	1,5	957,9	0,116	118,35	
		1391	2,25	949,6	0,06	69,29	
		2852	3	963,3	0,051	53,38	
		135	3,75	989,8	0,056	72,11	
TR 6	28/04/2012	1348	0,83	973	0,061	63,1	93,13
		181	1,67	943,3	0,043	45,69	
		0106	2,5	915,3	0,052	56,92	
		144	3,34	938,3	0,056	60	
		3080	4,17	914,8	0,26	283,89	
		1780	1/3 da ME	575,4	0,048	84,12	
CT 7A	28/04/2012	136	1,23	931,5	0,026	27,59	30,28
		1467	2,46	949,1	0,024	25,6	
		300	3,69	975,3	0,045	46,45	
		0109	4,92	964,2	0,026	27,28	
		291	6,15	950,7	0,029	30,08	
		0107	1/3 da ME	923,9	0,023	24,89	
		137	2/3 da ME	961,9	0,029	30,04	
Curral	01/05/2012	245	2,46	943,6	0,02	21,2	36,25
		1084	4,92	572,7	0,027	47,32	
		257	7,38	932,6	0,016	16,73	
		0175	9,84	504,3	0,029	58,3	
		3327	12,3	946,4	0,035	37,51	
		2159	1/3 da ME	921,7	0,028	30,27	
Itaituba	02/05/2012	718	2,26	889,7	0,038	42,6	30,94
		857	4,52	938,6	0,022	23,76	
		202	6,79	931,4	0,024	26,3	
		0193	9,05	867,2	0,012	14,3	
		162	11,31	623,7	0,029	46,66	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		0167	1/3 da ME	947,6	0,034	36,2	
		1469	2/3 da ME	926,6	0,025	26,76	
Jamanxim Montante	30/04/2012	38	3,79	934,3	0,022	23,87	26,33
		258	7,58	844,3	0,023	26,89	
		161	11,37	964,1	0,028	28,52	
		1409	15,16	979,8	0,023	23,58	
		1407	18,95	965,9	0,024	24,33	
		339	1/3 da ME	828	0,029	34,54	
TR 7	29/04/2012	0217	0,39	897	0,017	18,62	19,65
		1082	0,79	965,7	0,017	18,02	
		0334	1,18	971,6	0,018	18,83	
		165	1,58	922	0,016	17,57	
		3190	1,97	647,1	0,016	25,19	
PR 5	30/04/2012	715	1,52	964,3	0,025	26,34	29,70
		0238	3,05	929,2	0,025	27,44	
		813	4,57	973,8	0,025	25,67	
		971	6,1	910	0,025	27,14	
		13	7,62	935,7	0,026	27,36	
		1447	1/3 da ME	859,1	0,022	25,84	
TR5A	29/04/2012	166	0,84	964,9	0,032	33,27	48,84
		1445	1,68	871,4	0,048	55,31	
		48	2,52	972,3	0,027	28,18	
		0153	3,36	939	0,075	79,55	
		1732	4,2	722,3	0,035	47,9	
TR2A	30/04/2012	159	0,75	974,3	0,022	22,89	23,28
		0145	1,5	969,7	0,02	20,42	
		0138	2,25	935,4	0,019	20,42	
		810	3	857,2	0,021	24,5	
		0229	3,75	766,6	0,022	28,18	
CT4	01/05/2012	0523	0,81	968,2	0,021	22,1	41,55
		0165	1,62	959,8	0,021	22,3	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		0260	2,43	973,3	0,137	141,17	
		0147	3,24	965,7	0,031	32,62	
		1414	4,05	890,6	0,025	27,62	
		37	1/3 da ME	973,6	0,024	24,55	
		S/N	2/3 da ME	849,3	0,017	20,49	
CT6A	29/04/2012	133	0,74	824,3	0,023	28,27	43,43
		142	1,48	940,1	0,023	24,04	
		143	2,22	941,7	0,022	23,26	
		0734	2,96	969,6	0,15	155,12	
		0129	3,7	952,4	0,026	27,3	
		141	1/3 da ME	983,6	0,019	19,11	
		0182	2/3 da ME	967,1	0,026	26,88	

OBSERVAÇÃO: O símbolo (') faz parte da codificação impressa no rotulo da garrafa de coleta.

FONTE: CNEC WorleyParsons 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.3/02 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 2ª Campanha.

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
Bom Jardim	13/07/2012	1082	0,53	979,1	0,377	384,74	344,44
		1391	1,07	830,6	0,261	314,59	
		136	1,6	971,8	0,29	298	
		0310	2,14	972,4	0,363	373,3	
		0734	2,47	978,8	0,344	351,55	
TR6	14/07/2012	0138	0,37	972,7	0,082	84,1	86,94
		138	0,74	981,4	0,085	86,92	
		1090	1,1	938,7	0,072	76,17	
		48	1,47	969,7	0,081	83,74	
		1888	1,64	812,6	0,078	96,36	
		2852	1/3 da ME	975,6	0,101	103,94	
		166	2/3 da ME	964,6	0,075	77,34	
CT7A	14/07/2012	0182	0,83	972,5	0,009	9,56	23,42
		13 A	1,66	979,2	0,011	11,44	
		142	2,5	963,3	0,01	9,86	
		133	3,33	967,9	0,085	87,82	
		0238	3,96	907,8	0,011	11,57	
		143	1/3 da ME	969,4	0,016	16,2	
		0229 B	2/3 da ME	972,6	0,017	17,48	
Curral	10/07/2012	0229 A	2,02	968,4	0,271	279,64	57,00
		339	4,04	973,7	0,022	22,49	
		37	6,06	970	0,016	16,08	
		258	8,08	954,7	0,018	19,27	
		0744	9,9	752,9	0,013	17,4	
		0260	1/3 da ME	960,4	0,023	24,36	
		1409	2/3 da ME	897,2	0,018	19,73	
Itaituba	10/07/2012	161	1,64	979,3	0,013	12,97	15,08
		1407	3,29	966,1	0,012	12,63	
		165	4,93	971,2	0,013	13,39	
		813	6,58	933,3	0,012	13,29	
		1414	8,02	927,2	0,014	14,99	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		1447	1/3 da ME	983,5	0,017	16,78	
		0147	2/3 da ME	957	0,021	21,53	
Jamanxim Montante	12/07/2012	2159	2,36	960,3	0,018	18,74	31,40
		257	4,73	826,7	0,022	26,13	
		076	7,09	468,1	0,034	73,06	
		sn A	9,46	905,4	0,022	23,86	
		137	11,62	976,9	0,021	21,91	
		3328	1/3 da ME	723,1	0,02	27,11	
TR7	12/07/2012	715	0,2	822,6	0,008	9,73	35,18
		2897	0,41	990,5	0,069	69,26	
		1452	0,61	928,4	0,063	67,49	
		139	0,82	970,9	0,013	13,29	
		0175	0,82	631,6	0,01	16,15	
PR 5	12/07/2012	2972	0,68	791,3	0,021	27,04	26,06
		15	1,35	992,4	0,024	24,28	
		23	2,03	986	0,024	24,04	
		109	2,7	976,3	0,02	20,38	
		1783	3,18	737,9	0,023	31,44	
		24	1/3 da ME	958,6	0,021	21,49	
		17	2/3 da ME	648,8	0,022	33,75	
TR 5A	13/07/2012	1445	0,58	829,3	0,073	87,91	117,98
		0302	1,16	732,9	0,094	128,8	
		0307	1,75	922,6	0,078	84,87	
		14	2,33	961,5	0,19	197,82	
		18	2,71	852,1	0,077	90,48	
TR 2A	11/07/2012	0153	0,51	951,9	0,025	26,26	16,43
		245	1,02	915,4	0,01	11,25	
		1732	1,53	958,2	0,012	12,63	
		0217	2,04	967,4	0,012	12,09	
		3190	2,35	621,9	0,012	19,94	
CT4	11/07/2012	22	0,43	926,6	0,023	24,82	31,25
		1778	0,86	859,1	0,016	18,74	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		0523	1,29	976,6	0,021	21,4	
		0145	1,72	375,6	0,011	30,35	
		0165	1,95	551,1	0,049	88,73	
		13 B	1/3 da ME	957,9	0,019	20,25	
		0334	2/3 da ME	919,2	0,013	14,47	
CT6A	13/07/2012	145	0,35	991,4	0,085	85,74	29,99
		378	0,71	971,2	0,016	16,58	
		0303	1,06	979,5	0,03	30,63	
		0301	1,42	959,6	0,018	18,76	
		20	1,57	698,1	0,018	25,21	
		19	1/3 da ME	977,7	0,012	12,79	
		0129	2/3 da ME	977,6	0,02	20,25	

Observação: O símbolo (') faz parte da codificação impressa no rotulo da garrafa de coleta

FONTE: CNEC WorleyParsons 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.3/03 – Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 3ª Campanha.

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
Bom Jardim	20/10/2012	1443	2,84	954,2	0,225	236,22	318,42
		1391	2,43	957,9	0,215	224,97	
		1444	1,82	949,6	0,304	319,71	
		1787	1,22	963,3	0,204	211,36	
		143	0,61	989,8	0,594	599,82	
TR6	21/10/2012	1888	1,8	718,6	0,101	140,41	191,46
		1442	1,6	808,6	0,121	149,27	
		1786	1,2	956,7	0,129	134,63	
		1779	0,8	784,3	0,116	147,9	
		162	0,4	950	0,457	481,16	
		1785	1/3 da ME	841,7	0,121	143,88	
		1777	2/3 da ME	933,1	0,133	142,96	
CT7A	21/10/2012	0744	-0,2	962,4	0,166	172,9	110,82
		813	0	926,5	0,097	104,26	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		165	0	836,5	0,105	125,52	
		1407	0	738,9	0,105	142,1	
		1447	0	899,3	0,074	82,29	
		1782	1/3 da ME	923,2	0,076	82	
		1780	2/3 da ME	979,7	0,065	66,65	
Curral	17/10/2012	0147	12,56	561,3	0,055	98,34	81,16
		0217	10,21	500,6	0,054	108,47	
		245	7,66	692	0,055	78,76	
		142	5,1	909	0,061	67,55	
		0302	2,55	560,1	0,054	96,05	
		258	1/3 da ME	978	0,056	57,36	
		133	2/3 da ME	943,3	0,058	61,59	
Itaituba	17/10/2012	22	5,1	578,9	0,059	101,23	75,67
		1778	4,24	730,1	0,059	80,95	
		0145	3,18	941,5	0,06	64,15	
		0334	2,12	855,8	0,054	62,87	
		2972	1,06	672,9	0,053	78,76	
		3190	1/3 da ME	852,4	0,053	62,29	
		0165	2/3 da ME	724,8	0,058	79,47	
Jamanxim Montante	19/10/2012	141	5,72	815	0,066	81,23	111,67
		3327	4,74	956,5	0,046	48,2	
		23	3,55	919,5	0,076	82,44	
		1452	2,37	924,6	0,075	81,01	
		166	1,18	923,7	0,094	101,33	
		135	1/3 da ME	850,1	0,273	321,73	
		136	2/3 da ME	925,8	0,061	65,78	
TR7	19/10/2012	2852	0,77	975,7	0,051	52,68	51,71
		138	0,78	982,9	0,059	59,62	
		0129	0,58	982,5	0,02	19,85	
		0138	0,39	828	0,052	62,92	
		0734	0,19	816,2	0,052	63,46	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
PR5	19/10/2012	´0238	3,71	807,7	0,228	282,04	119,13
		378	3,13	597,5	0,086	143,26	
		´0175	2,35	948,2	0,085	89,54	
		1682	1,56	942,2	0,077	81,94	
		3228	0,78	873,7	0,062	71,19	
		´076	1/3 da ME	898,6	0,065	72,45	
		2159	2/3 da ME	728,5	0,068	93,48	
TR5A	20/10/2012	2897	3,2	724,8	0,078	107,34	116,90
		715	2,72	962,1	0,08	82,63	
		18	2,04	931,9	0,082	88,1	
		257	1,36	959,2	0,088	91,64	
		1082	0,68	855,2	0,184	214,8	
TR2A	18/10/2012	´0106	0,9	989,4	0,391	394,68	103,82
		´0301	0,88	888,7	0,031	34,54	
		13	0,66	960,6	0,029	30,19	
		19	0,44	993,1	0,028	28,3	
		14	0,22	882,1	0,028	31,4	
CT4	18/10/2012	´0307	1,3	473	0,022	46,51	35,17
		´0303	1,2	958,9	0,033	34,31	
		20	0,9	931,8	0,032	34,88	
		139	0,6	960,9	0,031	32,68	
		´0229	0,3	979,6	0,026	26,64	
		1445	1/3 da ME	747,1	0,029	38,68	
		137	2/3 da ME	929,1	0,03	32,5	
CT6A	20/10/2012	24	3,44	909,1	0,06	66	75,65
		339	2,91	969,2	0,062	63,97	
		17	2,18	951,2	0,107	112,07	
		1783	1,46	968,9	0,058	59,86	
		´0260	0,73	971,9	0,082	84,78	
		15	1/3 da ME	836,1	0,054	64,82	
		´0310	2/3 da ME	717,7	0,056	78,03	

Observação: O símbolo (´) faz parte da codificação impressa no rotulo da garrafa de coleta.

FONTE: CNEC WorleyParsons 2013.

Quadro 7.3.1.2.4.1.3/04 - Concentração dos Sedimentos em Suspensão – 4ª Campanha.

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
Bom Jardim	17/1/2013	37	3,07	963,2	0,1467	152,30	153,85
		0182	2,62	961,6	0,1449	150,69	
		1888	1,96	963,5	0,1336	138,66	
		1780	1,31	903,4	0,1433	158,62	
		1785	0,65	948,7	0,1603	168,97	
TR 6	17/1/2013	0147	3,78	980,8	0,1452	148,04	268,33
		0145	3,18	976,6	0,1671	171,10	
		142	2,39	925,6	0,1129	121,97	
		0217	1,59	956,8	0,1462	152,80	
		245	0,80	983,3	0,1456	148,07	
		3190	integrada	829,9	0,7939	956,62	
		258	integrada	976,7	0,1755	179,69	
CT 7A	7/1/2013	2972	17,03	969,8	0,0196	20,21	30,44
		715	13,78	917,6	0,0480	52,31	
		0303	10,34	953,1	0,0215	22,56	
		138	6,89	828,9	0,0242	29,20	
		0734	3,45	768,0	0,0275	35,81	
		139	integrada	831,8	0,0223	26,81	
		0334	integrada	886,7	0,0232	26,16	
Curral	21/1/2013	76	16,40	866,8	0,0586	67,60	63,77
		1452	13,28	969,1	0,0524	54,07	
		23	9,96	935,9	0,0620	66,25	
		2159	6,64	924,9	0,0486	52,55	
		137	3,32	950,7	0,0548	57,64	
		378	integrada	975,2	0,0777	79,68	
		1682	integrada	795,8	0,0546	68,61	
Itaituba	21/1/2013	18	6,50	941,7	0,0466	49,48	48,60
		2897	5,36	947,1	0,0457	48,25	
		257	4,02	875,8	0,0433	49,44	
		1783	2,68	955,9	0,0390	40,80	
		22	1,34	926,7	0,0402	43,38	
		0310	integrada	945,8	0,0625	66,08	
		1778	integrada	963,9	0,0412	42,74	
Jamaxim Montante	19/1/2013		26,00	929,4	0,0745	80,16	75,63
		19	20,96	769,6	0,0547	71,08	
		14	15,72	590,2	0,0458	77,60	
		1787	10,48	509,6	0,0379	74,37	
		20	5,24	963,5	0,0799	82,93	
		13	integrada	729,4	0,0477	65,40	
TR 7	19/1/2013	1445	integrada	973,3	0,0758	77,88	23,76
		1442	3,72	949,7	0,0291	30,64	
		0307	3,14	969,5	0,0214	22,07	
		0106	2,35	967,9	0,0182	18,80	
		0229	1,57	926,2	0,0251	27,10	

Seção	Data	Nº da Amostra	Profundidade (m)	Volume (ml)	Sedimento (g)	Conc. (mg/l)	Conc. Média (mg/l)
		´0301	0,78	846,9	0,0171	20,19	
PR 5	20/1/2013	´0138	5,90	936,1	0,1423	152,01	116,73
		3328	4,88	958,5	0,0792	82,63	
		´0302	3,66	967,8	0,0623	64,37	
		141	2,44	958,7	0,0748	78,02	
		133	1,22	957	0,1954	204,18	
		?	integrada	905,9	0,1053	116,24	
		´0744	integrada	886	0,106	119,64	
TR5A	18/1/2013	162	3,90	700,4	0,0392	55,97	87,99
		3327	3,28	921,9	0,1499	162,60	
		135	2,46	931,9	0,0821	88,10	
		136	1,64	785,6	0,0374	47,61	
		48	0,82	986,2	0,0845	85,68	
TR2A	20/1/2013	162	3,90	976,9	0,0603	61,73	69,60
		3327	3,28	930,5	0,0638	68,57	
		135	2,46	965,6	0,0256	26,51	
		136	1,64	976,6	0,0484	49,56	
		48	0,82	972,8	0,1378	141,65	
CT6A	18/1/2013	813	9,20	968,9	0,0338	34,88	41,97
		1786	7,40	945,5	0,0292	30,88	
		1409	2,70	885,8	0,0245	27,66	
		1443	7,50	877,0	0,0656	74,80	
		1444	5,50	742,7	0,0309	41,60	
CT4	18/10/2012	2852		921,7	0,0322	34,94	53,42
		17	4,00	962,9	0,0343	35,62	
		161	2,45	977,2	0,044	45,03	
		´0165	25,13	949,3	0,0946	99,65	
		1391	2,34	940,5	0,0488	51,89	

Observação: O símbolo (´) faz parte da codificação impressa no rotulo da garrafa de coleta

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013

No **Quadro 7.3.1.2.4.1.3/05** são apresentados os resultados das medições do perfil de velocidade de escoamento realizadas em diferentes profundidades e para as quatro campanhas.

Quadro 7.3.1.2.4.1.3/05 – Perfil de Velocidade de Escoamento.

Seção	1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			4ª Campanha		
	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)
Bom Jardim	28/4/2012	0,10	0,521	13/7/2012	0,10	0,685	20/10/2012	0,10	0,670	17/1/2013	0,10	0,634
		0,75	0,516		0,53	0,567		0,61	0,762		0,65	0,613
		1,50	0,495		1,07	0,644		1,22	0,834		1,31	0,629
		2,25	0,510		1,60	0,624		1,82	0,829		1,96	0,608
		3,00	0,541		2,14	0,608		2,43	0,788		2,62	0,624
		3,55	0,490		2,47	0,500		2,84	0,690		3,07	0,624
		3,75	0,000		2,67	0,000		3,04	0,000		3,27	0,000
TR 6	28/4/2012	0,10	0,911	14/7/2012	0,10	0,711	21/10/2012	0,10	0,654	17/1/2013	0,10	0,916
		0,83	0,886		0,37	0,670		0,40	0,624		0,80	0,968
		1,67	0,932		0,74	0,665		0,80	0,593		1,59	1,045
		2,50	0,880		1,10	0,577		1,20	0,588		2,39	0,973
		3,34	0,808		1,47	0,500		1,60	0,541		3,18	0,844
		3,97	0,783		1,64	0,500		1,80	0,510		3,78	0,675
		4,17	0,000		1,84	0,000		2,00	0,000		3,98	0,000
CT 7A	28/4/2012	0,10	0,932	14/7/2012	0,10	0,264	21/10/2012	0,10	0,480	7/1/2013	0,10	1,209
		1,23	0,927		0,83	0,279		1,09	0,485		3,45	1,189
		2,46	0,886		1,66	0,279		2,19	0,475		6,89	1,158
		3,69	0,860		2,50	0,284		3,28	0,454		10,34	1,086
		4,92	0,814		3,33	0,130		4,38	0,469		13,78	0,793
		5,95	0,654		3,96	0,089		5,27	0,403		17,03	0,300
		6,15	0,000		4,16	0,000		5,47	0,000		17,23	0,000

Seção	1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			4ª Campanha		
	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)
Curral	1/5/2012	0,10	0,870	10/7/2012	0,10	0,536	17/10/2012	0,10	0,505	21/1/2013	0,10	1,178
		2,46	0,855		2,02	0,536		2,55	0,439		3,32	1,004
		4,92	0,808		4,04	0,541		5,10	0,439		6,64	0,957
		7,38	0,695		6,06	0,490		7,66	0,423		9,96	0,788
		9,84	0,685		8,08	0,469		10,21	0,377		13,28	0,444
		12,10	0,264		9,90	0,403		12,56	0,362		16,40	0,362
		12,30	0,000		10,10	0,000		12,76	0,000		16,60	0,000
Itaituba	2/5/2012	0,10	0,716	10/7/2012	0,10	0,408	17/10/2012	0,10	0,433	21/1/2013	0,10	1,040
		2,26	0,716		1,64	0,413		1,06	0,516		1,34	1,014
		4,52	0,644		3,29	0,403		2,12	0,439		2,68	1,009
		6,79	0,577		4,93	0,387		3,18	0,408		4,02	0,839
		9,05	0,531		6,58	0,315		4,24	0,341		5,36	0,752
		11,11	0,387		8,02	0,341		5,10	0,315		6,50	0,557
		11,31	0,000		8,22	0,000		5,30	0,000		6,70	0,000
Jamanxim Montante	30/4/2012	0,10	1,625	12/7/2012	0,10	0,274	19/10/2012	0,10	0,146	19/1/2013	0,10	0,947
		3,79	1,769		2,36	0,331		1,19	0,202		5,24	1,035
		7,58	1,810		4,73	0,197		2,38	0,197		10,48	1,112
		11,37	1,636		7,09	0,259		3,57	0,264		15,72	0,968
		15,16	1,625		9,46	0,177		4,76	0,094		20,96	0,865
		18,75	0,248		11,62	0,043		5,75	0,048		26,00	0,562
		18,95	0,000		11,82	0,000		5,95	0,000		26,20	0,000

Seção	1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			4ª Campanha		
	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)
TR 7	29/4/2012	0,10	1,358	12/7/2012	0,10	0,983	19/10/2012	0,10	0,716	19/1/2013	0,10	0,788
		0,39	1,333		0,20	0,922		0,19	0,685		0,78	0,752
		0,79	1,369		0,41	0,860		0,39	0,701		1,57	0,654
		1,18	1,194		0,61	0,808		0,58	0,654		2,35	0,695
		1,58	1,096		0,82	0,670		0,78	0,593		3,14	0,557
		1,77	0,916		0,82	0,526		0,77	0,510		3,72	0,469
		1,97	0,000		1,02	0,000		0,97	0,000		3,92	0,000
PR 5	30/4/2012	0,10	0,819	12/7/2012	0,10	0,053	19/10/2012	0,10	0,223	20/1/2013	0,10	1,019
		1,52	0,737		0,68	0,058		0,78	0,238		1,22	0,880
		3,05	0,896		1,35	0,058		1,56	0,223		2,44	0,952
		4,57	0,783		2,03	0,033		2,35	0,182		3,66	0,870
		6,10	0,680		2,70	0,048		3,13	0,192		4,88	0,685
		7,42	0,290		3,18	0,110		3,71	0,120		5,90	0,454
		7,62	0,000		3,38	0,000		3,91	0,000		6,10	0,000
TR5A	29/4/2012	0,10	0,860	13/7/2012	0,10	0,546	20/10/2012	0,10	0,747	18/1/2013	0,10	0,552
		0,84	0,814		0,58	0,500		0,68	0,701		0,61	0,552
		1,68	0,793		1,16	0,351		1,36	0,659		1,22	0,531
		2,52	0,803		1,75	0,274		2,04	0,634		1,84	0,536
		3,36	0,654		2,33	0,223		2,72	0,433		2,45	0,526
		4,00	0,670		2,71	0,213		3,20	0,351		2,86	0,459
		4,20	0,000		2,91	0,000		3,40	0,000		3,06	0,000

Seção	1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			4ª Campanha		
	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)	Data	Prof. (m)	Velocidade (m/s)
TR 2A	30/4/2012	0,10	0,562	11/7/2012	0,10	0,228	18/10/2012	0,10	0,408	20/1/2013	0,10	0,670
		0,70	0,521		0,51	0,202		0,22	0,428		0,82	0,644
		1,39	0,577		1,02	0,238		0,44	0,387		1,64	0,670
		2,09	0,536		1,53	0,269		0,66	0,315		2,46	0,675
		2,78	0,423		2,04	0,187		0,88	0,264		3,28	0,634
		3,28	0,500		2,35	0,166		0,90	0,207		3,90	0,588
		3,48	0,000		2,55	0,000		1,10	0,000		4,10	0,000
CT4	1/5/2012	0,10	1,939	11/7/2012	0,10	0,639	18/10/2012	0,10	1,122	20/1/2013	0,10	0,012
		0,81	1,929		0,43	0,639		0,30	0,968		0,30	0,012
		1,62	1,759		0,86	0,541		0,60	0,803		0,60	0,012
		2,43	1,589		1,29	0,531		0,90	0,706		0,90	0,012
		3,24	1,348		1,72	0,469		1,20	0,408		1,20	0,012
		3,85	0,397		1,95	0,279		1,30	0,259		1,30	0,012
		4,05	0,000		2,15	0,000		1,50	0,000		1,50	0,000
CT6A	29/4/2012	0,10	1,420	13/7/2012	0,10	1,076	20/10/2012	0,10	1,158	18/1/2013	0,10	0,012
		0,74	1,425		0,35	1,081		0,73	1,178		0,73	0,012
		1,48	1,302		0,71	1,076		1,46	1,153		1,46	0,012
		2,22	0,957		1,06	0,993		2,18	0,891		2,18	0,012
		2,96	0,788		1,42	0,767		2,91	0,819		2,91	0,012
		3,50	0,418		1,57	0,880		3,44	0,603		3,44	0,012
		3,70	0,000		1,77	0,000		3,64	0,000		3,64	0,000

FONTE: CNEC WorleyParsons 2013.

7.3.1.2.4.1.3.1 Concentração do Material Sólido em Suspensão

Para a determinação da concentração do material sólido em suspensão foi adotado o método da filtração por gravidade (DNAEE, 1970). Esse tipo de análise, para determinação da concentração total é recomendado pela rapidez de operação e simplicidade de equipamento apresentando relativa precisão.

O método não exige na sua operação correção para sais dissolvidos, porque estes passam pelo filtro, deixando somente o material sedimentado, embora uma parcela diminuta de sal fique retida com a umidade.

7.3.1.2.4.1.3.2 Análise Granulométrica

Foram realizadas análises granulométricas das amostragens obtidas das coletas dos sedimentos de fundo e em suspensão, que foram classificadas de acordo com as faixas de diâmetro granulométrico estabelecidas pela *American Geophysical Union*.

- **Material de Fundo**

A metodologia usada foi a do peneiramento, seguindo as normas da ABNT para análise granulométrica de solos, NBR 7181.

O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total ensaiada.

Inicialmente, as amostras recebidas de campo são identificadas e colocadas em bandejas de alumínio visando a sua secagem ao ar livre.

Após a secagem, as mesmas são quarteadas de modo a se obter uma amostra de 500 gramas que são levadas para a estufa onde permanecem de 10 a 15 minutos a 100°C para a secagem final.

Uma vez resfriadas, as amostras são peneiradas em 02 (duas) etapas: primeiramente no conjunto das peneiras de 2,80mm a 0,50mm permanecendo no vibrador por 10 (dez) minutos. O restante do material que passa vai para o segundo conjunto de peneiras (de 0,355 a 0,038mm), sendo colocado no vibrador por 25 minutos.

Terminado o peneiramento, são efetuadas as pesagens das diversas quantidades retidas em cada peneira, que se inicia da peneira de maior para a de menor diâmetro.

Os resultados das pesagens são lançados em planilhas eletrônicas que calculam automaticamente as porcentagens retidas acumuladas e os diâmetros característicos representando graficamente a correspondente curva granulométrica.

- **Material em Suspensão**

A metodologia usada foi a do Tubo de Remoção pela Base (TRB), que relaciona a dimensão do sedimento com sua velocidade de queda. Esse método, comum às análises do material de suspensão e de fundo, objetiva a determinação da granulometria e da concentração do material contido na amostra.

7.3.1.2.4.1.4 Análise e Processamento de Dados Sedimentométricos

A seguir são apresentados os resultados das análises laboratoriais, expressa em curvas de classificação granulométrica dos sedimentos de fundo e em suspensão.

Para a classificação granulométrica utilizou-se a Tabela da *American Geophysical Union* que geralmente é utilizada como referência nas formulações e métodos utilizados no campo da sedimentologia. No **Quadro 7.3.1.2.4.1.4/01** é apresentada a classificação granulométrica proposta por esta Instituição e utilizada nos estudos do AHE São Luiz do Tapajós.

Quadro 7.3.1.2.4.1.4/01 - Classificação Granulométrica da *American Geophysical Union*.

Diâmetro (mm)	Denominações
64-32	Cascalho muito grosso
32 -16	Cascalho grosso
16 - 8	Cascalho médio
8 - 4	Cascalho fino
4 – 2	Cascalho muito fino
2,00 - 1,00	Areia muito grossa
1,00 – 0,50	Areia grossa
0,50 – 0,25	Areia média
0,25 – 0,125	Areia fina
0,125 – 0,0625	Areia muito fina
0,0625 – 0,031	Silte grosso
0,031 - 0,016	Silte médio
0,016 - 0,008	Silte fino
0,008 - 0,004	Silte muito fino
0,004 – 0,0020	Argila grossa
0,0020 – 0,0010	Argila média
0,0010 – 0,0005	Argila fina
0,0005 – 0,00024	Argila muito fina

FONTE: *American Geophysical Union*.

Análise Granulométrica de Material de Fundo

Para a apresentação e comparação gráfica dos resultados das análises granulométricas de material de fundo, dividiram-se os trechos percorridos dos recursos hídricos em 3 compartimentos seguintes:

- Trecho 1 – Rio Tapajós a montante do AHE São Luiz do Tapajós;
- Trecho 2 – Rio Tapajós a jusante do AHE São Luiz do Tapajós; e
- Trecho 3 – Compartimento dos tributários afluentes.

Nas **Figuras 7.3.1.2.4.1.4.1/01 a 7.3.1.2.4.1.4.1/12**, são ilustradas as curvas granulométricas comparativas relativas a cada trecho e a cada campanha.

• Trecho 1 – Rio Tapajós a Montante do AHE São Luiz do Tapajós

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos de fundo para o Trecho 1 relativo às quatro campanhas realizadas nos pontos CT4, CT6A e CT7A, a montante do barramento do AHE São Luiz do Tapajós.

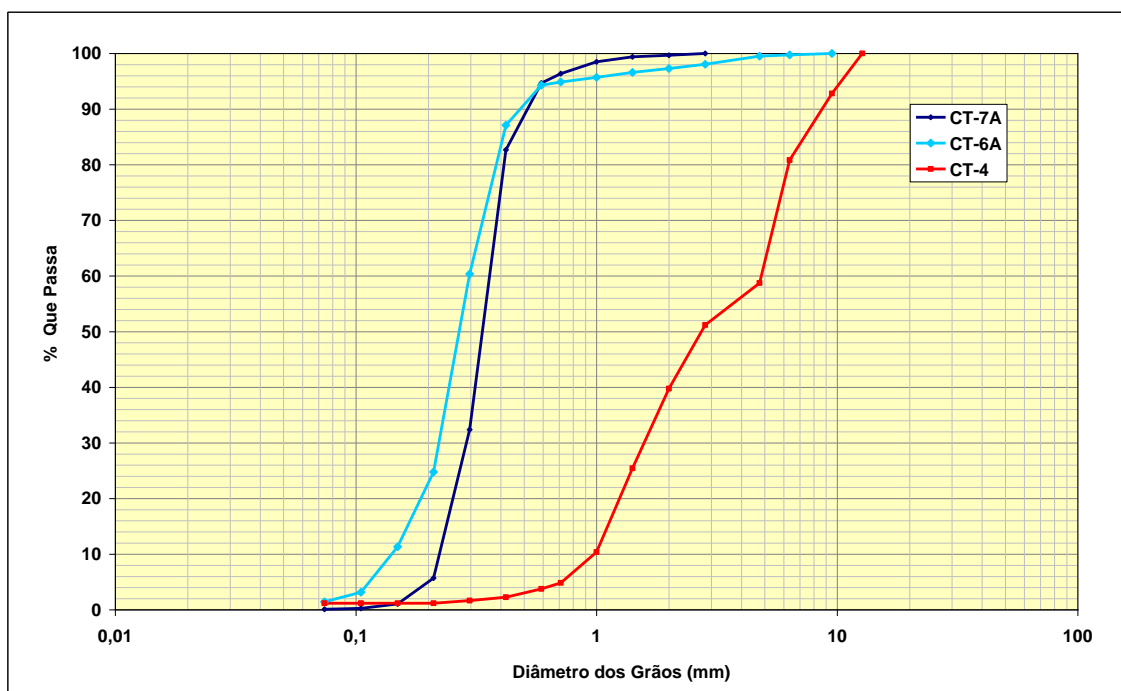


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/01 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 1ª Campanha (Cheia).

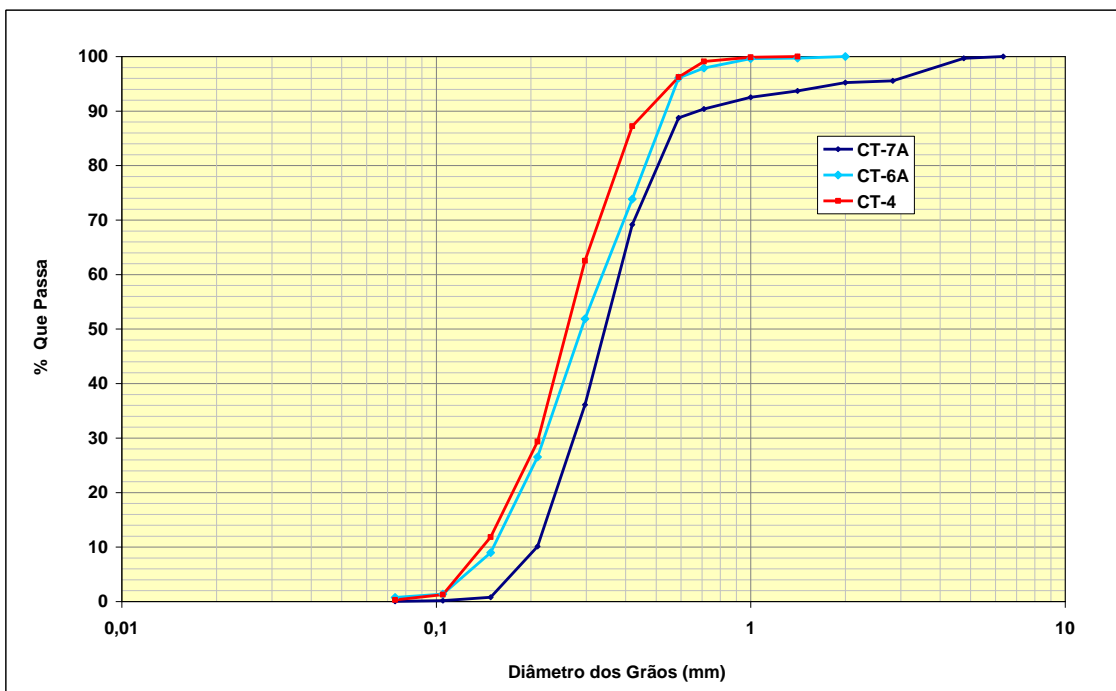


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/02 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 2ª Campanha (Vazante).

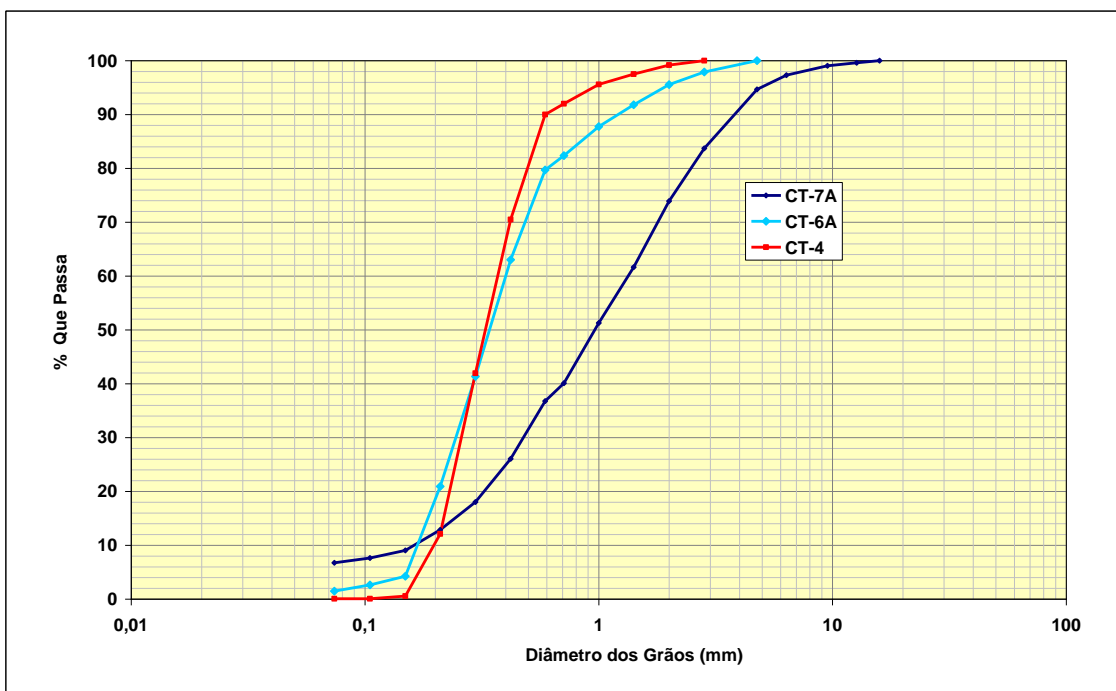


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/03 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 3ª Campanha (Seca).

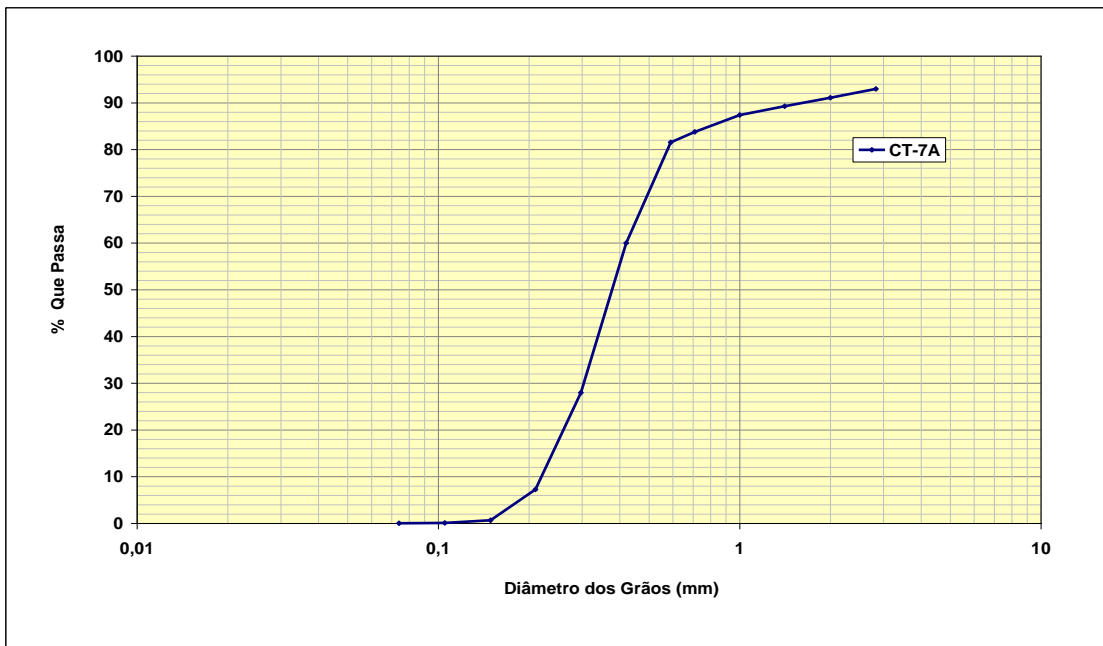


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/04 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 1 – 4ª Campanha (Enchente).

- **Trecho 2 – Rio Tapajós a Jusante do AHE São Luiz do Tapajós**

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos de fundo para o Trecho 2 relativo às quatro campanhas realizadas em Curral e Itaituba, no trecho a jusante do barramento do AHE São Luiz do Tapajós.

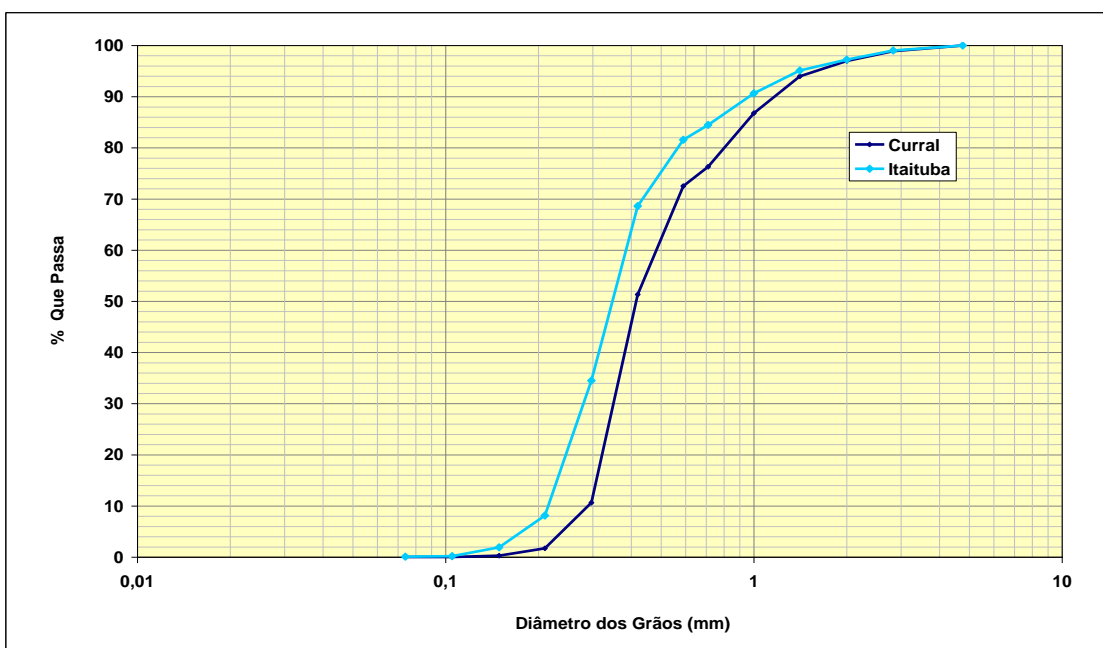


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/05 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 1ª Campanha (Cheia).

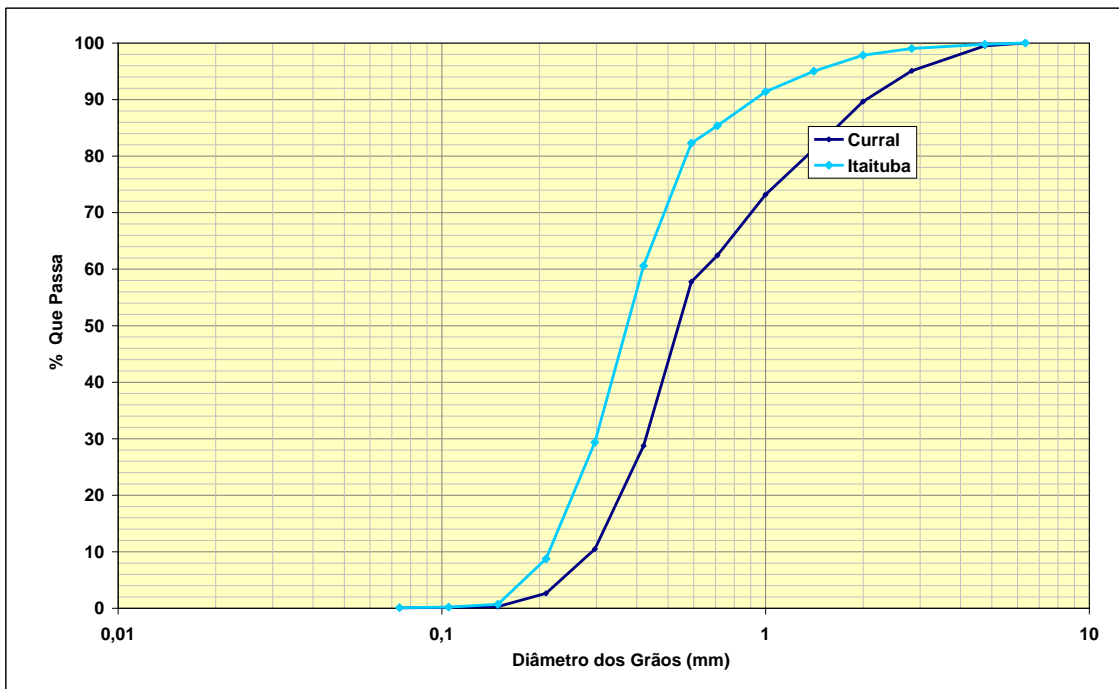


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/06 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 2ª Campanha (Vazante).

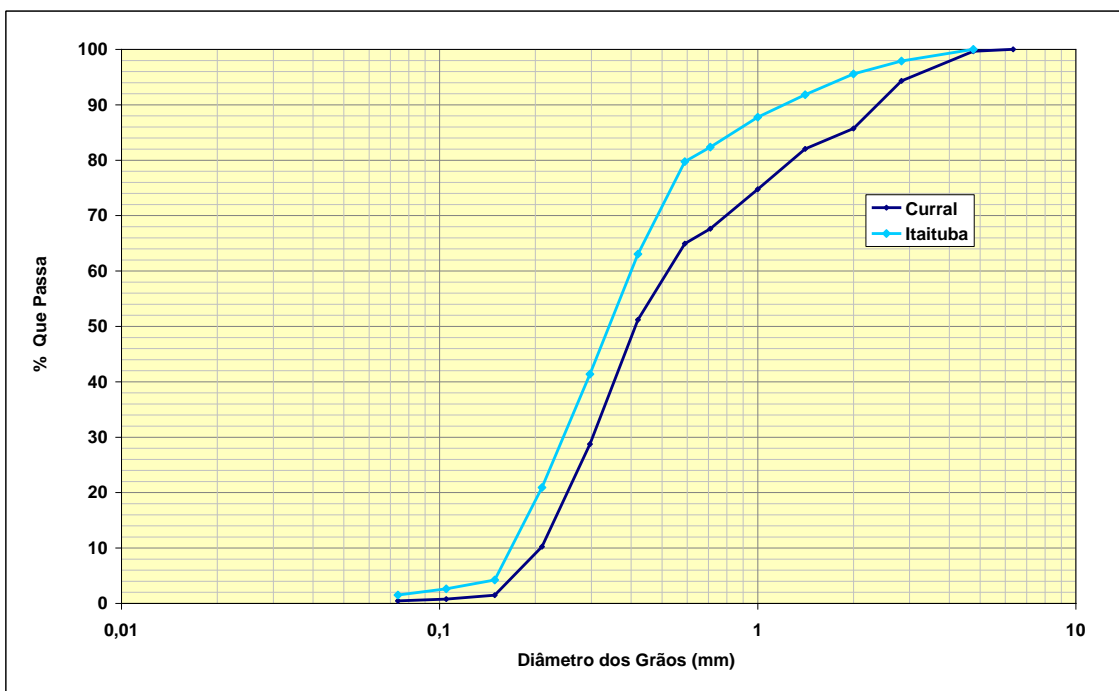


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/07 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 3ª Campanha (Seca).

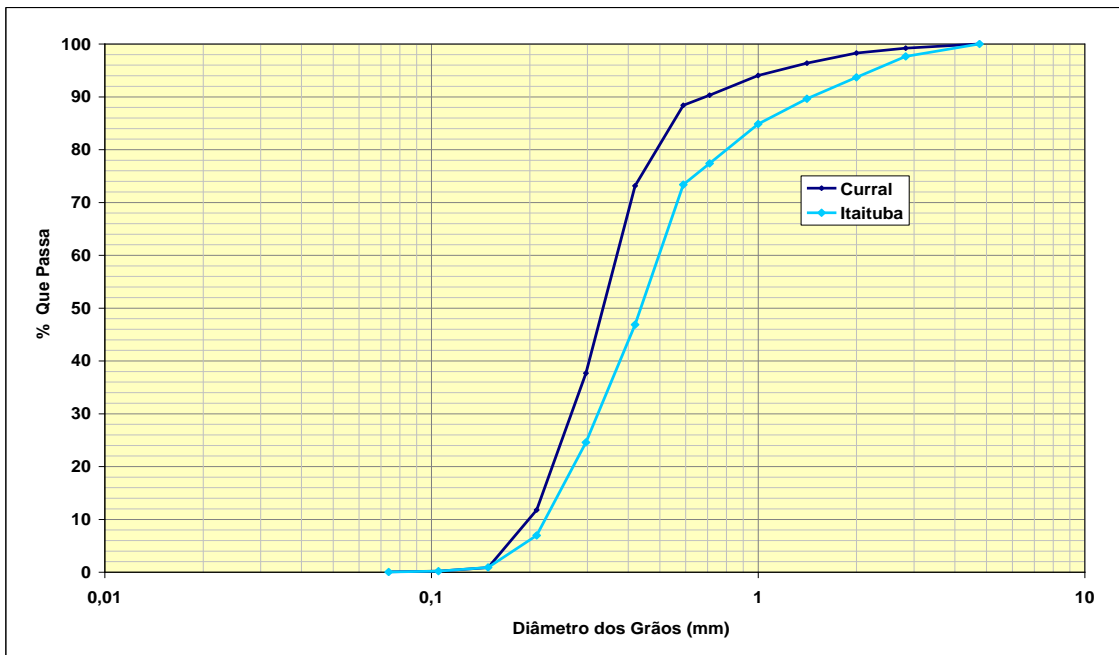


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/08 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 2 – 4ª Campanha (Vazante).

• **Trecho 3 – Pontos de Coleta de Tributários Afluentes Representativos do Rio Tapajós**

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos de fundo para o Trecho 3 relativo às quatro campanhas realizadas em tributários afluentes representativos do rio Tapajós (Bom Jardim ou Bacabal; Crepori (TR-6); Jamanxim Montante; Jamanxim. (PR-5); Ratão (TR-5A); Tucunaré (TR-2A) e Jamanxinzinho (TR-7).

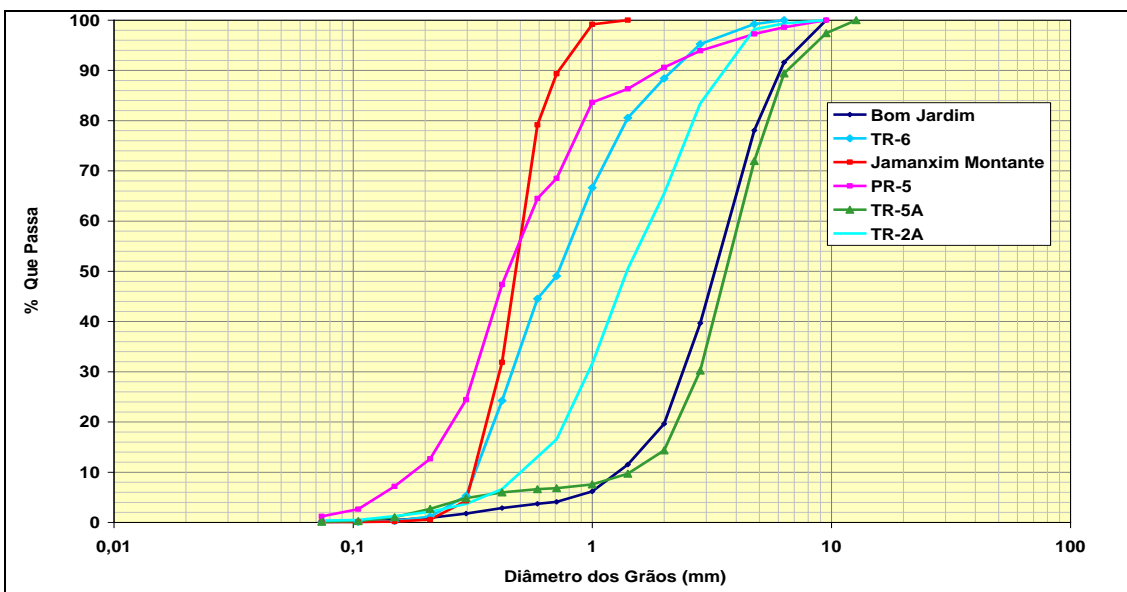


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/09 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 1ª Campanha (Cheia).

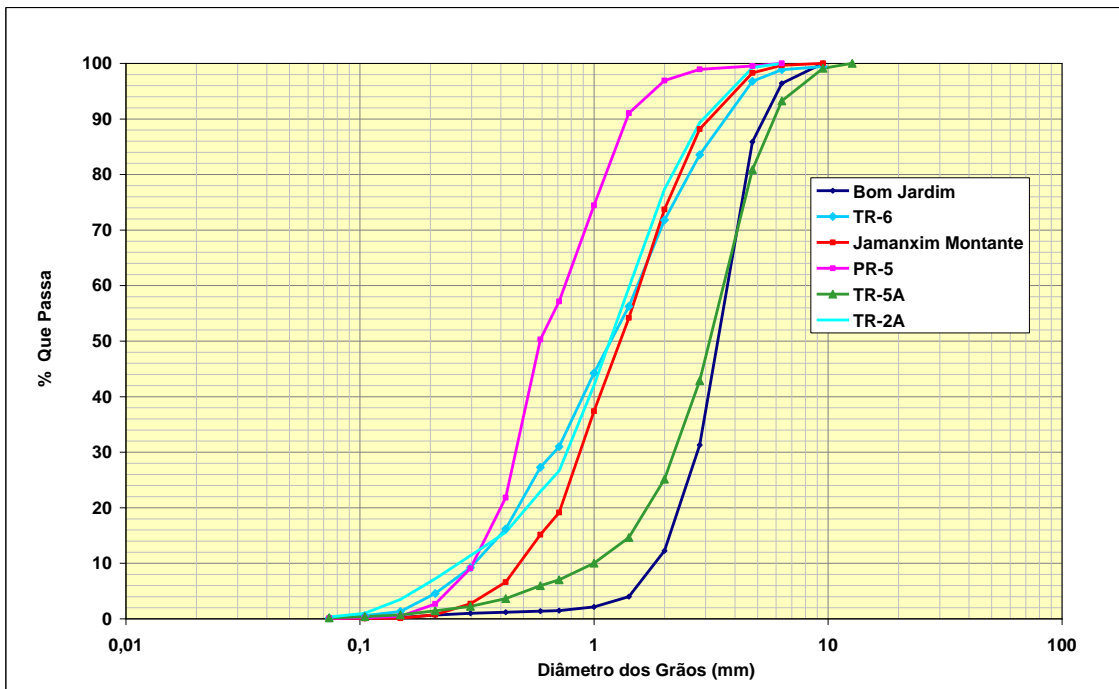


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/10 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 2ª Campanha (Vazante).

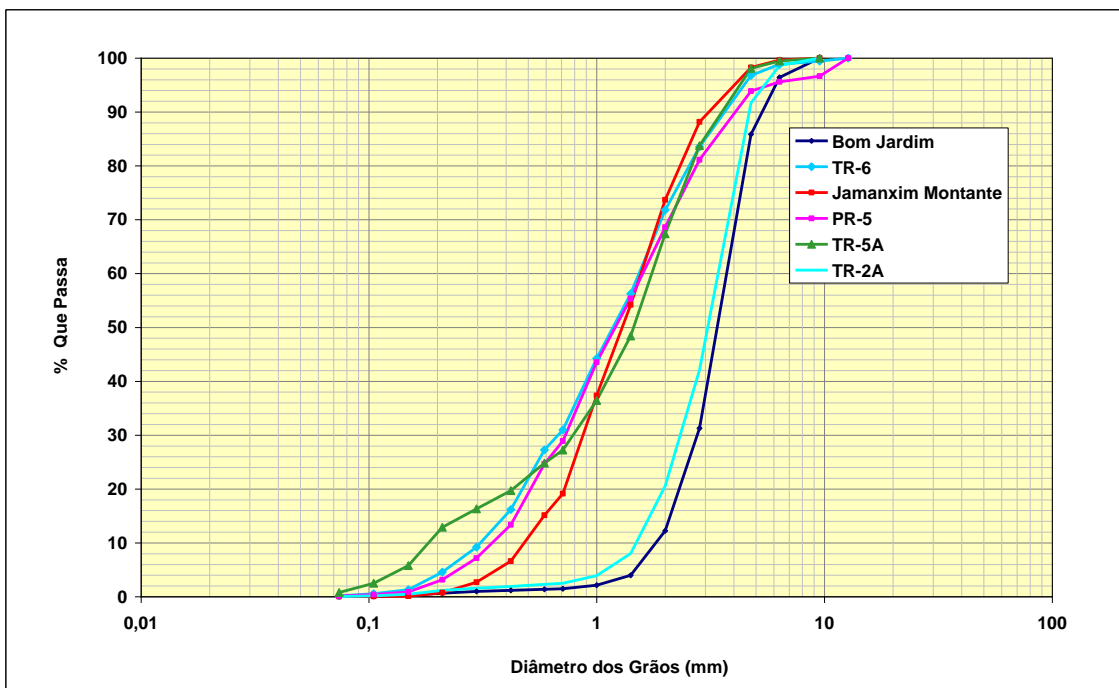


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/11 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 3ª Campanha (Seca).

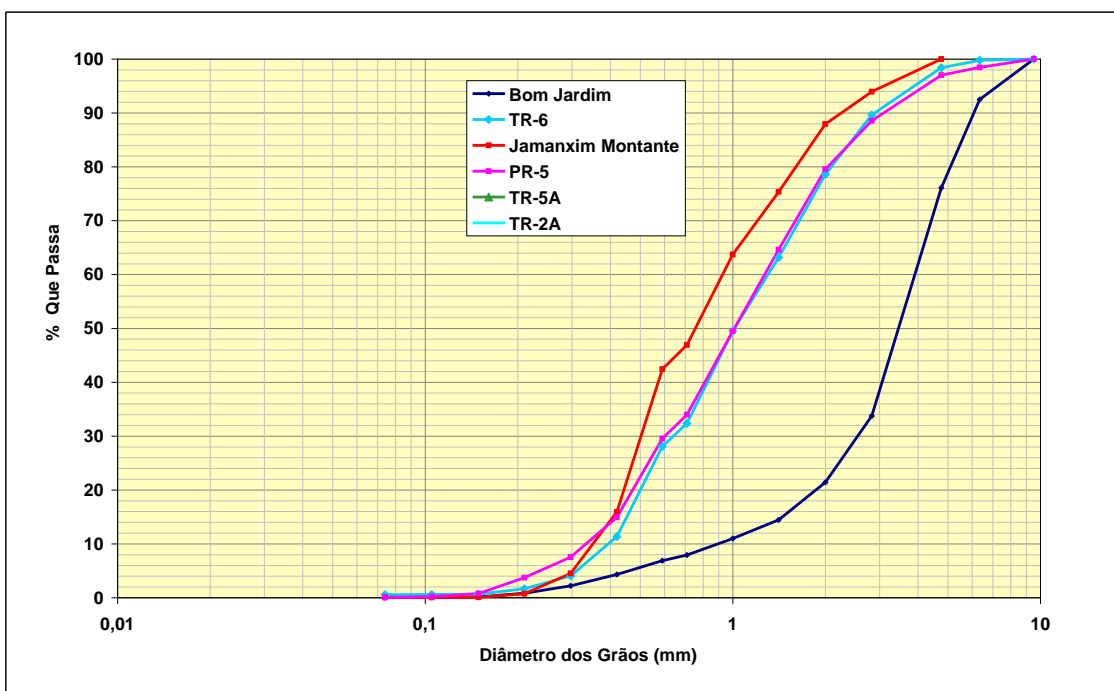


Figura 7.3.1.2.4.1.4.1/12 – Curvas Granulométricas de Sedimento de Fundo - Trecho 3 – 4ª Campanha (Enchente).

Os sedimentos que compõem o leito dos cursos d'água apresentam em média uma composição granulométrica enquadrada na faixa entre a areia média e cascalho muito fino e quase ausência de sedimentos coesivos, conforme comentado na sequência.

- **Trecho 01.** No grupo de amostragens obtidas no rio Tapajós a montante do eixo, respectivamente os Pontos CT-7A, CT-6A e CT-4 indicaram, em média, a presença de sedimentos de fundo enquadrados na categoria das areias médias com diâmetro granulométrico D50 próximo de 0,3mm.

Foram verificadas condições diferenciadas no ponto de amostragem CT-4 que apresentou no período de cheia, sedimentos de fundo classificados como cascalho muito fino, provavelmente em função do escoamento mais turbulento verificado durante a coleta. No período da seca, verificou-se no ponto CT-7A sedimentos classificados como areia grossa.

Na quarta campanha de amostragem não foram procedidas coletas de sedimento de fundo nos Pontos CT-6A e CT-4, apesar das diversas tentativas de lançamento da draga, onde se obteve sedimentos com faixa granulométrica classificada como cascalho muito grosso, refletindo as condições hídricas nestes pontos, de rio veiculando em regime turbulento em leito conformado em substrato rochoso.

- **Trecho 02.** No grupo de amostragens obtidas no rio Tapajós a jusante do eixo, respectivamente nos pontos denominados Curral e Itaituba indicaram, em média, a presença de sedimentos de fundo enquadrados na categoria das areias média com diâmetro granulométrico D50 variando entre 0,3 e 0,5mm. A comparação entre as curvas granulométricas resultantes das amostragens de Curral e Itaituba revela um padrão bastante coerente de comportamento, com uma tendência natural de obter sedimentos com constituição granulométrica mais fina a medida que se dirige para jusante neste trecho de rio.
- **Trecho 03.** As amostragens realizadas nos tributários revelaram um padrão disperso de distribuição granulométrica. Nos pontos de amostragens realizadas nos rios Ratão e Bom Jardim indicaram em média, a presença de sedimentos classificados como cascalho muito fino com diâmetro granulométrico médio variando entre 3,2 e 3,5mm, revelando uma condição alterada em função da presença das atividades garimpeiras neste curso d'água.

Para os demais tributários, as amostragens revelaram um padrão granulométrico disperso com a presença de sedimentos situados na faixa granulométrica classificadas como areia grossa a muito grossa característico de leito de rios com escoamento turbulento.

O detalhamento dos resultados dessas análises é apresentado no **item 7.4.1.1.4** referente a Hidrossedimentometria da AID/ADA, onde estas informações são tratadas visando a constituição da base de dados dos modelos matemáticos.

7.3.1.2.4.1.4.1 Análise Granulométrica dos Sedimentos em Suspensão

Na apresentação dos resultados das análises dos sedimentos em suspensão, considerou-se a mesma sistemática adotada para os sedimentos de fundo, ou seja, foram considerados três compartimentos de rios: Trecho 1 – rio Tapajós a montante do AHE São Luiz do Tapajós; Trecho 2 – rio Tapajós a jusante do AHE São Luiz do Tapajós e Trecho 3 – Pontos de coleta dos tributários afluentes ao rio Tapajós, cujas curvas granulométricas encontram-se reunidas nas **Figuras 7.3.1.2.4.1.4.2/01 a 7.3.1.2.4.1.4.2/12**.

- **Trecho 1 – Rio Tapajós a Montante do AHE São Luiz do Tapajós**

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos em suspensão para o Trecho 1, relativo às quatro campanhas realizadas nos pontos CT4, CT6A e CT7A, a montante do barramento do AHE São Luiz do Tapajós.

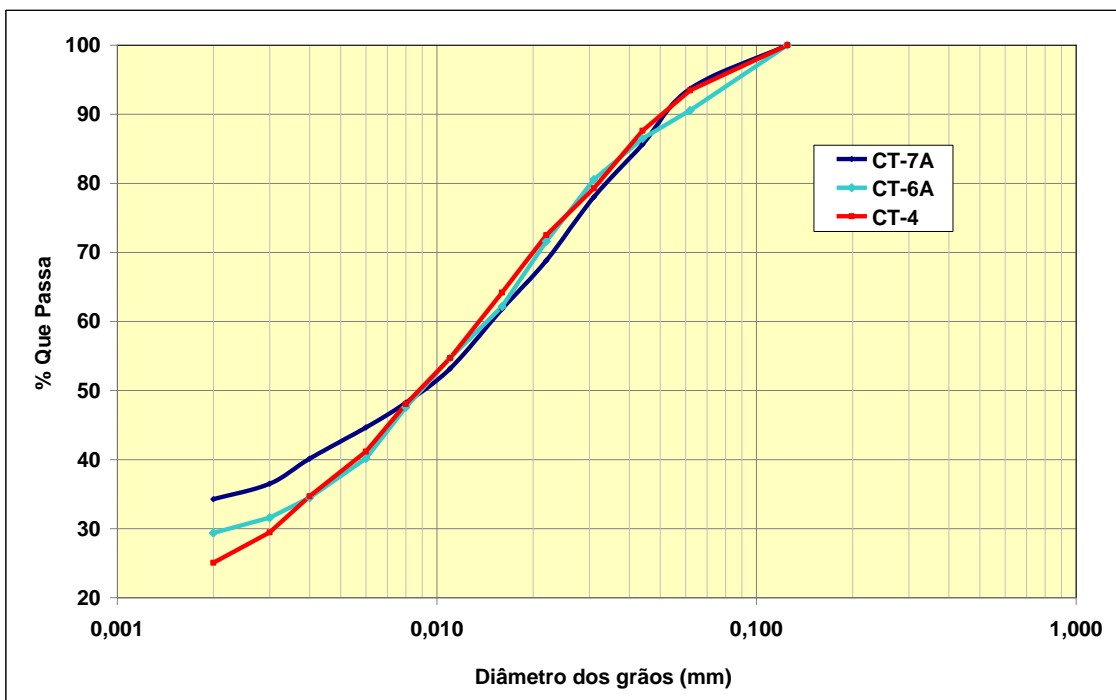


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/01 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 1º Campanha (Cheia).

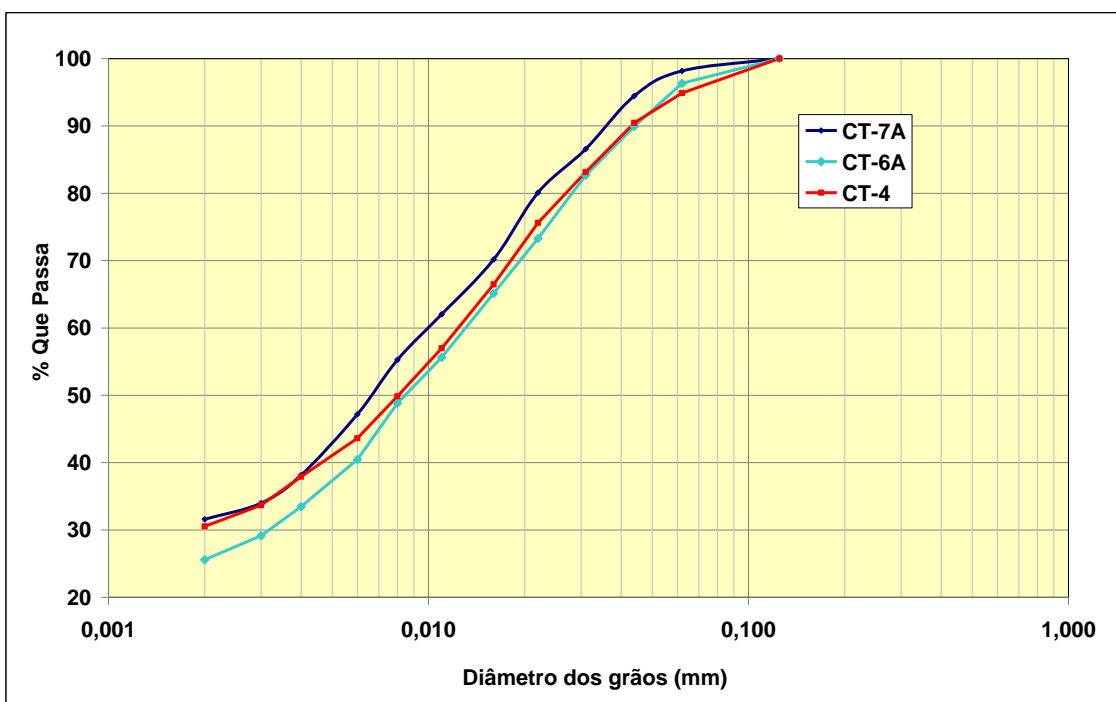


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/02 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 2º Campanha (Vazante).

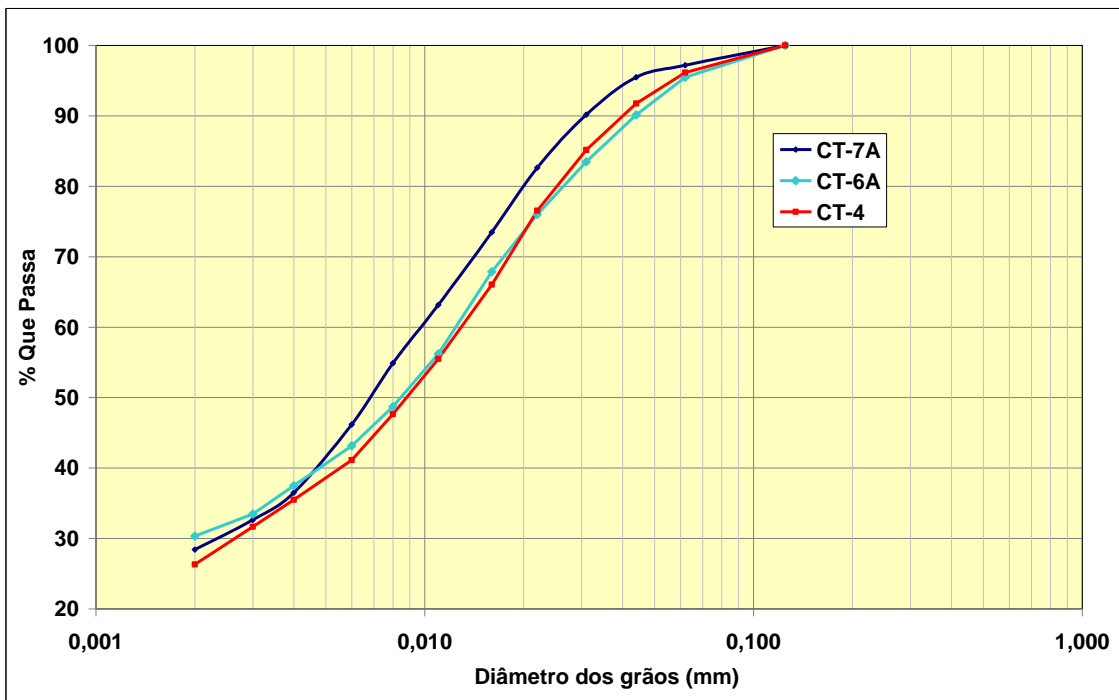


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/03 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 3ª Campanha (Seca).

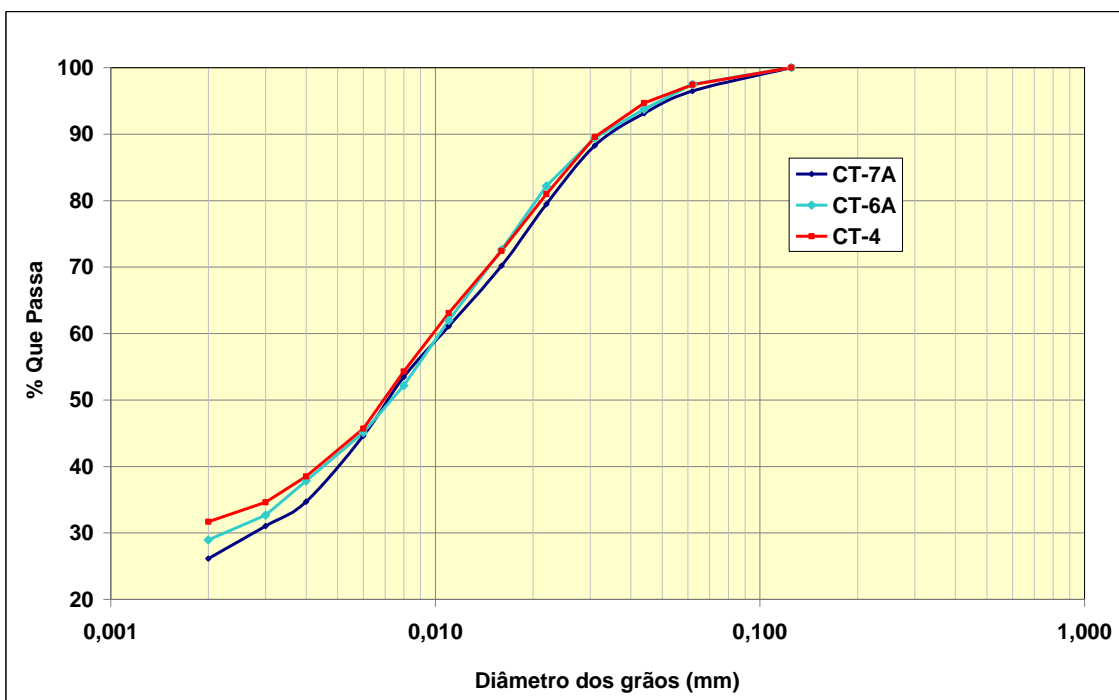


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/04 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 1 – 4ª Campanha (Enchente).

- **Trecho 2 – Rio Tapajós a Jusante do AHE São Luiz do Tapajós**

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos de suspensão para o Trecho 2 relativo às quatro campanhas realizadas em Curral e Itaituba, no trecho a jusante do barramento do AHE São Luiz do Tapajós.

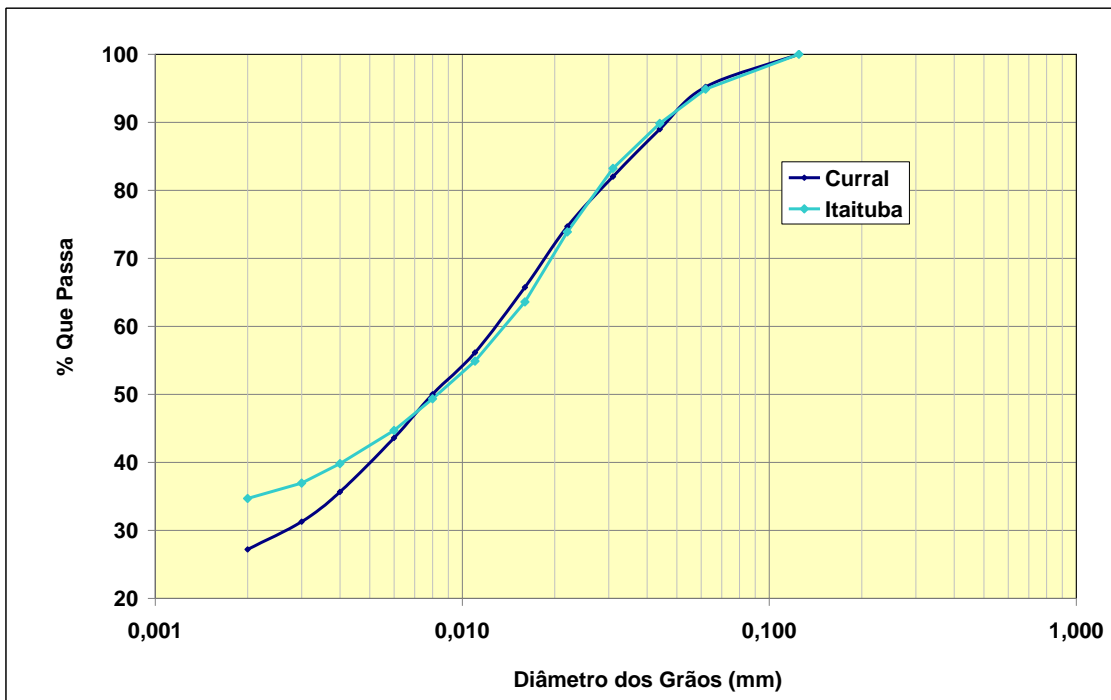


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/05 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 1ª Campanha (Cheia).

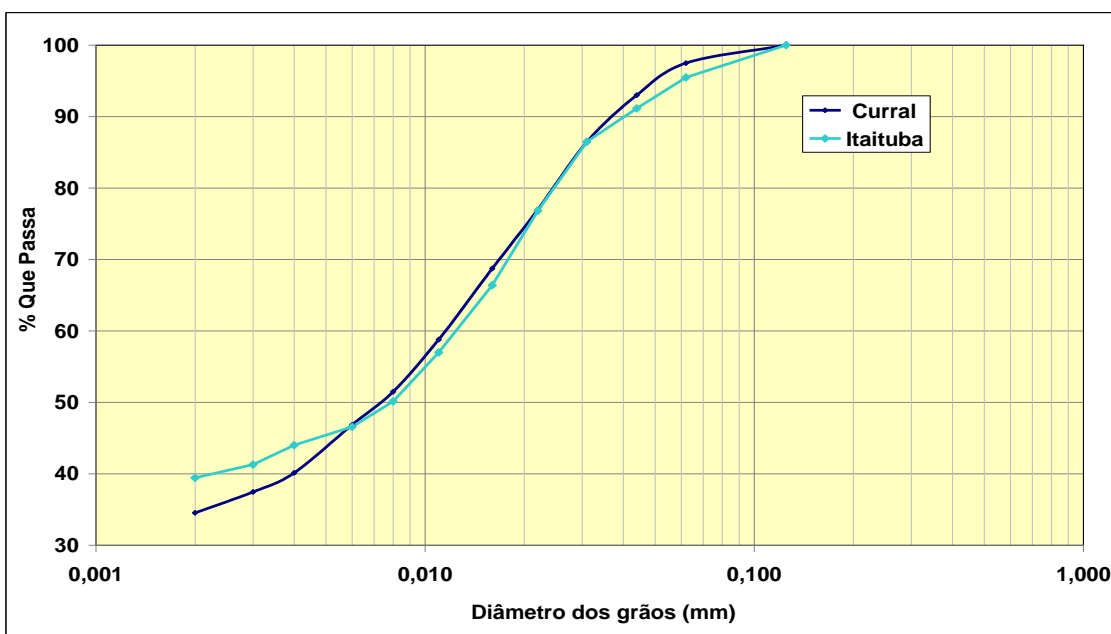


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/06 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 2ª Campanha (Vazante).

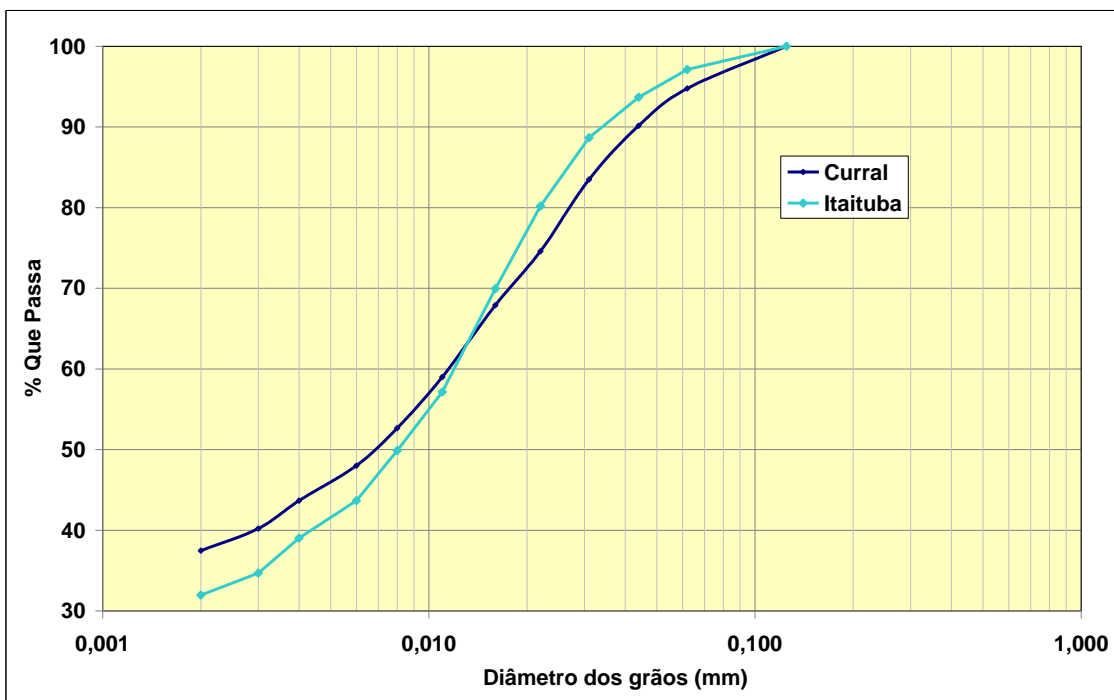


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/07 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 3ª Campanha (Seca).

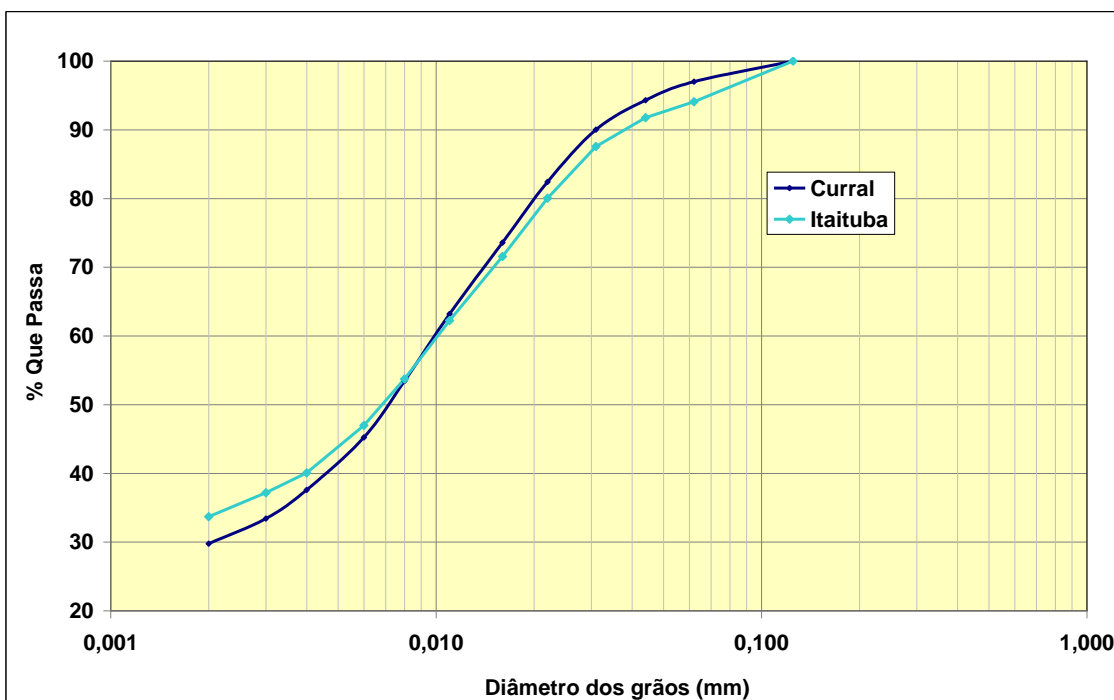


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/08 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 2 – 4ª Campanha (Enchente).

- **Trecho 3 – Pontos de Coleta de Tributários Afluentes Representativos do Rio Tapajós**

São apresentadas as curvas granulométricas de sedimentos de fundo para o Trecho 3 relativo às quatro campanhas realizadas em tributários afluentes representativos do rio Tapajós (Bom Jardim ou Bacabal; Crepori (TR-6); Jamanxim Montante; Jamanxim. (PR-5); Ratão (TR-5A); Tucunaré (TR-2A) e Jamanxinzinho (TR-7).

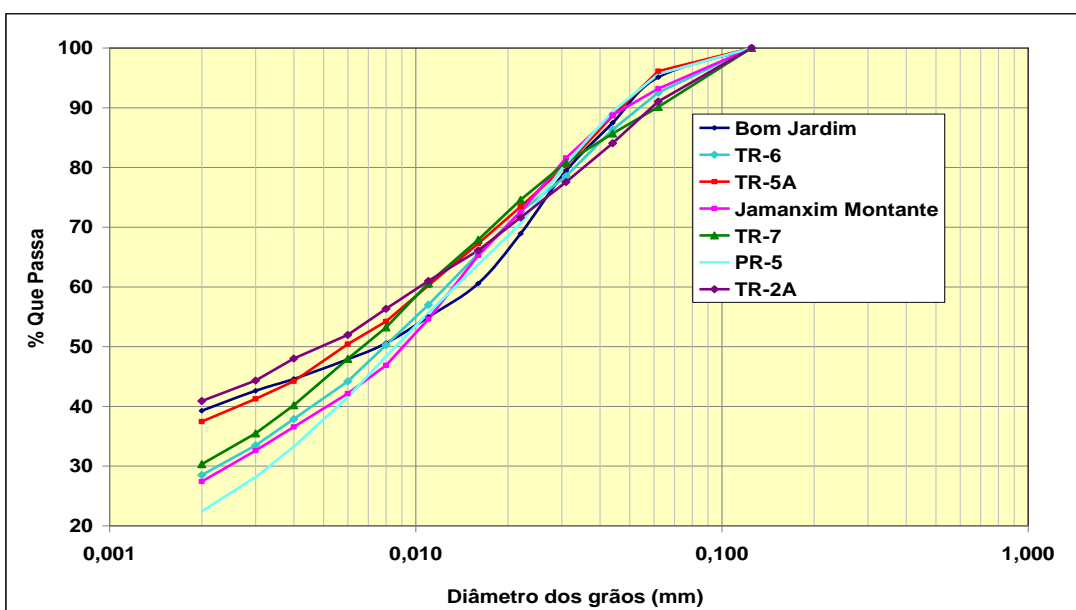


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/09 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 1º Campanha (Cheia).

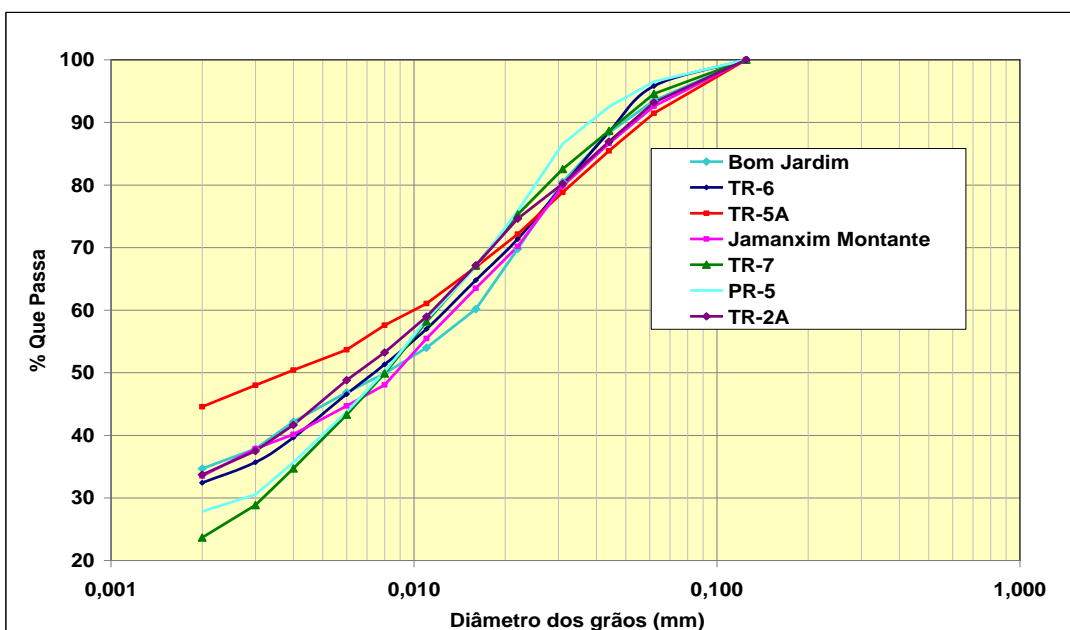


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/10 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 2º Campanha (Vazante).

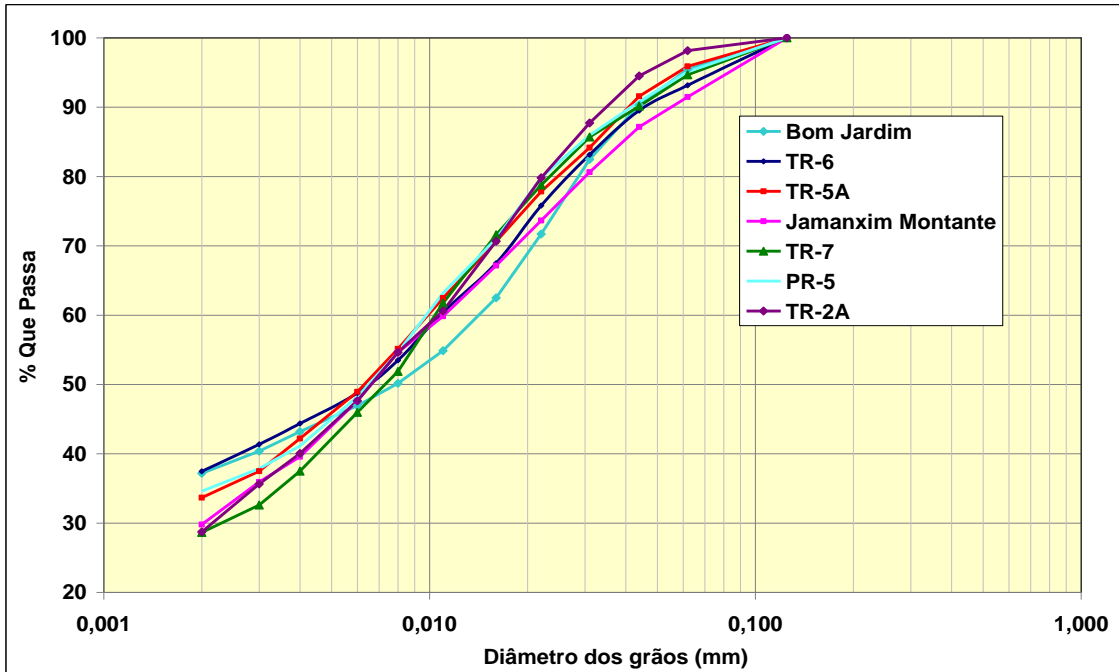


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/11 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 3º Campanha (Seca).

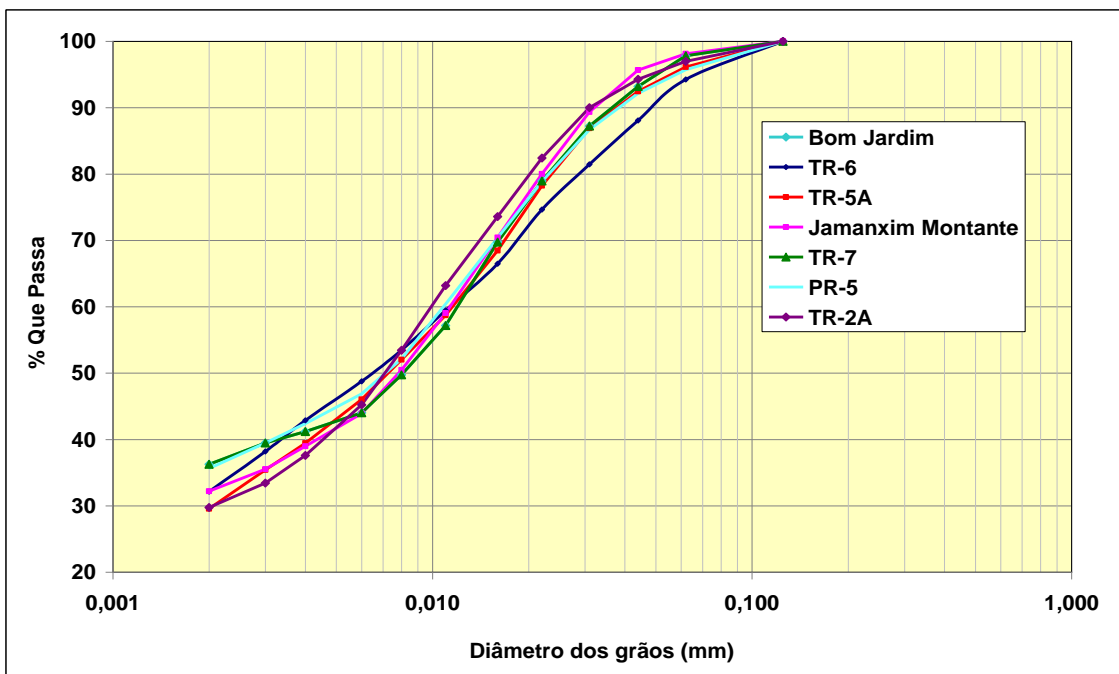


Figura 7.3.1.2.4.1.4.2/12 – Curvas Granulométricas de Sedimentos em Suspensão – Trecho 3 – 4º Campanha (Enchente).

Nos sedimentos em suspensão observa-se a predominância dos sedimentos coesivos, onde as frações granulométricas enquadradas nas faixas dos siltes e argilas participam com um percentual variando entre 91 e 97%. A fração restante enquadra-se na faixa de areia muito fina.

O conjunto de amostragens obtidas no rio Tapajós a montante e a jusante do eixo do AHE São Luiz do Tapajós, assinalou uma faixa de variação granulométrica bastante estreita ao comparar as campanhas desenvolvidas nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente. Em média, foi identificada a presença de sedimentos em suspensão com diâmetro granulométrico D50 próximo de 0,008mm.

Um padrão granulométrico pouco mais disperso é verificado nas amostragens realizadas nos tributários com diâmetro granulométrico D50 variando entre 0,005 e 0,008mm.

O detalhamento dos resultados dessas análises é tratado no **item 7.4.1.1.4** referente a Hidrossedimentometria da AID/ADA onde são formulados os dados de entrada do modelo matemático.

7.3.1.2.4.2 Processamento da Curva Chave de Sedimento

Tendo como referência os dados de medições de descarga sólida e líquida monitorada nas estações fluviométricas procedeu-se o cálculo das curvas chave de sedimento representativas do curso do Tapajós. Na composição desta base de informação incluem os dados hidrossedimentométricos obtidos das quatro campanhas de monitoramento sedimentométrico e as obtidas durante os estudos de inventário.

Observa-se que grande parte das informações utilizadas na composição desta curva chave foi derivada das estações operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA que detém um histórico observado bem mais extenso, conforme dados apresentados no Quadro 7.3.1.2.4.1.1/01.

Neste particular reflete-se a carência de dados oriundas do rio Jamanxim que não detém massa crítica de dados suficientes para a composição de uma curva chave confiável.

- **Aspectos Metodológicos**

A partir dos dados disponíveis de descarga sólida em suspensão foram estimadas as descargas sólidas totais, através da sistemática preconizada pelo método simplificado de Colby, traduzida pelas seguintes expressões:

Q_{st} = descarga sólida total, em t/dia;

Q_{sm} = descarga sólida medida, em t/dia;

Q_{nm} = descarga sólida não medida, em t/dia;

Q_L = descarga líquida, em m³/s;

C_s = concentração de sólido em suspensão medida, em ppm;

q_{nm} = descarga sólida não medida aproximada, em t/dia;

K = fator de correção e

L = largura do rio, em m.

O valor de Q_{nm} corresponde à descarga de arrasto somada a descarga não amostrada, sendo definida com o auxílio de ábacos a partir da velocidade média, da profundidade média, da concentração do sólido em suspensão medida e da largura da seção.

A partir da descarga sólida total, foram estabelecidas as relações funcionais sintetizadas através da regressão dos logaritmos das descargas sólidas totais sobre os correspondentes logaritmos das vazões líquidas, obtendo-se desta forma as curvas-chave de sedimentos, expressa através da seguinte equação geral:

$$Q_{sólida} = a * (Q_{líquida})^n$$

onde:

$Q_{líquida}$ é a descarga líquida, em m³/s/km²;

$Q_{sólida}$ é a descarga sólida, em ton/dia/km²;

a e n são os coeficientes resultantes do processo de correlação.

Esse procedimento de regionalização em relação à área de drenagem permite aplicar a equação obtida em qualquer local do curso do Tapajós, desde que se respeite a região de validade delimitada pelos estudos de regionalização.

Processamento das Curvas-chave dos Sedimentos em Suspensão

A seguir é apresentada a equação da curva chave de sedimento definida para o trecho do rio Tapajós situado a montante do eixo do AHE São Luiz do Tapajós (alto curso do Tapajós).

A análise regional dos dados de medições de descarga sólida permitiu estabelecer uma equação de curva-chave de sedimentos a partir dos dados de medições de descarga líquida e sólida disponíveis nas estações fluviométricas consideradas nos cursos dos rios Tapajós, Teles Pires e Juruena.

A equação resultante é a seguinte: $Q_{st} = 15,7307 \times (Q_{líq})^{1,5851}$

Na **Figura 7.3.1.2.4.2/01** é apresentada a configuração da curva-chave de sedimento total, válida para o curso do rio Tapajós, e que fundamentou os estudos de vida útil do AHE São Luiz do Tapajós (EVTE, 2013).

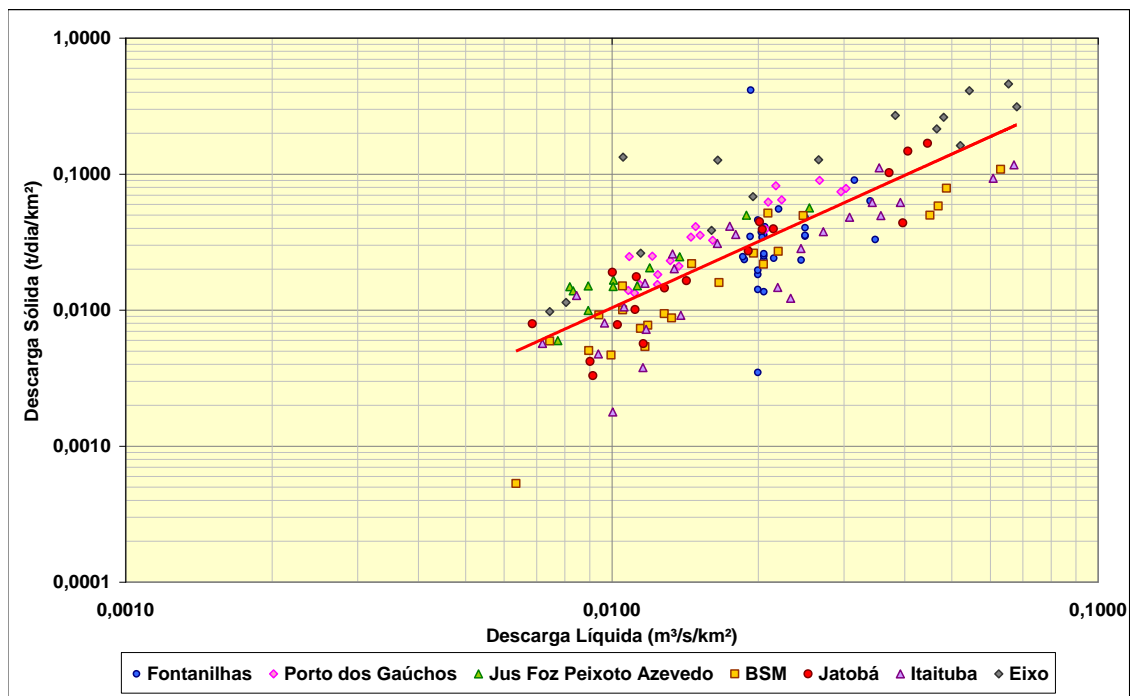


Figura 7.3.1.2.4.2/01 – Curva-chave de Sedimento Total – Alto Curso do Tapajós.

No **Quadro 7.3.1.2.4.2/01** são apresentados os volumes estimativos de descarga sólida definidas para o local do eixo do AHE São Luiz do Tapajós, com valores expressos em toneladas por mês.

Os valores foram obtidos, considerando a aplicação da série de vazões médias mensais definidas para o local do eixo do AHE São Luiz do Tapajós e referente ao

período de janeiro de 1931 a dezembro de 2009, abrangendo, portanto, uma diversidade de condições hidrológicas de vazões.

Quadro 7.3.1.2.4.2/01 - Valores Estimativos da Descarga Sólida Total.

Meses	Média (ton/mês)	Máxima (ton/mês)	Mínima (ton/mês)
Jan	1.136.333	2.865.732	339.542
Fev	1.738.453	4.242.007	488.940
Mar	2.657.480	4.558.913	1.254.041
Abr	2.394.901	4.364.242	1.063.897
Mai	1.462.293	3.101.147	507.049
Jun	502.522	1.018.625	230.888
Jul	226.361	348.596	140.344
Ago	144.871	217.307	104.126
Set	122.235	176.562	95.072
Out	158.453	380.287	99.599
Nov	267.106	656.447	113.181
Dez	561.376	1.258.568	212.779
Total Anual	947.699	2.657.480	122.235

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Na **Figura 7.3.1.2.4.2/02** é apresentado um histograma retratando a produtividade de carga sólida mínima, média e máxima na bacia expressa em ton/mês/km².

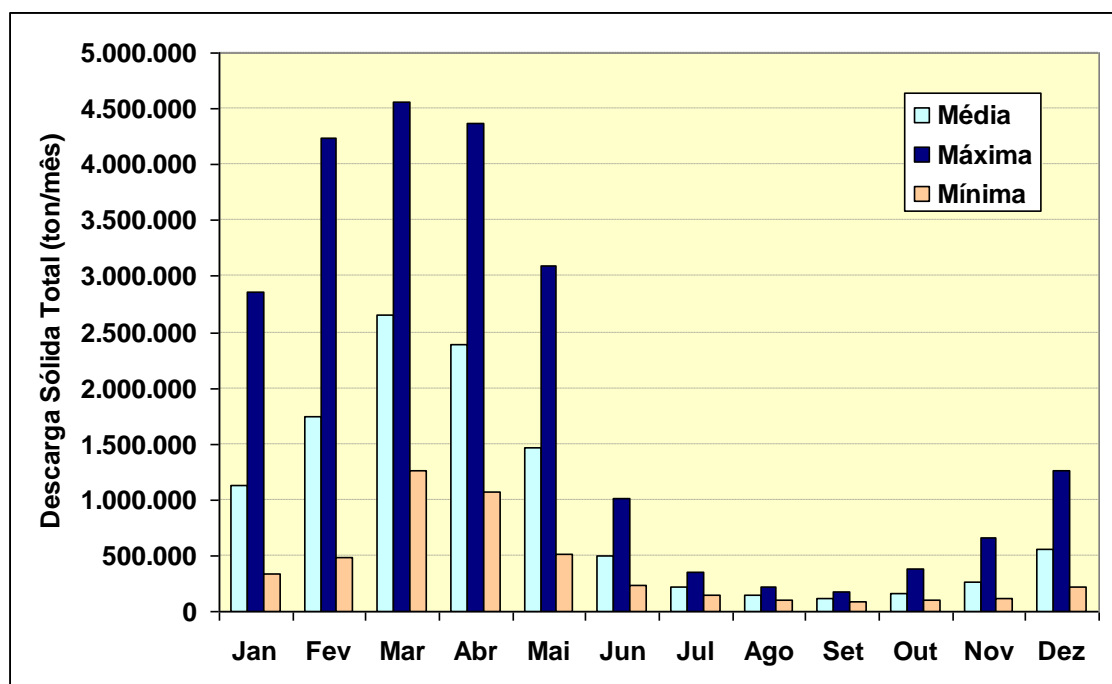


Figura 7.3.1.2.4.2/02 - Histograma Comparativo entre as Descargas Sólidas Totais.

7.3.1.2.4.3 Alterações na Morfologia das Seções

As alterações ocorridas na morfologia da calha de escoamento podem ser aferidas através de análise visual comparativa entre os levantamentos batimétricos subsequentes de seções transversais.

Neste propósito são utilizadas as seguintes informações:

- Dados de quatro campanhas de levantamento de campo desenvolvidas no decorrer do ano de 2012, procurando aferir as variações da morfologia no intervalo de um ano hidrológico. No **Quadro 7.3.1.2.4.3/01** são relacionadas as seções batimétricas consideradas nos quatro levantamentos.

Quadro 7.3.1.2.4.3/01 – Seções Batimétricas Levantadas na Área do Reservatório.

Seção	Curso d'água	Pontos	Coordenadas UTM	
			Fuso: 21	
			E (m)	N (m)
TR-6	Creporei	MD	467.938.23	9.362.231.59
		ME	468.129.04	9.362.240.27
CT-7A	Tapajós	MD	466.397.00	9.371.083.00
		ME	465.220.00	9.372.146.00
Bom Jardim	Bom Jardim	MD	486.741.95	9.382.609.98
		ME	486.718.32	9.382.632.75
TR-5A	Ratão	MD	506.834.22	9.411.010.13
		ME	506.782.27	9.410.969.06
CT-6A	Tapajós	MD	506.791.00	9.421.404.00
		ME	505.204.00	9.423.897.00
TR-7	Jamanxinzinho	MD	563.074.00	9.456.320.00
		ME	563.045.00	9.456.288.00
Jamanxim montante	Jamanxim	MD	560.748.00	9.444.389.00
		ME	560.336.00	9.444.515.00
PR-5	Jamanxim	MD	561.686.00	9.470.919.00
		ME	562.257.00	9.470.835.00
TR-2A	Tucunaré	MD	579.331.00	9.485.640.00
		ME	579.320.00	9.485.616.00
CT-4	Tapajós	MD	580.774.00	9.490.711.00
		ME	578.652.00	9.492.736.00
Curral	Tapajós	MD	583.235.00	9.512.616.00
		ME	582.234.00	9.513.899.00
Itaituba	Tapajós	MD	614.937.00	9.525.159.00
		ME	612.670.00	9.572.204.00

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

- Dados da estação fluviométrica de Itaituba operada pela Agência Nacional de Águas – ANA. As informações disponíveis se resumem nos levantamentos de 5 perfis transversais desenvolvidas entre os anos de 1997 a 2005.

Nas **Figuras 7.3.1.2.4.3/01 a 7.3.1.2.4.3/12** são apresentadas as seções batimétricas medidas ao longo das quatro campanhas de monitoramento hidrossedimentométrico desenvolvidas ao longo do ano de 2012.

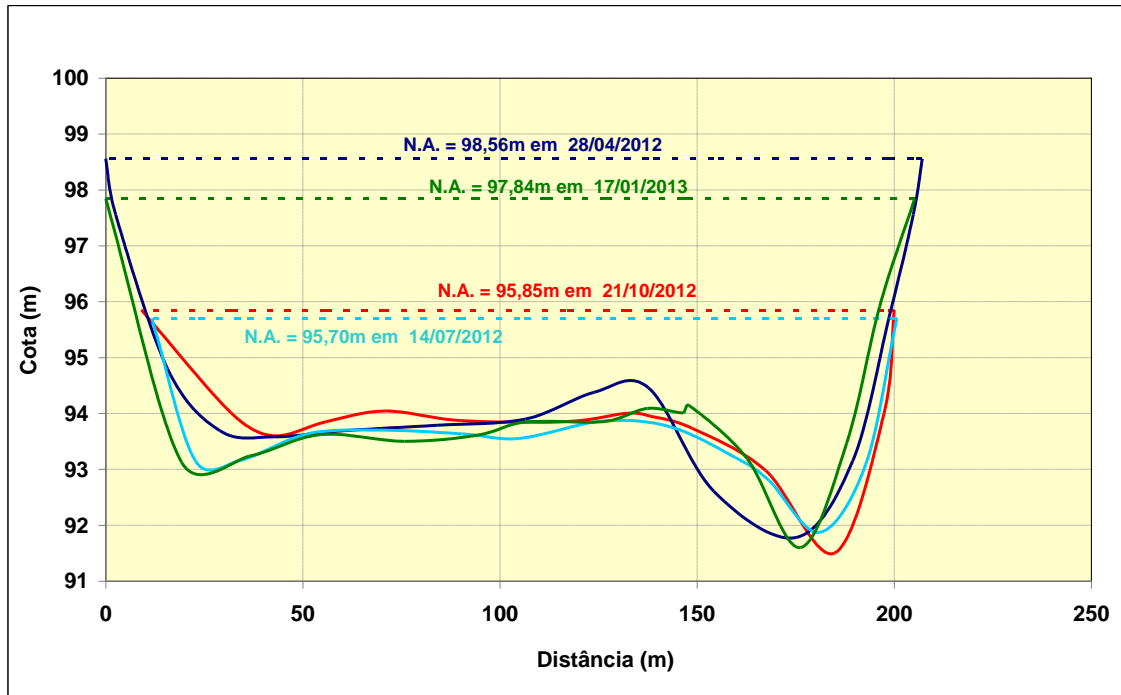


Figura 7.3.1.2.4.3/01 – Batimetria – Rio Crepori em TR 6.

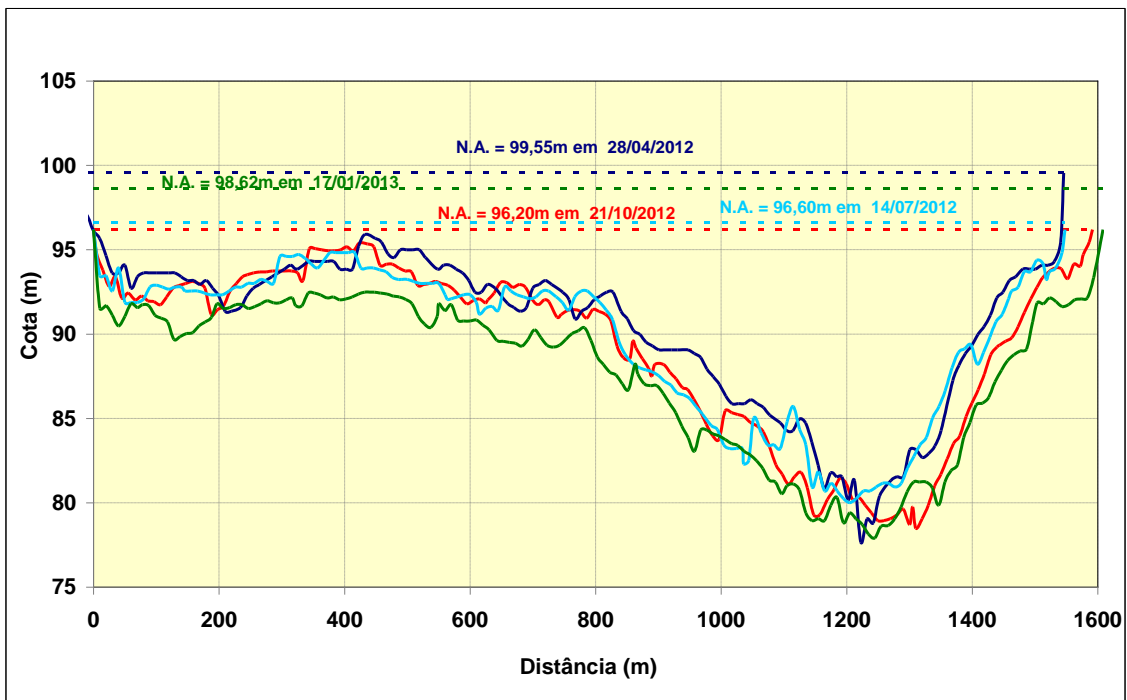


Figura 7.3.1.2.4.3/02 – Batimetria –Tapajós em CT 7A.

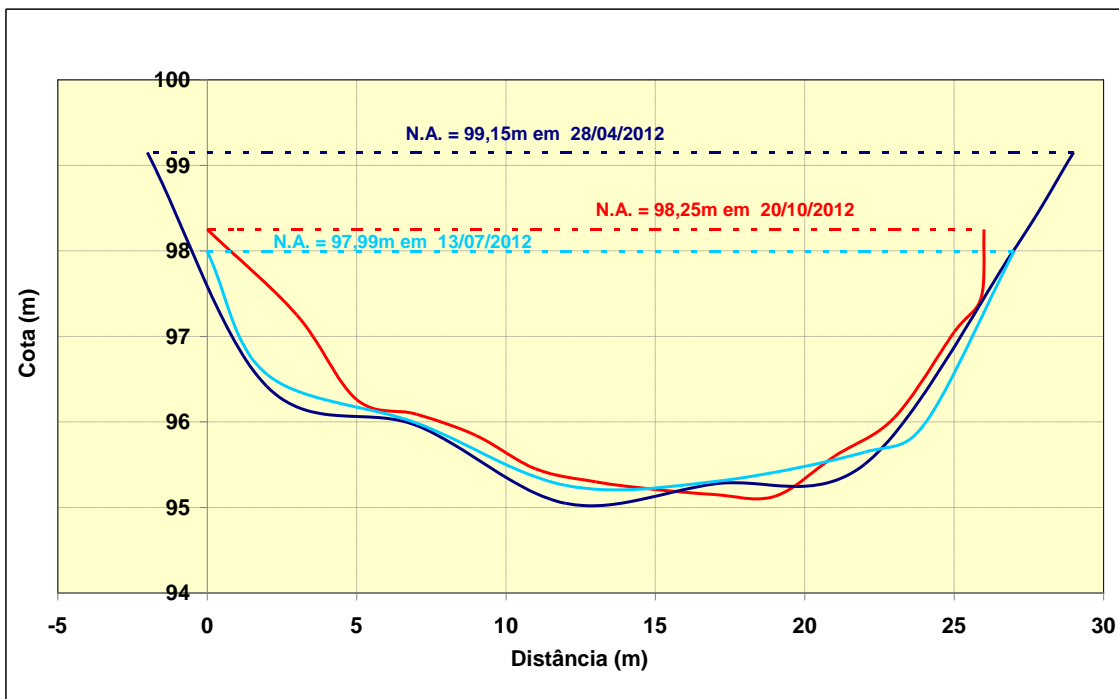


Figura 7.3.1.2.4.3/03 – Batimetria – Rio Bom Jardim ou Bacabal em Bom Jardim.

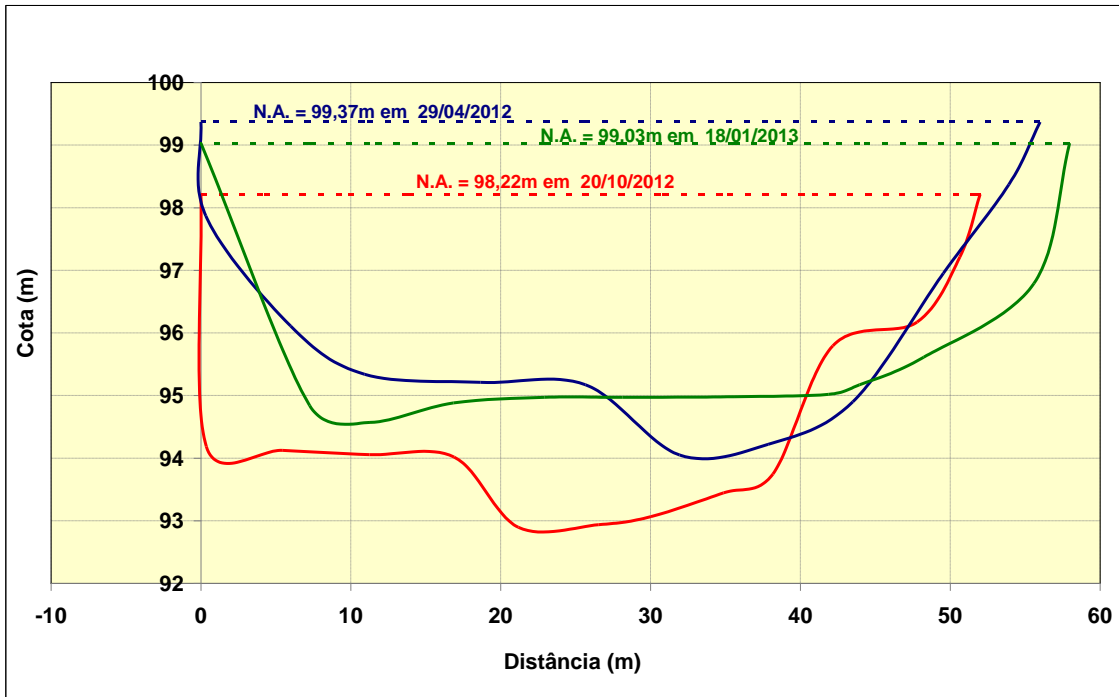


Figura 7.3.1.2.4.3/04 – Batimetria –Rio Ratão em TR 5A.

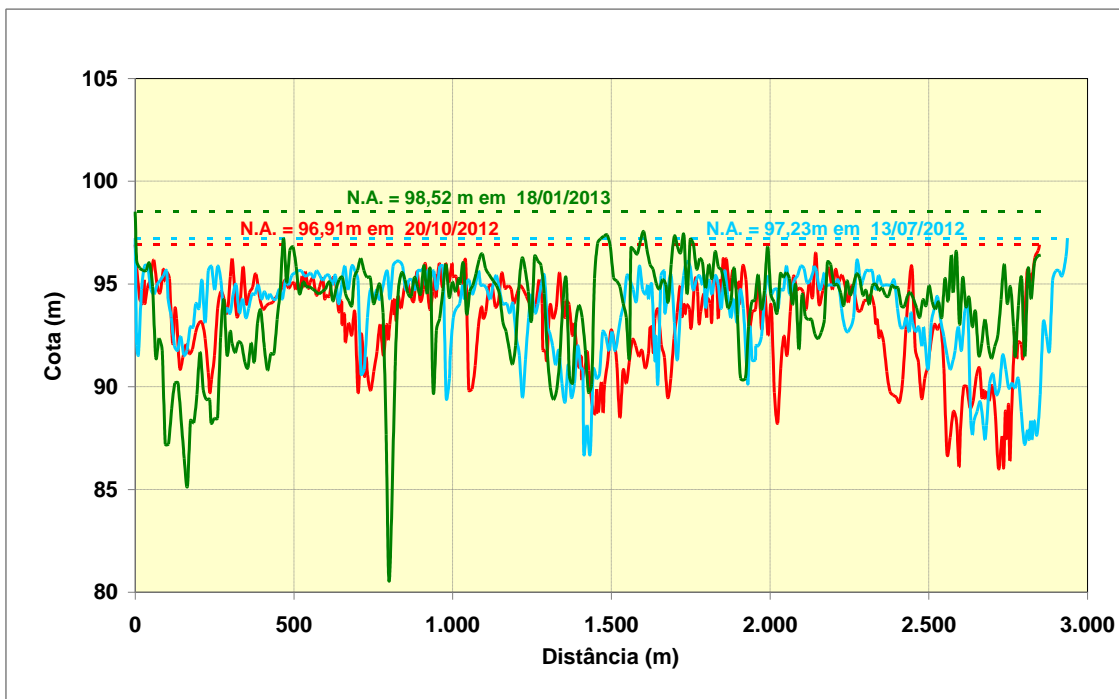


Figura 7.3.1.2.4.3/05 – Batimetria –Rio Tapajós em CT- 6A.

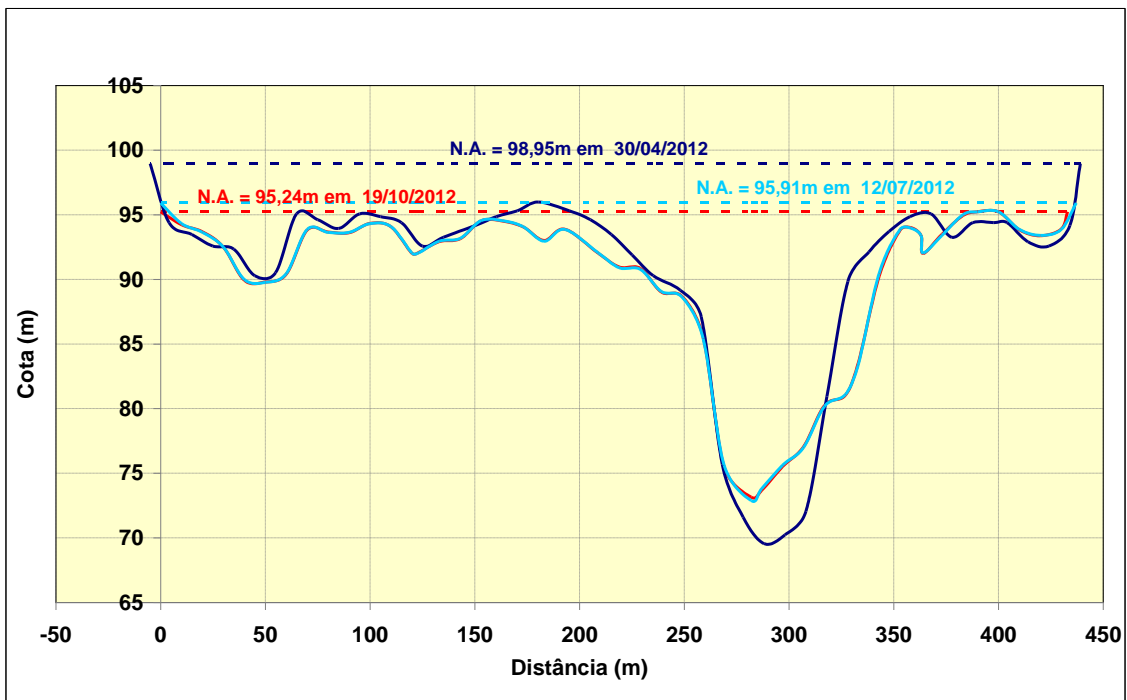


Figura 7.3.1.2.4.3/06 – Batimetria –Rio Jamanxim em Jamanxim Montante.

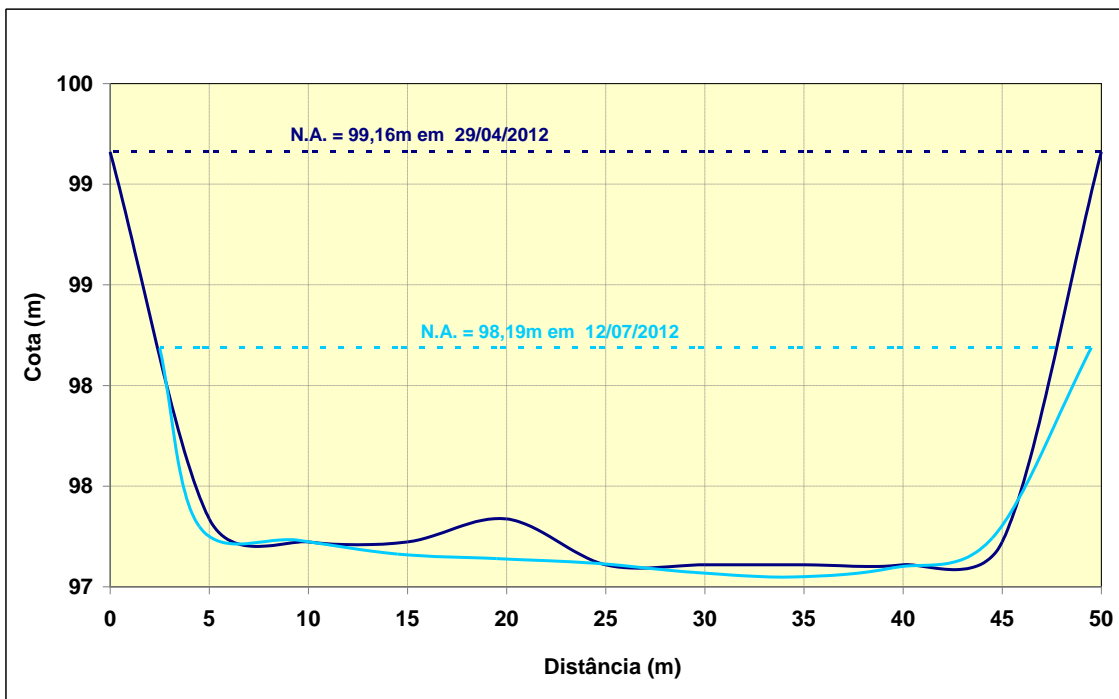


Figura 7.3.1.2.4.3/07 – Batimetria –Rio Jamanxinzinho em TR-7.

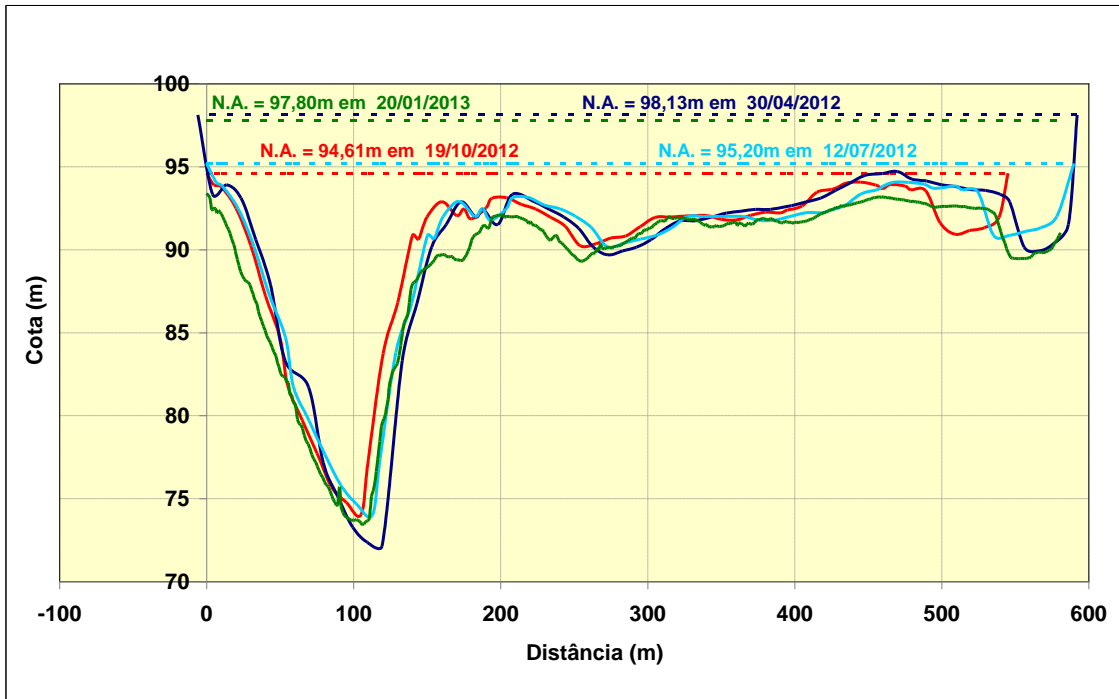


Figura 7.3.1.2.4.3/08 – Batimetria –Rio Jamanxim em PR-5.

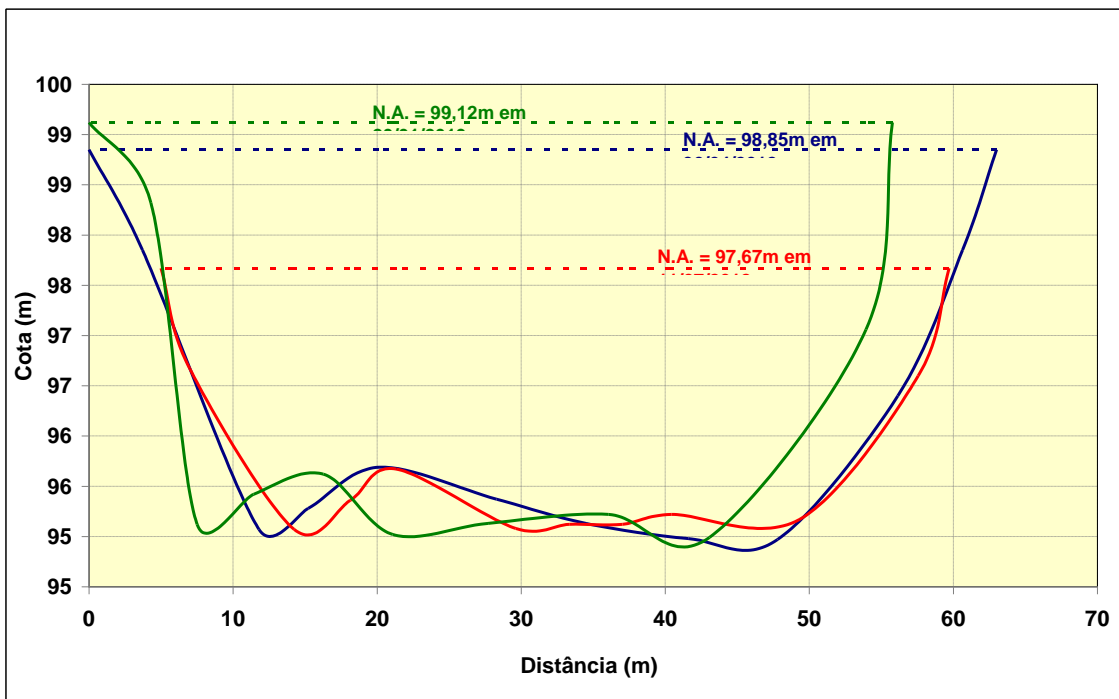


Figura 7.3.1.2.4.3/09 – Batimetria – Rio Tucunaré em TR-2A.

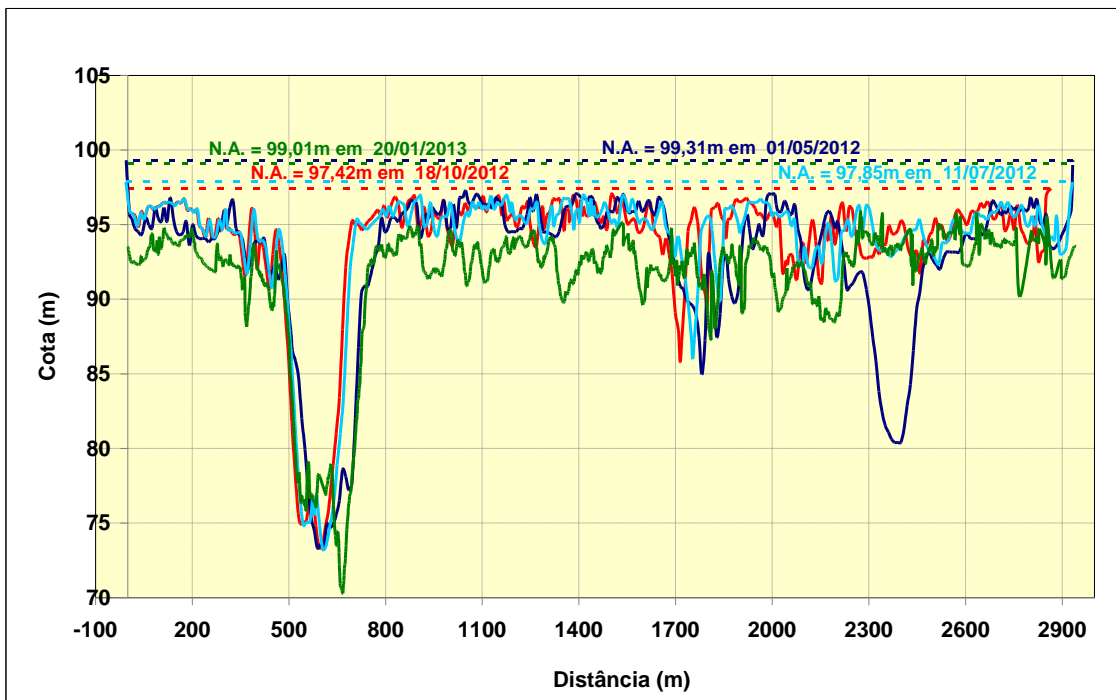


Figura 7.3.1.2.4.3/10 – Batimetria –Rio Tapajós em CT 4.

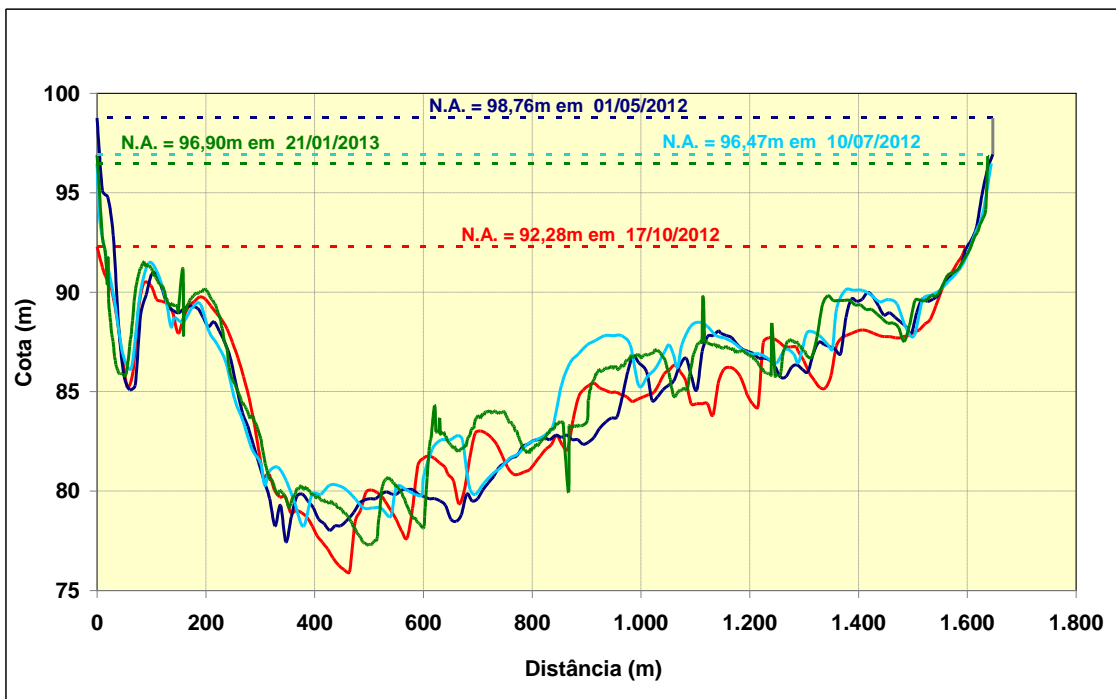


Figura 7.3.1.2.4.3/11 – Batimetria –Rio Tapajós em Curral.

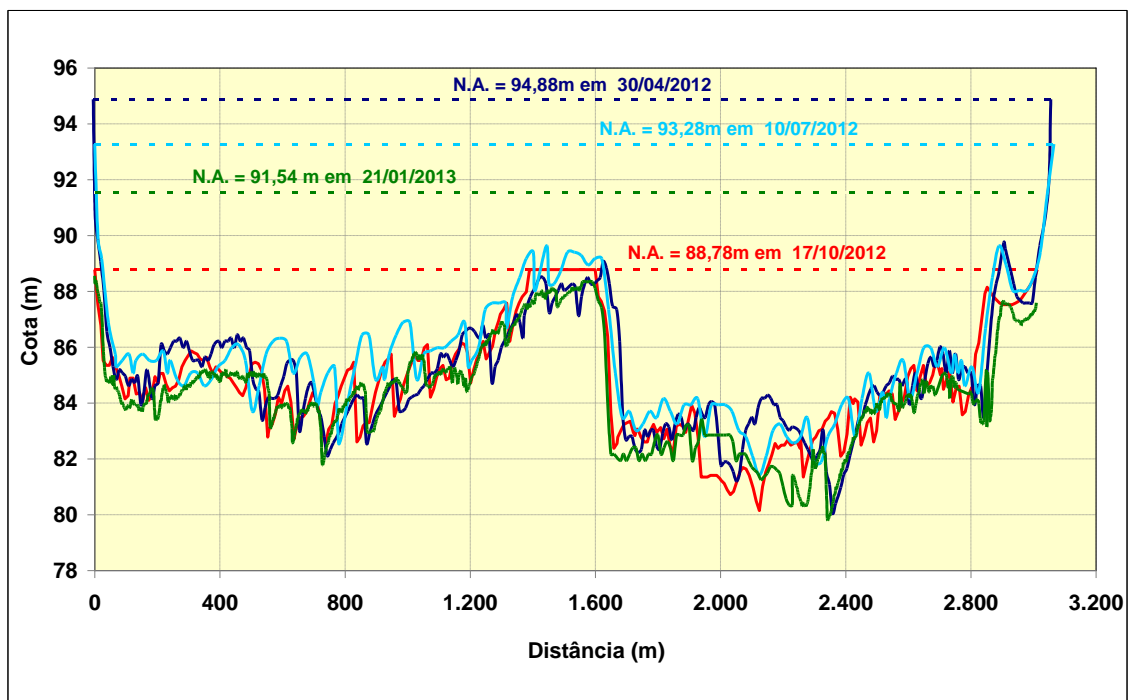


Figura 7.3.1.2.4.3/12 – Batimetria – Rio Tapajós em Itaituba

Na **Figura 7.3.1.2.4.3/13** é apresentado o histórico de levantamentos de perfis transversais desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas – ANA na estação fluviométrica de Itaituba. A figura retrata a configuração obtida de cinco levantamentos realizados entre os anos de 1997 a 2005.

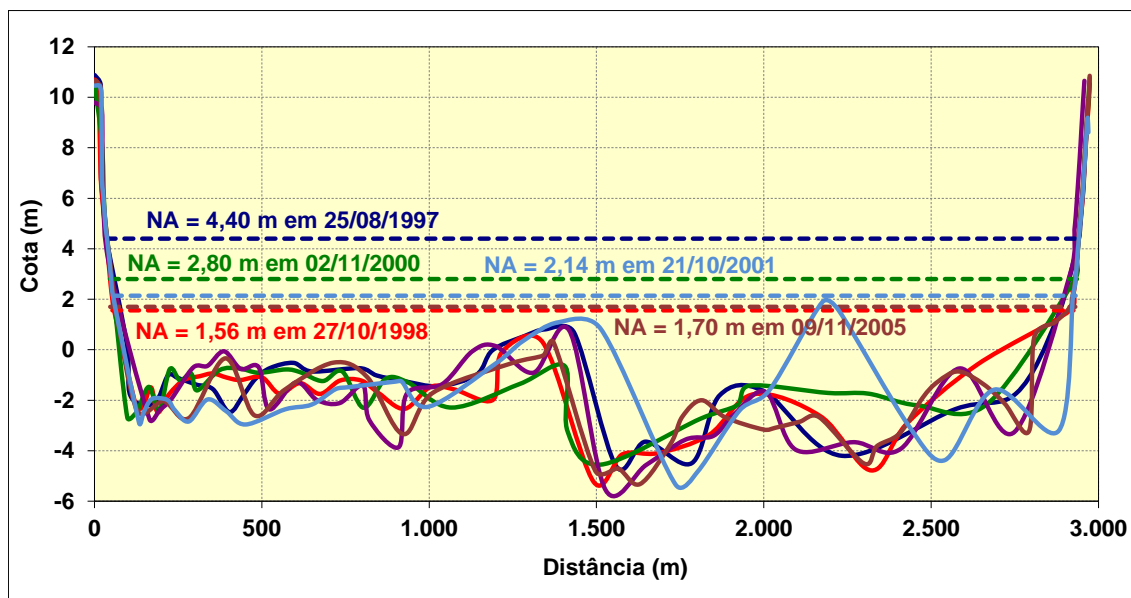


Figura 7.3.1.2.4.3/13 – Perfis Transversais na Estação Fluviométrica de Itaituba.

Na composição das figuras comparativas entre os levantamentos batimétricos, desconsideraram-se em alguns casos, os perfis que apresentaram grande diferenciação quanto a conformação morfológica do leito. As inconformidades verificadas refletem as dificuldades de se estabilizar o barco em um percurso pré-estabelecido, veiculando em rio com escoamento turbulento e leito em substrato rochoso, onde, não raras vezes, são verificadas amplas alterações de fundo.

Nesta comparação foram descartados também os levantamentos realizados fora dos pontos de amostragens em função das dificuldades locais de acesso decorrentes da pouca profundidade do curso d'água no período de levantamento da campanha de campo.

A análise do histórico dos levantamentos de perfis transversais permite aferir uma relativa estabilidade quanto as transformações ocorridas na morfologia da calha de escoamento com variações observadas na espessura de sedimento da ordem de 3,0 metros.

Com base nos quatro levantamentos realizados verifica-se que as maiores alterações morfológicas foram percebidas nas seções levantadas no curso do Tapajós. Dentre os tributários laterais, destaca-se o rio Ratão como o mais afetado por estas transformações. Os demais contribuintes assinalam uma relativa estabilidade quanto à morfologia da seção.

O histórico de levantamento disponibilizado pela Agência Nacional de Águas – ANA, restrita a estação fluviométrica de Itaituba, e com observações realizadas no período de 1997 a 2005, afere uma condição de estabilidade no comportamento sedimentométrico, com variações percebidas na espessura do sedimento da ordem 2 metros.

7.3.1.3 Geologia

7.3.1.3.1 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia

O diagnóstico da Área de Influência Indireta (AII) do AHE São Luiz do Tapajós envolveu estudos geológicos que foram realizados em consonância com o Termo de Referência do IBAMA. Deste modo, procedeu-se a sua elaboração inicialmente por meio de consulta de dados secundários. A seguir foi feita interpretação e análise de imagens e mapas disponíveis e obtenção de dados de campo para controle, registro documental e adequação dos dados secundários. As informações obtidas desses estudos encontram-se consubstanciadas no presente item, contextualizando-se a distribuição das diferentes unidades litoestratigráficas e estruturais no âmbito da AII, conforme exposto no desenvolvimento do texto adiante.

A metodologia utilizada seguiu as seguintes etapas de estudos:

- a) Obtenção, compilação e consulta dos dados secundários disponíveis;
- b) Interpretação de imagens de satélite, na escala 1:250.000 (Landsat e RapidEye), além de fotos aéreas nas escalas de 1:70.000 (faixas 405 e 406 em P&B) e 1:8.000 (coloridas) da região do sítio de barramento; e
- c) Aquisição de informações e registros de campo para controle, caracterização e documentação das unidades geológicas no âmbito da All, a qual inclui também a Área de Influência Direta (AID), uma vez que nela se encontra a maioria das unidades litoestratigráficas existentes na All.

- **Dados Secundários Consultados**

Existem diversos elementos disponíveis com relação às informações geológicas da Bacia Hidrográfica do rio Tapajós, tendo em vista a importância da região em função, principalmente, da riqueza mineral e da ocupação territorial. A All abrange rochas do embasamento, constituídas por unidades paleo e mesoproterozoicas do Cráton Amazônico e, na parte de jusante do eixo, unidades paleozoicas da Bacia Sedimentar do Amazonas. Os elementos consultados estão relacionados no item Referências Bibliográficas - Geologia.

- **Fotointerpretação**

A interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas foi, em grande parte, realizada em conjunto com a equipe de geomorfologia. Os resultados foram parcialmente incorporados na verificação da delimitação das diferentes unidades litológicas assinaladas nas bases cartográficas disponíveis. Assim, os produtos utilizados nas análises de fotointerpretação encontram-se relacionados no item referente à geomorfologia. Os trabalhos de campo também foram desenvolvidos de forma conjunta, tendo-se procedido a interação de informações e elaboração integrada das cartas temáticas.

- **Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo objetivaram não só o controle geológico e a documentação das características litológicas das diversas unidades litoestratigráficas presentes na All, por meio de observações "in loco" acompanhadas de registro fotográfico das principais feições geológicas encontradas, como também, a obtenção de dados relativos ao comportamento geológico-geotécnico com relação aos processos do meio físico. Foram feitas anotações quanto aos tipos de rocha, suas relações de contato quando possível,

grau de alteração, tipos e espessuras de coberturas de solos, feições erosivas, presença de alagadiços, afloramentos rochosos, estruturas tectônicas e outras observações.

Por meio de determinação de coordenadas com GPS portátil foi possível a obtenção do posicionamento dos pontos de observação de campo com precisão, os quais foram transferidos para os Mapas Geológicos da CPRM, em escala de 1:1.000.000 (CPRM, 2004; VASQUEZ *et al.* 2008), de modo a permitir a identificação e correlação das unidades litoestratigráficas encontradas com aquelas assinaladas nos mapas disponíveis.

Os afloramentos e aspectos de interesse observados foram registrados por meio de consistente documentação fotográfica, e suas características foram objetos de anotações em caderneta de campo, tendo sido coletadas, ocasionalmente, amostras para caracterização mais pormenorizada em análises de gabinete. Foram feitas anotações em cerca de 150 pontos de observação de campo, cuja descrição, acompanhada da documentação fotográfica, é apresentada no **Anexo Fotográfico 7.3.1.3 - Registro Fotográfico e Pontos de Observação de Campo – Geologia da All e AID/ADA (Volume 1 – Anexos Fotográficos)**.

7.3.1.3.2 Geologia da Área de Influência Indireta - All

A All insere-se no domínio da Província Tapajós, que consiste na parte meridional do Cráton Amazônico, no seu limite com o domínio da Bacia Sedimentar do Amazonas. O mapa geológico é, em parte, baseado na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2004) / Mapa Geológico do Estado do Pará (VASQUEZ *et al.* 2008) e, em pequena parte, na Carta Geológica Integrada, em escala de 1:500.000, do Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (PROMIN Tapajós - CPRM, 2001).

O controle de campo, empreendido por meio de percursos terrestres e fluviais, permitiu identificar as unidades assinaladas na carta da CPRM, validando o seu emprego como fonte de dados básicos para a elaboração dos estudos de diagnóstico da All. Foram identificadas, no entanto, algumas divergências na posição das unidades assinaladas no mapa, daquela dos afloramentos observados no campo, tendo em vista a escala regional dos documentos oficiais.

Ressalta-se que, à exceção das margens dos rios Tapajós e Jamanxim, com extensos afloramentos rochosos, são relativamente poucos os acessos terrestres onde podem ser observadas boas exposições das unidades litoestratigráficas. Ao longo da Transamazônica (BR-230) e demais vicinais da região, existem poucos afloramentos, tendo em vista a espessa cobertura de solos e, geralmente, a

pequena quantidade de cortes profundos com a exposição de substrato litológico não alterado. Importante ressaltar ainda, a não realização de trabalhos de campo na região da foz do rio Jamanxim e margem direita do rio Tapajós (trecho a jusante do garimpo Chapéu do Sol), que não foi visitada durante os trabalhos de campo devido às recomendações de não entrada em terras pleiteadas pela etnia Munduruku da Aldeia Boa Fé, e não liberada pelos respectivos representantes indígenas.

Os trabalhos de campo possibilitaram a obtenção de informações sobre as características intrínsecas de cada unidade quanto aos aspectos físicos e de comportamento geológico-geotécnico, que não são contemplados no Mapa Geológico do Estado do Pará (VASQUEZ *et al.* 2008), bem como outros aspectos referentes ao meio físico.

No **Mapa 7.3.1.3 Geologia (Volume 3 - Mapas)**, escala 1:250.000, é apresentada a espacialização das unidades geológicas da All, cuja síntese do contexto regional e evolução geológica é apresentada no item a seguir.

7.3.1.3.2.1 Síntese do Contexto Regional e Evolução Geológica que Envolve a Área de Influência Indireta

Estudos com propostas de compartimentação regional da Amazônia vêm sendo discutidos desde o início da década de 70, como bem sintetiza HASUI *et al.* (2012) em seu livro “Geologia do Brasil”.

Dentre as propostas mais discutidas destacam-se principalmente os modelos de SUSCYNKI (1970), AMARAL (1974, 1984), CORDANI *et al.* (1979), SANTOS *et al.* (2000), SANTOS (2003), TASSINARI e MACAMBIRA (2004), CORDANI e TEIXEIRA (2007, 2009) e SANTOS *et al.* (2008).

Na **Figura 7.3.1.3.2.1/01** – Propostas de Compartimentação do Cráton Amazônico são apresentados os modelos de: (A) CORDANI *et al.* (1979); (B) TASSINARI e MACAMBIRA (2004); (C) SANTOS (2003) e (D) SANTOS *et al.* (2008).

Com aporte de novas análises e diversos métodos de pesquisa e datações geocronológicas, o modelo de CORDANI *et al.* (*op cit*) incorporou diversas versões até alcançar a versão mais recente apresentada por TASSINARI e MACAMBIRA (2004) – **Figura 7.3.1.3.2.1/01B**. Nesse modelo são reconhecidas seis faixas de direção geral NW, referidas como Províncias Geocronológicas e assim designadas:

- Maroni - Itacaiunas, de 2,2-1,9 Ga, com uma ramificação adentrando Roraima;

- Central da Amazônia, de mais de 2,5 Ga, o núcleo mais antigo;
- Ventuari - Tapajós, de 2,00-1,81 Ga;
- Rio Negro - Juruena, de 1,78-1,55 Ga;
- Rondoniana - San Ignácio, de 1,56-1,30 Ga; e
- Sunsás, de 1,20-0,95 Ga.

Outro modelo elaborado essencialmente em dados U-Pb e Pb-Pb foi apresentado por SANTOS *et al.* (2000) e SANTOS (2003), depois aprimorado e ganhando a configuração proposta por SANTOS *et al.* (2008) – **Figura 7.3.1.3.2.1/01-D**. Esse modelo contém sete faixas de direção geral em torno de NW, ao qual foi acrescida posteriormente mais uma faixa de direção NE, todas referidas como Províncias Estruturais e assim designadas:

- Transamazonas (2,26-2,01 Ga), com as subprovíncias Amapá e Bacajá;
- Carajás (3,0-2,5 Ga), com as subprovíncias Serra dos Carajás e Rio Maria;
- Amazônia Central (Arqueano?), com as subprovíncias Curu-Mapuera e Iriri-Xingu.
- Tapajós-Parima, de 2,03-1,88 Ga, com as subprovíncias Parima, Uaimiri, Tapajós e Peixoto Azevedo.
- K'mudku, de 1,45-1,10 Ga.
- Rondônia-Juruena (1,84-1,54 Ga), com as subprovíncias Alta Floresta e Jamari-Rondônia.
- Rio Negro (1,82-1,52 Ga), contemporânea à Rondônia - Juruena, com as subprovíncias Imeri e Rio Negro;
- Sunsás (1,46-1,10 Ga), com as subprovíncias Nova Brasilândia e Santa Helena.

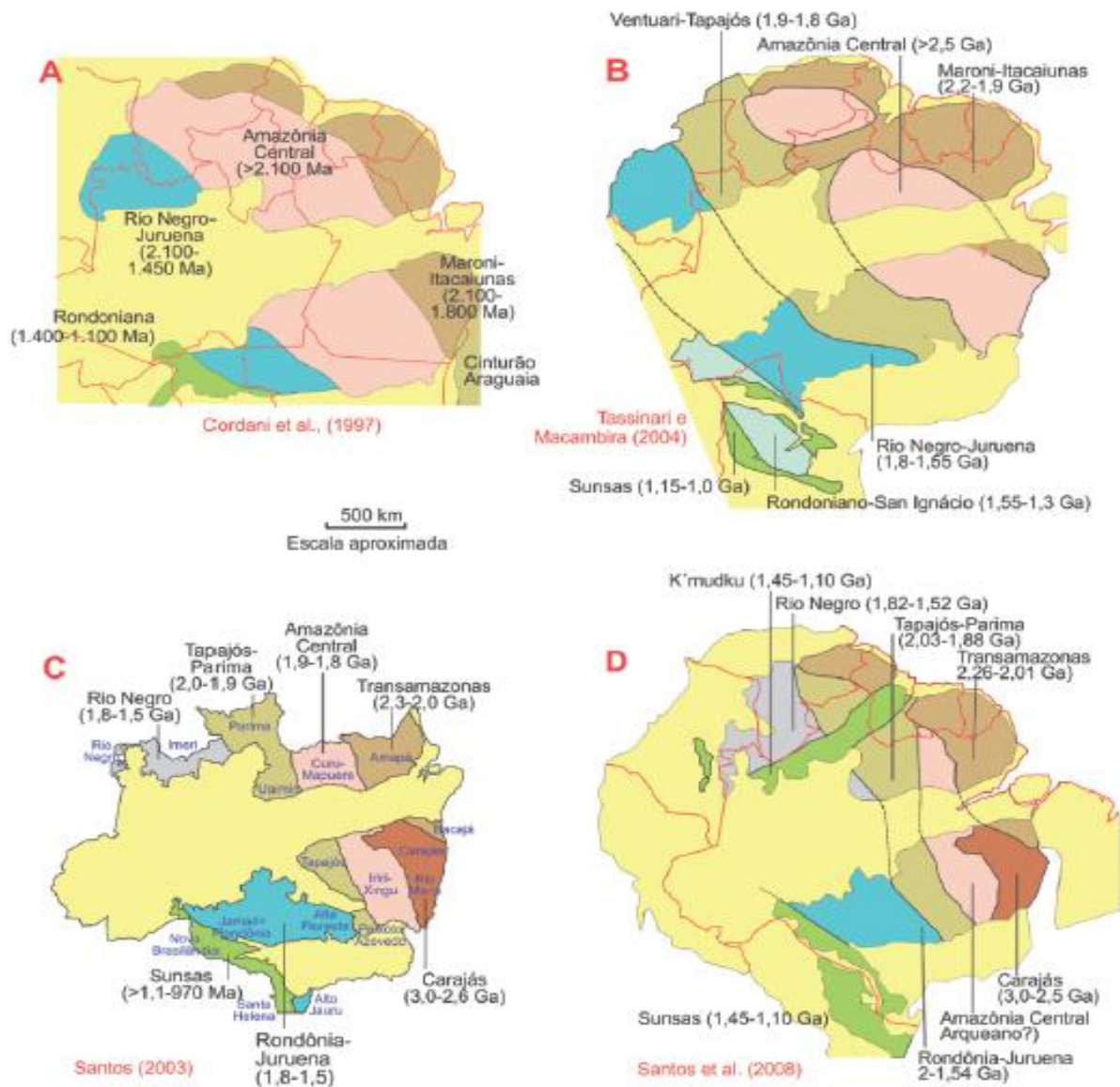


Figura 7.3.1.3.2.1/01 – Propostas de Compartimentação do Cráton Amazônico. (A) CORDANI *et al.* (1979); (B) TASSINARI e MACAMBIRA (2004); (C) SANTOS (2003) e (D) SANTOS *et al.* (2008).

Essas províncias representam uma sucessão de ciclos acrecionais, formando largas faixas orientadas segundo NW-SE, a partir de um núcleo cratônico da região de Carajás, no Pará, que corresponde a terrenos "granito-greenstone". Esse núcleo é caracterizado por eventos de 3,0 a 2,5Ga, sendo que as idades tendem a ser decrescentes de nordeste em direção a sudoeste, conforme a sequência mencionada acima (CORDANI *et al.* 2007).

A porção sul das províncias Tapajós-Parima (SANTOS *et al.* 2008) e Ventuari-Tapajós (TASSINARI e MACAMBIRA, 2004) representa o denominado setor

Tapajós, formado por unidades proterozoicas do Ciclo Transamazônico (HASUI, 2012), onde está situada a área do empreendimento hidrelétrico, no limite com a Província Amazonas.

A unidade mais antiga da All, paleoproterozoica, corresponde a uma unidade gnáissica, representada pelo Complexo Cuiú-Cuiú (2,03 a 2,0Ga), constituída por gnaisses tonalíticos e granodioríticos, gnaisses a duas micas, leucogranitos e anfibolitos, submetidos a metamorfismo de médio a alto grau e intensamente deformados.

No Paleoproterozoico (Pós-Transamazônico) instalou-se a unidade vulcânica do Grupo Iriri, com a Formação Salustiano (1,88Ga), formada por riolitos e dacitos. Nessa época surgiu ainda a unidade máfica da Suíte Ingarana (1,89-1,88Ga), além do Anortosito Jutaí (1,88Ga). Contemporaneamente a essas suítes ocorrem as unidades granitoides das suítes Parauari (1,9-1,88Ga) e Maloquinha (1,88-1,87Ga), que encerram o Paleoproterozoico (Pós-Transamazônico) da All.

O Mesoproterozoico é representado unicamente por uma unidade máfica, que é a Suíte Cachoeira Seca (1,19Ga), constituída por gabros, noritos, diabásios, troctolitos, formando diques e soleiras.

A estruturação do Setor Tapajós obedece a direção geral N40W, com algumas pequenas variações. Antes dessa estruturação houve o desenvolvimento de foliações e empurrões com direção meridiana e, em seguida a elas, formaram-se falhas transcorrentes dúcteis e rúpteis, sobretudo orientadas a NE e NW, mais raramente a N-S e E-W (COUTINHO, 2008 *apud* HASUI, 2012).

A evolução tectônica do Setor Tapajós pode ser resumida em três etapas ou fases fundamentais. Numa primeira fase ocorreram dois eventos orogênicos, designados Mundurucus (2,04-1,96Ga) e Tropas (1,91-1,89Ga), seguidos de período pós-orogênico (1,87-1,76Ga). O evento Mundurucus envolveu a formação de um arco insular (Cuiú-Cuiú), deposição sedimentar em fossa ou em bacia de retroarco (Jacareacanga) e formação de um arco continental (granitoides de 2,0-1,96Ga). O evento orogênico Tropas também teria iniciado com arco insular (Tropas). Teria havido, em ambos os casos, subducção de oeste para leste ao longo de sutura situada sob a Bacia do Alto Tapajós. O metamorfismo foi de baixo a médio grau e a deformação configurou a estruturação regional do Cinturão Orogênico Tapajós como do tipo não colisional.

Numa segunda etapa, com o fim dos processos orogenéticos, formaram-se duas gerações de granitoides (Parauari e Maloquinha), em contexto pós-tectônico e anorogênico. O magmatismo gerou também, além das rochas granitoides, rochas vulcânicas félsicas e intrusões máficas com até 1,8 G de idade. Sedimentos que

se acumularam em algumas bacias (riftes?) aparecem hoje sob a forma de manchas isoladas poupadas pela erosão.

Novos pulsos magmáticos intraplaca ocorreram numa terceira fase evolutiva, no fim do Mesoproterozoico (Cachoeira Seca) e no Cambriano (Piranhas). Esses pulsos geraram intrusões máficas sob a forma de diques e soleiras. Foram assim reconhecidos vários eventos de magmatismo máfico no Setor Tapajós (SANTOS *et al.* 2002 *apud* HASUI, 2012): Ingarana (orogênico) e o Crepori, Cachoeira Seca e Piranhas (pós-orogênicos).

Quanto à Província Amazonas, cujo depocentro acumula 5.000m de registro sedimentar, ela se encontra sobre litosfera rígida, com características claramente intracratônicas. Diferentemente das demais sinéclises paleozoicas, a Bacia Sedimentar do Amazonas não foi implantada sobre estruturas brasileiras neoproterozoicas, uma vez que se originou sobre o rígido Cráton Amazônico de idade pré-brasiliana (CORDANI *et al.* 1984 *apud* PEREIRA *et al.* 2012). Não obstante a estabilidade tectônica, a configuração regional do embasamento controlou a história deposicional da bacia, definindo altos estruturais que se alinham às principais estruturas. A estrutura do embasamento é condicionada pelo arranjo das províncias tectônicas que compõem o Cráton Amazônico (**Figura 7.3.1.3.2.1/02** - Arcabouço Tectônico do Cráton Amazônico).

As estruturas preexistentes têm sido reativadas durante a Orogenia Brasileira, mesmo ela não tendo ocorrido na Amazônia, de modo a controlar a origem da bacia. Segundo NEVES (1989 *apud* PEREIRA *et al.* 2012), a origem da Bacia Amazonas está relacionada a dispersão de esforços provenientes da faixa de Dobramentos Araguaia-Tocantins, no final do Ciclo Brasileiro. Essa faixa de dobramentos, associada à Orogenia Brasileira-Pan-Africana, apresenta vergência tectônica e estruturas com direção de esforços compressivos E-W e consequente direção de alívio (extensão) N-S, possibilitando o desenvolvimento de estruturas extensionais precursoras da bacia.

Na concepção atual (PEREIRA *et al.* 2012), o pacote sedimentar da Bacia Amazonas envolve três sequências sedimentares, limitadas por discordâncias ligadas a eventos tectônicos globais. A primeira sequência abrange o intervalo Ordoviciano-Devoniano. Ela reúne sedimentos clásticos marinhos do Grupo Trombetas e é parcialmente truncada por discordância decorrente da Orogenia Caledoniana. O Grupo Trombetas é constituído pelas formações Autás-Mirim, Nhamundá, Pitinga, Manacapuru e Jatapu.

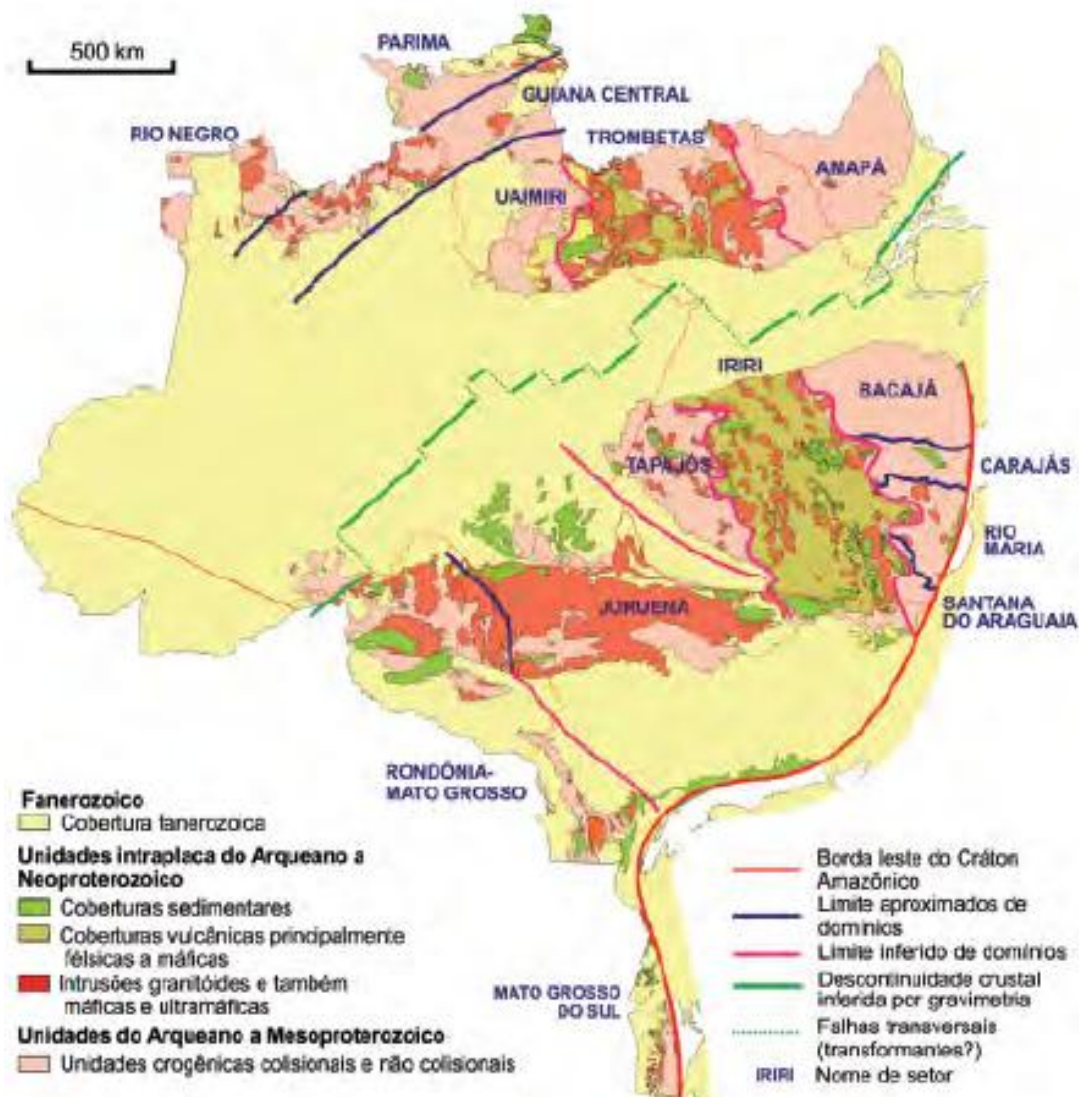


Figura 7.3.1.3.2.1/02 - Arcabouço Tectônico do Cráton Amazônico, destacando a linha verde orientada a NE e segmentada por falhas NW, no eixo da Bacia Amazônica (HASUI, 2012).

A segunda sequência paleozoica da Bacia Amazonas vai do Devoniano ao Carbonífero e representa novo ciclo transgressivo-regressivo, que se inicia com depósitos arenosos e pelíticos depositados em condições continentais deltaicas e plataformais, pertencentes à Formação Maecuru, do Grupo Urupadi. Como resultado da transgressão marinha, sobre o Grupo Urupadi depositaram-se folhelhos da base do Grupo Curuá, cuja deposição encerra-se com as formações Oriximiná e Faro, da fase regressiva desse ciclo.

Após fase erosiva regional atribuída à Orogênese Tardi-Chamica tem lugar novo ciclo deposicional na Bacia Amazônica durante o Carbonífero e Permiano, representado pelas unidades do Grupo Tapajós. A sedimentação inicia-se com a

deposição dos arenitos eólicos da Formação Monte Alegre, a qual é sobreposta por carbonatos e evaporitos das formações Itaituba e Nova Olinda, respectivamente. Esse ciclo deposicional encerra-se com a deposição dos "Red Beds" continentais da Formação Andirá, de idade neopermiana, associada aos efeitos da Orogenia Variscana.

7.3.1.3.2.2 Unidades Litoestratigráficas da All

A Área de Influência Indireta (All) do aproveitamento hidrelétrico São Luiz do Tapajós engloba diversas unidades litoestratigráficas, descritas, a seguir, em ordem crescente de idade, conforme coluna estratigráfica da All. Elas são agrupadas de acordo com os diferentes períodos geológicos em que se originaram. As descrições são baseadas nos dados secundários consultados e em observações de campo.

A plotagem dos pontos de observação de campo na All mostrou, em grande parte, concordância entre essas observações com o Mapa Geológico do Estado do Pará (VASQUEZ *et al.* 2008), o qual consiste, assim, em informação secundária fundamental e imprescindível para a caracterização geológica da All. Assinalam-se, entretanto, alguns ajustes e divergências observadas no campo em relação à base geológica original da CPRM, que se encontram sintetizadas no **Anexo Geral 7.3.1.3 - Cotejamento entre as Informações do Mapa Geológico do Estado do Pará e as Observações de Campo da Geologia da All, tendo como referência para localização os pontos de controle de campo (Volume 4 – Anexos Gerais)**, em que são indicados os locais onde as unidades geológicas verificadas em campo são diferentes das indicadas no Mapa Geológico do Estado do Pará (VASQUEZ *et al.* 2008).

Descrevem-se a seguir, com base na literatura geológica disponível, as unidades litoestratigráficas da All do AHE São Luiz do Tapajós que se encontram espacializadas no Mapa 7.3.1.3 Geologia (Volume 3 – Mapas), escala 1:250.000 e relacionadas na **Figura 7.3.1.3.2.2/01 – Coluna Litoestratigráfica da All do AHE São Luiz do Tapajós**.

No âmbito da All ocorrem desde aluviões holocênicos e terraços quaternários até as unidades paleoproterozoicas com mais de 2,0 Ga, constituindo três grandes conjuntos de unidades geológicas: (a) as Coberturas Superficiais Cenozoicas, que recobrem indistintamente tanto as rochas do embasamento cristalino (conhecido como Domínio Tapajós) como as rochas da Bacia Sedimentar do Amazonas; (b) as rochas da Bacia Sedimentar do Amazonas e (c) as rochas cristalinas do Domínio Tapajós.

• **Unidades Fanerozoicas**

No âmbito da AII, aluviões quaternários (N4a) ocorrem essencialmente ao longo da calha do rio Tapajós, da Vila Pimental para jusante, desenvolvendo-se, sobretudo, no domínio da sequência sedimentar da Bacia Amazonas. Os aluviões recentes estão restritos às calhas fluviais e correspondem ao topo da coluna estratigráfica regional.

EON	ERA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA DA UNIDADE
FANEROZOICO	CENOZOICO	Depósitos Aluvionares (N4a)	areia, argila, cascalho, silte
	MESOZOICO	Formação Alter do Chão (K2E1ac)	quartzo arenito, conglomerado
	PALEOZOICO	Formação Nova Olinda (C2no)	arenito, evaporito, folhelho, siltito
		Formação Itaituba (C2i)	arenito, calcilutito, evaporito
		Formação Monte Alegre (C2ma)	arenito, siltito
		Grupo Curuá Indiviso (D3C1c)	arenito, folhelho, siltito
		Formação Maecuru (D2ml)	arenito, conglomerado
PROTEROZOICO	MESOPROTEROZOICO	Suíte Intrusiva Cachoeira Seca (MP3D8cs)	diabásio, troctolito, gabronorito, olivina gabro
	PALEOPROTEROZOICO	Suíte Intrusiva Maloquinha (PP3γml)	sienogranito, monzogranito
		Corpo Anortosito Jutai (PP3δj)	anortosito, gabro
		Suíte Intrusiva Ingarana (PP3δin)	diabásio, gabro, monzodiorito, monzogabro
		Suíte Intrusiva Parauari (PP3γp)	sienogranito, granodiorito, monzogranito, tonalito
		Formação Salustiano (PP3αsa)	dacito, riolito
		Complexo Cuiú-Cuiú (PP3cc)	tonalito, granito, granodiorito, migmatito, metagranitóide, ortogneisse, paragneisse

Figura 7.3.1.3.2/01 - Coluna Litoestratigráfica da AII do AHE São Luiz do Tapajós.

São constituídos por areias, argilas e cascalhos inconsolidados, muitas vezes portadores de minerais pesados, sendo objeto de garimpos de ouro, cassiterita e, em menor escala, diamante, topázio, rutilo, berilo, columbita, tantalita. Os terraços foram registrados nas proximidades de Itaituba, conformando áreas mais elevadas e planas, e correspondem a um alargamento pleistocênico da calha do rio Tapajós. São constituídos por arenitos finos argilosos, amarelados e acinzentados, mal consolidados e exibindo eventualmente estratificação cruzada. Na base ocorrem bancos de areia grossa e conglomerados ferruginosos, com seixos pequenos em matriz arenosa. No rio Jamanxim, o maior afluente do Tapajós na região, praticamente não é assinalada a presença de aluviões às suas margens.

O Terciário é representado no Mapa Geologia por coberturas detríticas e lateríticas, constituídas por lateritas, latossolos e solos concrecionários, enquanto que ao Cretáceo corresponde a Formação Alter do Chão (K2E1ac), que ocupa toda a região dos formadores do igarapé Tracoá no extremo norte da AII. É constituída por arenitos com intercalações de argilitos, com conglomerados subordinados. Os arenitos são finos a médios, geralmente exibindo estratificação cruzada, com cores vermelhas e variegadas. São argilosos, caulínicos, friáveis, podendo conter eventuais bancos silicificados com grânulos e seixos de quartzo esparsos, bem como bolas de argila. Os argilitos têm cores vermelho-tijolo a variegadas, são maciços, pouco consolidados e contêm bolsas de areia. Os conglomerados possuem seixos subarredondados, com 5 a 15cm de diâmetro, constituídos de quartzo e arenito silicificado.

Na Bacia Amazonas, o Permo-carbonífero é representado pelo Grupo Tapajós, que reúne as formações Nova Olinda (C2no), Itaituba (C2i) e Monte Alegre (C2ma). A Formação Nova Olinda (C2no) é constituída predominantemente por evaporitos, com camadas e lentes subordinadas e interdigitadas de folhelhos, siltitos, calcários e arenitos. Os evaporitos são representados principalmente por halita, mais comumente sob a forma pura e cristalina. No topo da sequência são encontrados folhelhos e siltitos calcíferos que podem conter fósseis de vegetais. Os arenitos predominam na base e variam de finos a médios, apresentando colorações branca, creme, castanha e esverdeada. Sua espessura total é estimada em até mais de 1.200m.

A Formação Itaituba (C2i) tem espessura entre 100 e 400m e é constituída, sobretudo, por calcários fossilíferos em forma de camadas maciças intercaladas com folhelhos, siltitos e arenitos finos, bem laminados além de evaporitos. No registro fossilífero constam mais de uma centena de espécies de braquiópodes, lamelibrânquios, gastrópodes, corais, briozoários, trilobitas, equinodermes e peixes.

Na margem do rio Tapajós, a Formação Itaituba é constituída por calcários maciços amarelados que formam camadas com poucos metros de espessura e contêm fósseis diversos e nódulos de calcita. As camadas calcárias intercalam-se a pacotes métricos de siltitos, lamitos e arenitos finos muito bem laminados, exibindo ainda estratificações cruzadas. Em alguns afloramentos da margem direita do rio Tapajós, a Formação Itaituba aparece sob a forma de arenitos amarelados finos a médios, com estratificações cruzadas (Fotos dos Pontos 142, 144 e 145).

A Formação Monte Alegre (C2ma) chega a 300m de espessura e é constituída por arenitos de coloração esbranquiçada, cinza clara e marrom clara, com

granulação fina a média, contendo grãos de quartzo bem compactados, subangulosos ou subarredondados e siltitos com níveis silicosos como observado nas Fotos do Pontos 057 e 058. Na base ocorrem arenitos grossos e conglomeráticos contendo grânulos de quartzo bem arredondados, com presença eventual de seixos de granito, rocha vulcânica, quartzo leitoso e folhelho. No topo da seção a granulação torna-se fina, formando arenitos sílticos e siltitos argilosos com lentes de folhelhos calcíferos e calcários argilosos. Nas fácies pelíticas não foram encontrados microfósseis.

Ocupa estreita faixa, com 1 a 2 km de largura, a qual acompanha a orientação geral das unidades paleozoicas numa direção E-W a ENE. Na margem do rio Tapajós foi observada apenas uma exposição da Formação Monte Alegre no ponto 146 (vide foto), onde aparece um arenito amarelado brando, de granulação média, com nítida estratificação cruzada tangencial associada a níveis acinzentados silicificados.

As rochas devonianas encontram-se representadas pelo Grupo Curuá Indiviso (D3C1c) e pela Formação Maecuru (Membro Lontra) (D2ml).

A unidade indivisa do Grupo Curuá (D3C1c) foi considerada por CAPUTO *et al.* (1971 *apud* Projeto RADAMBRASIL, 1976) como contendo os membros Barreirinha, Curiri e Oriximiná, acumulando espessura total da ordem de 600m e correspondendo ao Devoniano Superior. Na parte basal da unidade indivisa (Membro Barreirinhas) ocorrem folhelhos micáceos, folhelhos pretos carbonosos, com raras intercalações regulares de arenitos muito finos, micáceos. A seção intermediária (Membro Curiri) caracteriza-se por folhelhos sílticos, cinza escuros, laminados e ondulados, muito micáceos, intercalados a lentes de arenitos muito finos, argilosos, amarelos, extremamente micáceos, laminados e coesos. Sobrepõem-lhes siltitos argilosos, cinza a pretos, micáceos, piritosos, com grãos de areia bem arredondados e seixos esparsos de folhelho, quartzo, riolito, silixito, arenito, quartzito e outras rochas, sendo comuns diamictitos com seixos estriados. A unidade superior (Membro Oriximiná) consiste em arenitos brancos e cinzentos, muito finos a médios, piritosos, argilosos, mal selecionados, com grãos subangulares. São pouco a medianamente porosos, com cimentação irregular e intercalações de diamictitos. Ocorrem níveis intercalados de folhelhos e siltitos cinza escuros a pretos, físseis, micáceos, pouco calcíferos, associados a lentes de arenito cinza claro, argiloso, fino e micáceo, às vezes bioturbado.

As rochas do Grupo Curuá Indiviso ocupam uma faixa intercalada nas demais unidades paleozoicas, com largura variando de 2 a 10 km, e atravessa a extremidade norte da AII, vindo a tangenciar o limite setentrional da AID/ADA. Aparece em diversas exposições em cortes das rodovias BR-230 e BR-163, sob a

forma de arenitos alterados, às vezes com intercalações de pelitos, formando geralmente solos areno-siltosos erodíveis. Localmente os arenitos são maciços e homogêneos, com matriz argilosa, o que lhes confere maior coesão (Fotos dos Pontos 004, 006, 055, 056 e 099 e 100). Nas margens do rio Tapajós, onde as exposições são conspícuas, o Grupo Curuá Indiviso é caracterizado por folhelhos em espessos pacotes bem laminados e arenitos finos amarelados (Fotos dos Pontos 147, 149 e 150).

A Formação Maecuru (D2ml), no Mapa Geológico do Estado do Pará (VASQUEZ *et al.* 2001), restringe-se ao Membro Lontra, inexistindo o membro inferior, Jatapu, no flanco sul da Bacia Amazonas. A espessura do Membro Lontra é da ordem de 40 a 80m, tendo sido registrados até 118m em poço da Petrobrás. Esta unidade é constituída, no flanco sul da bacia, por arenitos variando de finos a conglomeráticos, brancos a acinzentados, mal selecionados, com grãos subangulares a subarredondados. São friáveis e exibem conspícua estratificação cruzada. Intercalam-se siltitos micáceos e argilosos, cinzentos, moles, intercamados com níveis de folhelhos. As formações Trombetas (ausente na região), Maecuru e Ererê (também ausente na All) foram reunidas no Grupo Urupadi pelo Projeto RADAMBRASIL (1976).

Assenta-se em discordância angular sobre o embasamento pré-cambriano e delinea larga faixa na direção E-W a ENE, com até quase 20 km de largura e é recoberta por folhelhos do Grupo Curuá Indiviso. As Fotos dos Pontos 007, 101, 103, 104 e 116 ilustram alguns aspectos da Formação Maecuru ao longo das rodovias, onde ela se manifesta preferencialmente sob a forma de arenitos médios a finos, às vezes lamíticos, devendo-se levar em conta que essas litofácies correspondem à porção mais superior dessa unidade sedimentar da Bacia do Amazonas. Na base, nas margens do rio Tapajós, por sua vez, predominam arenitos grossos, com níveis de cascalho fino e pedregulhos esparsos, cujas exposições caracterizam-se por singulares feições ruiformes na beira do rio (Fotos dos Pontos 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158 e 159).

• Unidades Proterozoicas

A unidade Proterozoica mais nova da área da All corresponde à Suíte Intrusiva Cachoeira Seca (MP3δcs), datada do Mesoproterozoico. Ela designa um conjunto de rochas máficas intrusivas nos granitos da Suíte Parauari (PP3γp). É caracterizada por apresentar assinatura geofísica de corpos máficos com "baixo magnético" e isolinhas direcionadas a NE-SW, diferentemente da Suíte Ingarana (PP3γin), a qual é magnética. As rochas da Suíte Intrusiva Cachoeira Seca foram descritas como olivina basaltos e troctólitos, tendo sido observado um predomínio de diabásios de composição equivalente a gabros troctolíticos e troctólitos,

indicando o caráter hipoabissal desses corpos. A textura dessas rochas é geralmente inequigranular, com granulação fina a média. Elas são melanocráticas e isotrópicas, apresentando coloração cinza esverdeada, e podem conter sulfetos em fraturas ou disseminados. As rochas máficas são compostas essencialmente de plagioclásio e olivina, que pode ser substituída por titano-augita e hiperstênio nas variedades gábricas. Os minerais acessórios são constituídos por hornblenda, biotita titanífera, apatita e feldspato alcalino, que pode sofrer alterações dando origem a clorita e epidoto como minerais secundários. A textura é geralmente subofítica a intergranular e caráter toleítico, com assinatura tendendo a alcalina.

As intrusões da Suíte Intrusiva Maloquinha (PP3 γ ml) (granitoides anorogênicos) ocorrem sob a forma de *stocks* e batólitos, com formas circulares, elipsoidais e irregulares, ora alinhadas N-S, ora alongadas nas direções NNW-SSE e NW-SE. Os granitoides dessa suíte são intrusivos principalmente no Complexo Cuiú-Cuiú (PP3cc) e no Grupo Iriri. Às vezes os contatos são tectônicos, delineados por falhas com diversas direções, orientadas principalmente a NW-SE. Tectônica rúptil afetou as ígneas Maloquinha por meio de falhas e zonas de cisalhamento com direções NW-SE e E-W (principais) e N40E (secundárias), com mergulhos altos, as quais foram interpretadas como resultado de reativações dos grandes lineamentos dúcteis e rúpteis-dúcteis da Província Tapajós. A Suíte Intrusiva Maloquinha é representada por rochas graníticas isotrópicas, leucocráticas, com cores variando de cinza a vermelha, predominando textura equigranular hipidiomórfica, de granulação fina a grossa. Localmente, a textura é inequigranular porfirítica de granulação média, com fenocristais de feldspato alcalino, quartzo e, raramente, plagioclásio. O teor de minerais máficos é baixo (2% a 10%), apresentando por vezes composição alaskítica e tipos subvulcânicos subordinados, com texturas granofíricas e levemente porfiríticas, com matriz muito fina. As idades, determinadas pelos métodos U-Pb e Pb-Pb em zircões, são ao redor de 1.880Ma.

O Anortosito Jutaí (PP3 δ j) ocorre em forma de um pequeno corpo com configuração aproximadamente circular na margem esquerda do rio Tapajós. É constituído por anortositos e magnetita gabros com idade de 1.878Ma segundo datações pelo método U-Pb.

O Grupo Iriri, no âmbito da AII, abrange a Formação Salustiano (PP3 α sa), formada por conjunto de derrames ácidos a intermediários, intrudida pelos granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha. Corresponde a derrames do vulcanismo ácido explosivo associado ao Magmatismo Uatumã. É constituída por riolitos e dacitos que ocorrem ladeando os depósitos da Formação Aruri (não reconhecida no Mapa Geológico do Estado do Pará no âmbito da AII) ocupando grande faixa nas proximidades da confluência com o rio Jamanxim. Recobrem

discordantemente as rochas graníticas da Suíte Intrusiva Parauari (PP3 γ p) e são intrudidos pelos granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha. Os riolitos são isotrópicos, leucocráticos, muito fraturados e possuem colorações rosadas, avermelhadas e acinzentadas, com texturas afíricas e porfíricas. São constituídos por fenocristais de ortoclásio, quartzo e plagioclásio, imersos em matriz microcristalina, podendo, ocasionalmente, mostrar estruturas fluidais. Os dacitos têm coloração acinzentada, rosada e amarronzada, são leucocráticos, isotrópicos, com textura porfírica e contêm fenocristais de plagioclásio, feldspato alcalino, quartzo, biotita, hornblenda e opacos, todos disseminados em matriz afanítica. É comum, nessas rochas, a presença de vênulas e pintas de sulfetos, bem como concentrações de minerais escuros esverdeados, que consistem em epidoto e clorita. O feldspato alcalino é o ortoclásio e a sanidina, em matriz composta essencialmente por quartzo e feldspato. Ocorrem sericita e clorita como minerais de alteração.

A Suíte Intrusiva Ingarana (PP3 δ in) é composta por augita gabros, gabro-noritos, leuconoritos, diabásios e microgabros, além de, subordinadamente, monzogabros, dioritos e monzodioritos, que ocorrem sob a forma de *stocks* irregulares, geralmente controlados por falhas E-W e NW-SE. São intrusivos nos ortognaisses e granitoides do Complexo Cuiú-Cuiú e nos granitos da Suíte Intrusiva Parauari. São afetados, por sua vez, por rochas mais jovens como os granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha e rochas vulcânicas do Grupo Iriri, que em parte as recobrem. A Suíte Intrusiva Ingarana é representada por rochas ígneas, de granulação média a fina, acinzentadas ou esverdeadas, com variedades melanocráticas ou leucocráticas. A textura é cumulática, subofítica, às vezes granofírica quartzo-feldspática, com lamelas de exsolução em piroxênios. Os minerais constituintes são piroxênios (hiperstênio e augita), plagioclásio (andesina a labradorita), além de quartzo e feldspato alcalino intersticiais. Os piroxênios são transformados por uralitização em hornblenda, actinolita, biotita, clorita, epidoto, titanita e opacos. Processos de saussuritização são frequentes nos plagioclásios. A Suíte Intrusiva Ingarana tem caráter calcioalcalino, com alto a médio potássio, numa composição de basalto a andesito-basalto, com enriquecimento de alumínio. A idade dessa unidade é ao redor 1.880Ma.

Os corpos granitoides da Suíte Intrusiva Parauari (PP3 γ p) formam batólitos e *stocks* orientados segundo NW-SE, com formas irregulares, ocupando grande parte da All. São intrusivos principalmente nas rochas do Complexo Cuiú-Cuiú. A Suíte Intrusiva Parauari (PP3 γ p) reúne três fácies petrográficas, representadas pelas fácies granodiorítica, fácies granítica e fácies granítica a titanita, essa última restringindo-se a alguns *stocks* na parte centro-norte da Província Tapajós.

A fácies granodiorítica é composta por granodioritos com biotita e/ou hornblenda e, em menor proporção, por monzogranitos, além de raros tonalitos, quartzo

monzonitos, quartzo dioritos e dioritos. A textura varia de equigranular a inequigranular, de granulação média a grossa, às vezes porfírica. As rochas têm cores acinzentadas e rosadas, com variedades melanocráticas e leucocráticas. São isotrópicas, com faixas protomiloníticas e encraves microgranulares máficos. O plagioclásio zonado abunda nesses granitoides, sendo constituído de andesina a oligoclásio, ocorrendo também microclínio e quartzo. Há cristais de hornblenda, alguns com vestígios de clinopiroxênio, e de biotita com pleocroísmo esverdeado. Os minerais acessórios são os opacos, apatita, zircão. Há ainda a presença de allanita, rutilo, titanita e epidoto primário.

A fácies granítica da Suíte Intrusiva Parauari é constituída principalmente por monzogranitos e sienogranitos com biotita e hornblenda. São equigranulares e inequigranulares, com granulação média a grossa, podendo ocorrer alguns porfíricos de granulação fina, dos tipos subvulcânicos, com textura granofírica e microgranular. Podem ocorrer também alguns tipos com textura *rapakivi*. As rochas têm colorações rosadas, avermelhadas e acinzentadas claras, com natureza essencialmente leucocrática. São isótropas, localmente com orientação dos fenocristais de feldspato, devido a fluxo magmático. O feldspato alcalino dominante é o microclínio, sendo que o plagioclásio ocorre como fenocristais ou na matriz, onde é frequentemente zonado e saussuritizado. Sua composição varia de oligoclásio a albita. O quartzo, geralmente intersticial, aparece também como agregados e fenocristais. Os minerais máficos são a biotita (substituída por clorita, prehnita, epidoto e muscovita) e hornblenda, que ocorre como resquícios, substituída por actinolita, biotita e outros minerais máficos. Os minerais acessórios e secundários são os mesmos da fácies granodiorítica da Suíte Intrusiva Parauari, com zonas cataclasadas, onde ocorrem fraturas hidrotermalizadas preenchidas por quartzo, sulfetos (pirita e arsenopirita), óxidos de ferro e manganês, epidoto e clorita, com disseminação dos sulfetos nas rochas hospedeiras.

Os corpos graníticos da fácies granítica a titanita da Suíte Intrusiva Parauari são constituídos por monzogranitos com biotita e/ou hornblenda e, mais raramente, sienogranitos e granodioritos. São rochas leucocráticas isótropas, equigranulares, com granulação média a grossa e coloração rosada a avermelhada. Os cristais de quartzo costumam ser bem desenvolvidos, o feldspato alcalino (microclínio) é abundante e os minerais máficos são intergranulares. Os cristais euhédricos de plagioclásio são alterados em sericita, epidoto e prehnita e os minerais máficos ocorrem nos interstícios ou como concentrações de biotita, hornblenda e titanita. Como acessórios ocorrem titanita, allanita e rara fluorita, além de minerais opacos, zircão e apatita.

Os dados litogeoquímicos do Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (PROMIN Tapajós - CPRM, 2001) revelaram uma assinatura pós-orogênica para o magmatismo calcioalcalino da Suíte Intrusiva Parauari, com semelhanças

químicas às de granitoides de arcos continentais fanerozoicos. Várias datações U-Pb e Pb-Pb em zircões indicaram idades no intervalo entre 1.947Ma e 1.880Ma para a Suíte Intrusiva Parauari.

O Complexo Cuiú-Cuiú (PP3cc) representa o embasamento polimetamórfico da Província Tapajós, em que ocorrem rochas migmatíticas, gnáissicas e anfibolíticas, antigamente englobadas no Complexo Xingu. Ele ocupa boa parte da porção sul da AII. O Complexo Cuiú-Cuiú é constituído, sobretudo, por gnaisses ortoderivados de composição diorítica, às vezes tonalítica, aos quais se associam granitoides miloníticos, isotrópicos ou com estruturas de fluxo, além de anfibolitos, granada leucogranitos e raros migmatitos. Isoladamente ocorre sillimanita-biotita-cordierita gnaisse intercalado nos ortognaisses. Essas rochas exibem foliações do tipo S-C, estiramento de cristais de feldspato e agregados de quartzo, além de dobras intrafoliais. Os gnaisses do Complexo Cuiú-Cuiú são em geral mesocráticos, com foliação e/ou bandamento na direção N10-20E, mergulhando 60°-80° para SE, com zonas de cisalhamento dúctil dextral, na direção N35E/85SE a vertical, e cisalhamento dúctil-rúptil sinistral, na direção N30-50W/20NE a vertical.

Petrograficamente são identificados ortognaisses tonalíticos a monzograníticos, com predomínio de tipos granodioríticos, em geral porfiroblásticos, com estrutura foliada e às vezes bandada, exibindo faixas granoblásticas quartzo-feldspáticas alternadas com faixas lepidó-nematoblásticas ricas em biotita e/ou hornblenda. Os minerais acessórios são titanita, opacos, zircão, apatita, allanita e minerais de alteração, como sericita, muscovita, epidoto e clorita. Zonas miloníticas com porfiroblastos amendoados de feldspato e outras feições associam-se a faixas de cisalhamento. Subordinadamente aos gnaisses ocorrem dioritos, quartzodioritos, monzodioritos e quartzo-monzodioritos, com textura inequigranular, hipidiomórfica a nematoblástica, constituídos por plagioclásio zonado, quartzo e biotita, tendo como acessórios minerais opacos, hornblenda, titanita, apatita e zircão, além de minerais secundários, representados por clorita, epidoto (pistacita), sericita e carbonato. Os anfibolitos são formados por arranjo nemato-granoblástico de hornblenda e actinolita, além de plagioclásio, contendo finos grãos de minerais opacos e raro quartzo. Os granitoides foliados e os muscovita leucogranitos com granada são restritos e os gnaisses migmatíticos são muito raros. As condições metamórficas são de médio grau, localmente passando a condições da fácies anfibolito superior. Datações U-Pb indicam idades ao redor de 2.000Ma para gnaisses e granitoides correlacionáveis ao Complexo Cuiú-Cuiú.

No **Quadro 7.3.1.3.2.2/01** - Porcentagens em Área das Diferentes Unidades Litoestratigráficas são indicadas as percentagens das áreas ocupadas por cada uma das unidades litoestratigráficas que se encontram cartografadas no Mapa Geologia da AII.

Quadro 7.3.1.3.2.2/01 - Porcentagens em Área das Diferentes Unidades Litoestratigráficas da All.

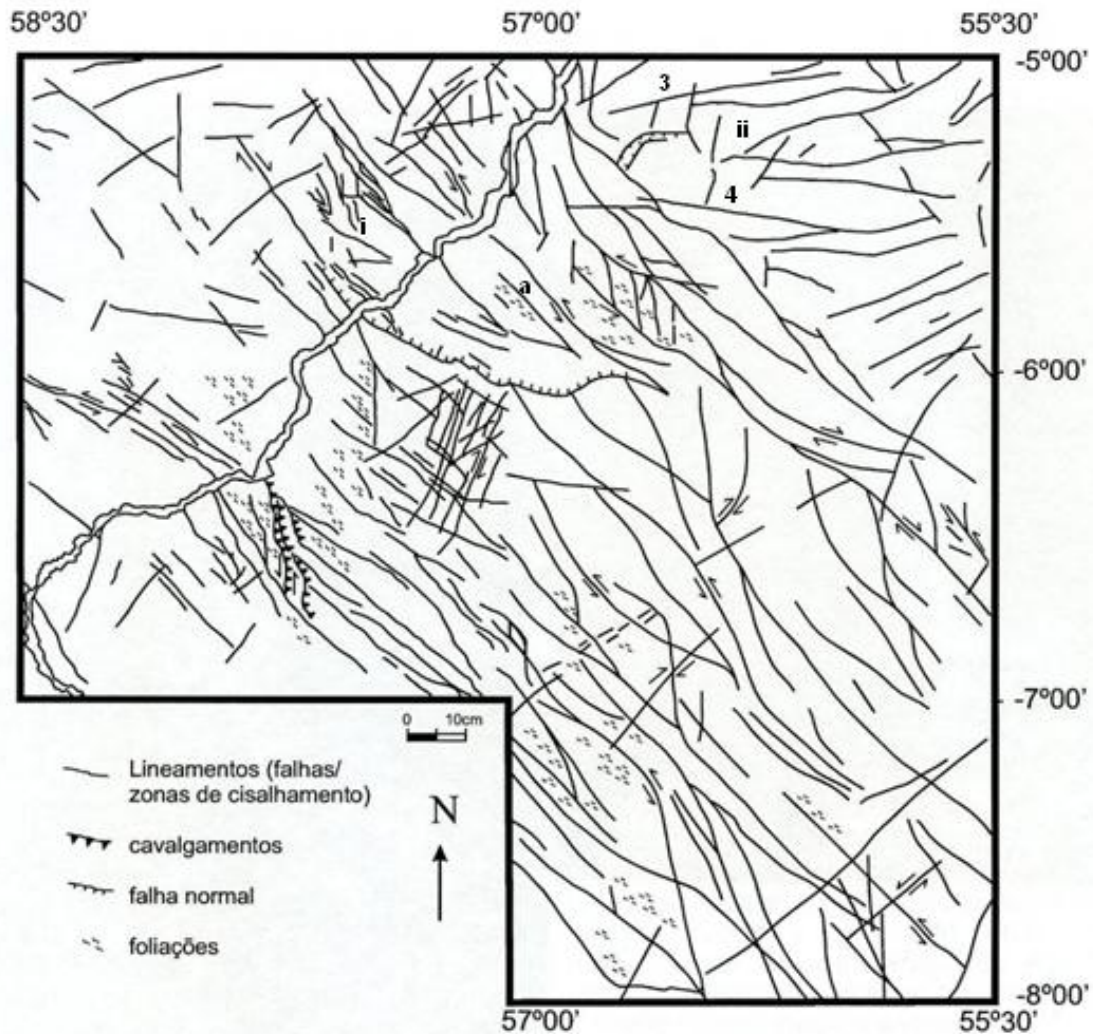
Unidades Geológicas (incluídas áreas das ilhas)	Código das Unidades Geológicas	Superfície da All Ocupada	
		Área (ha)	%
Aluviões Quaternários	(N4a)	23.037	1,52
Formação Alter do Chão	(K2E1ac)	12.891	0,85
Formação Nova Olinda	(C2no)	22.412	1,48
Formação Itaituba	(C2i)	30.067	1,98
Formação Monte Alegre	(C2ma)	9.041	0,60
Grupo Curuá Indiviso	(D3C1c)	45.097	2,97
Formação Maecuru (Membro Lontra)	(D2ml)	121.282	7,99
Suíte Intrusiva Cachoeira Seca	(MP3δcs)	296	0,02
Suíte Intrusiva Maloquinha	(PP3γml)	163.357	10,76
Anortosito Jutai	(PP3δj)	1.235	0,08
Suíte Intrusiva Ingarana	(PP3γin)	10.455	0,69
Suíte Intrusiva Parauari	(PP3γp)	733.012	48,28
Formação Salustiano	(PP3αsa)	257.461	16,96
Complexo Cuiú-Cuiú	(PP3cc)	88.330	5,82
Total da Superfície Terrestre (1)	-	1.517.973	100,00
Calha do Rio (Excluído ilhas) (2)	-	55.365	
Lagoas (3)	-	179	
Superfície Total da All (1+2+3)	-	1.573.517	

OBSERVAÇÃO: As ilhas totalizam 8.089 hectares.

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

7.3.1.3.2.3 Principais Estruturas Geológicas e Tectônicas

A região objeto do Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (PROMIN Tapajós - CPRM, 2001) envolve dois domínios geotectônicos bem individualizados. O domínio estrutural mais expressivo, tanto no que se refere à extensão como magnitude das estruturas, situa-se na parte central da Província Tapajós, ocupando faixa alongada na direção NW-SE com cerca de 300km de comprimento e largura média da ordem de 150km. É representado por megalignamentos bem identificados em imagens e produtos de sensoriamento remoto e aerogeofísicos, orientados segundo NW-SE, com inflexões para NNW-SSE. Eles formam um conjunto de lineamentos com sinuosidades variáveis ou, mesmo, retilíneos, que se entrecruzam de modo a delinear arranjos sigmoidais, formando *duplexes* localizados e padrões anastomosados (**Figura 7.3.1.3.2.3/01** - Mapa Estrutural Integrado da Área do Projeto PROMIM Tapajós).



OBSERVAÇÃO: Os números (3) e (4) correspondem aos Lineamentos E-W; a letra (a) ao Lineamento NW-SE e as letras (i) e (ii) aos Lineamentos N-S detalhados na Figura 7.3.1.3/07 – Lineamentos Interpretados.

Figura 7.3.1.3.2.3/01 - Mapa Estrutural Integrado da Área do Projeto PROMIM Tapajós (CPRM, 2001).

Esses lineamentos afetam as unidades mais antigas da província, como o Grupo Jacareacanga (já fora da AII) e o Complexo Cuiú-Cuiú, principalmente, além das Suítes Intrusivas Ingarana e Parauari, em menor escala. Aos lineamentos principais, na direção NW-SE, frequentemente associam-se lineamentos menores na direção NE-SW.

Um segundo domínio estrutural distribui-se preferencialmente na porção nordeste do Projeto PROMIN Tapajós e recebeu a denominação de Província Jamaxim. É constituído por feições lineares bem marcados em produtos de sensoriamento remoto, como nas cartas aerogeofísicas, e correspondem a lineamentos retílineos

orientados preferencialmente na direção E-W, com inflexões locais para ENE-WSW. Foi identificado um sistema secundário, na parte centro-oeste da província, com direção NNE-SSW, frequentemente associado a diques de rochas máficas e intermediárias. Existem finalmente raros lineamentos N-S a NNE-SSW localizados. Essas estruturas condicionam diferencialmente a drenagem, de acordo com sua ordem de grandeza. (**Figura 7.3.1.3.2.3/02**- Mapas Aerogamaespectrométrico e Mapa Aeromagnético da Província Tapajós).

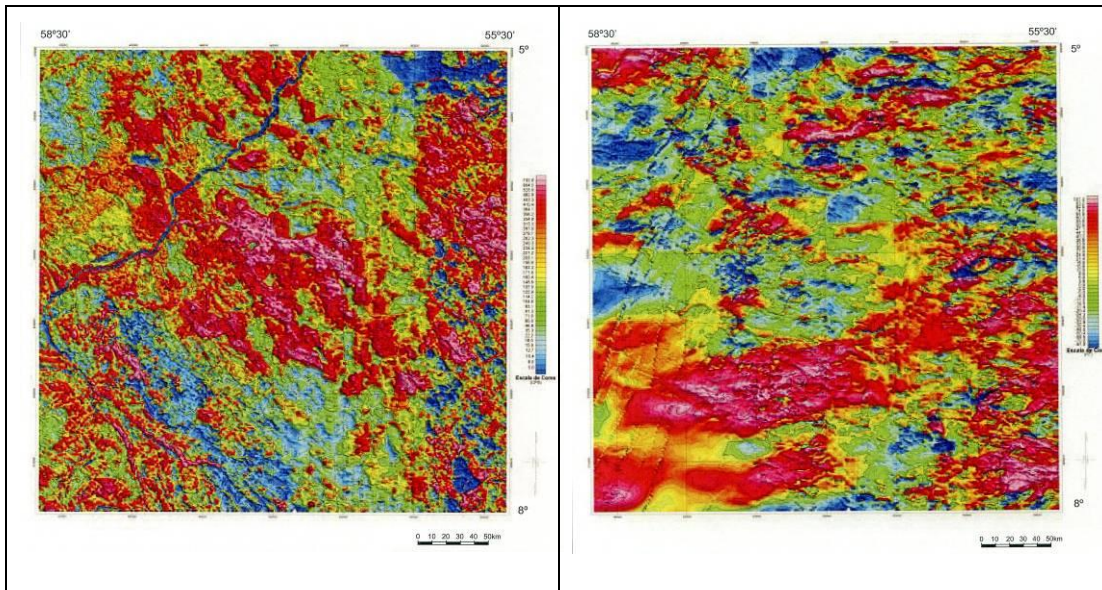


Figura 7.3.1.3.2.3/02 - Mapa Aerogamaespectrométrico de contagem total, à esquerda, mostrando a estruturação NW-SE do PROMIN Tapajós; a direita, Mapa Aeromagnético de campo total, salientando a estruturação E-W (CPRM, 2001).

Os dados de campo obtidos pela CPRM permitiram reconhecer a natureza dos lineamentos identificados nos produtos de sensoriamento remoto e aerogeofísica. Assim é que, na porção central da província, o arcabouço estrutural é ditado por zonas de cisalhamento rúptil-dúctil orientadas a NW-SE, geralmente verticais. Na região do garimpo Creporizão (fora da AII), os indicadores cinemáticos apontam para movimentação essencialmente sinistral e, apenas localmente, dextral. Em algumas áreas, os gnaisses do Complexo Cuiú-Cuiú têm foliação na direção NNE-SSW, subparalela às zonas de cisalhamento dúctil dextral, com dobras apertadas e intrafoliais. Essas estruturas são obliteradas pelas estruturas NW-SE, com cinemática sinistral.

No domínio central do Projeto PROMIN Tapajós, as unidades do Grupo Jacareacanga, situadas a sul da AII do AHE São Luiz do Tapajós, alinham-se subparalelas à megaestruturação NW-SE, com visíveis inflexões para NNW-SSE. Com frequência, a xistosidade primária NNE-SSW é transposta por megazonas nas direções NW-SE e NNW-SSE, que chegam a afetar também a Suíte Intrusiva

Parauari, ainda em regime dúctil. No domínio central da província é registrada ainda tectônica rúptil superposta, coincidente com a estruturação dúctil mais antiga, chegando a mascará-la com frequência. De modo localizado, falhas, fraturas e juntas, com direção NE-SW, são preenchidas por corpos máficos e muitas vezes relacionam-se à mineralização aurífera.

A forte estruturação NW-SE e suas subsidiárias N-S e E-W, ultrapassando os limites do domínio central, é identificada em campo sob a forma de um padrão superposto de falhas e fraturas que afetam todos os principais conjuntos rochosos, sobretudo os da Suíte Intrusiva Maloquinha e do Grupo Iriri, configurando padrões triangulares e romboedrais. Os lineamentos NW-SE controlam com frequência as unidades litoestratigráficas, como os granitoides Maloquinha e Parauari. Por outro lado, eles são interceptados ou, mesmo, associados, à transcorrências NE-SW. À tectônica rúptil associam-se estruturas menores, como juntas, fraturas, "fendas" de tensão e arranjos *pull-apart*.

Os grandes lineamentos retilíneos orientados geralmente segundo E-W da porção nordeste do Projeto PROMIN Tapajós revelaram-se no campo como falhas e fraturas, que afetam principalmente os granitoides Maloquinha e as vulcânicas da Formação Salustiano.

Os sedimentos paleozoicos da Bacia do Amazonas são afetados por sistemas de falhas nas direções N-S, NW-SE, NE-SW e, mais localizadamente, E-W. Foi individualizado no campo marcante controle neotectônico no sistema de drenagem e na sedimentação terciária e quaternária, com evidências de capturas de cursos d'água e desnivelamentos de depósitos fanerozoicos.

Na **Figura 7.3.1.3.2.3/03** – Lineamentos Interpretados são apresentados os resultados da interpretação da rede de drenagem da AII e seu entorno, elaborado considerando-se de forma integrada as informações da geomorfologia e da geologia. Da análise da referida figura verifica-se que os quatro sistemas de lineamentos (fraturas e falhas) consolidados a partir dos dados regionais da CPRM (2001), NW-SE, NE-SW, N-S e E-W foram reconhecidos.

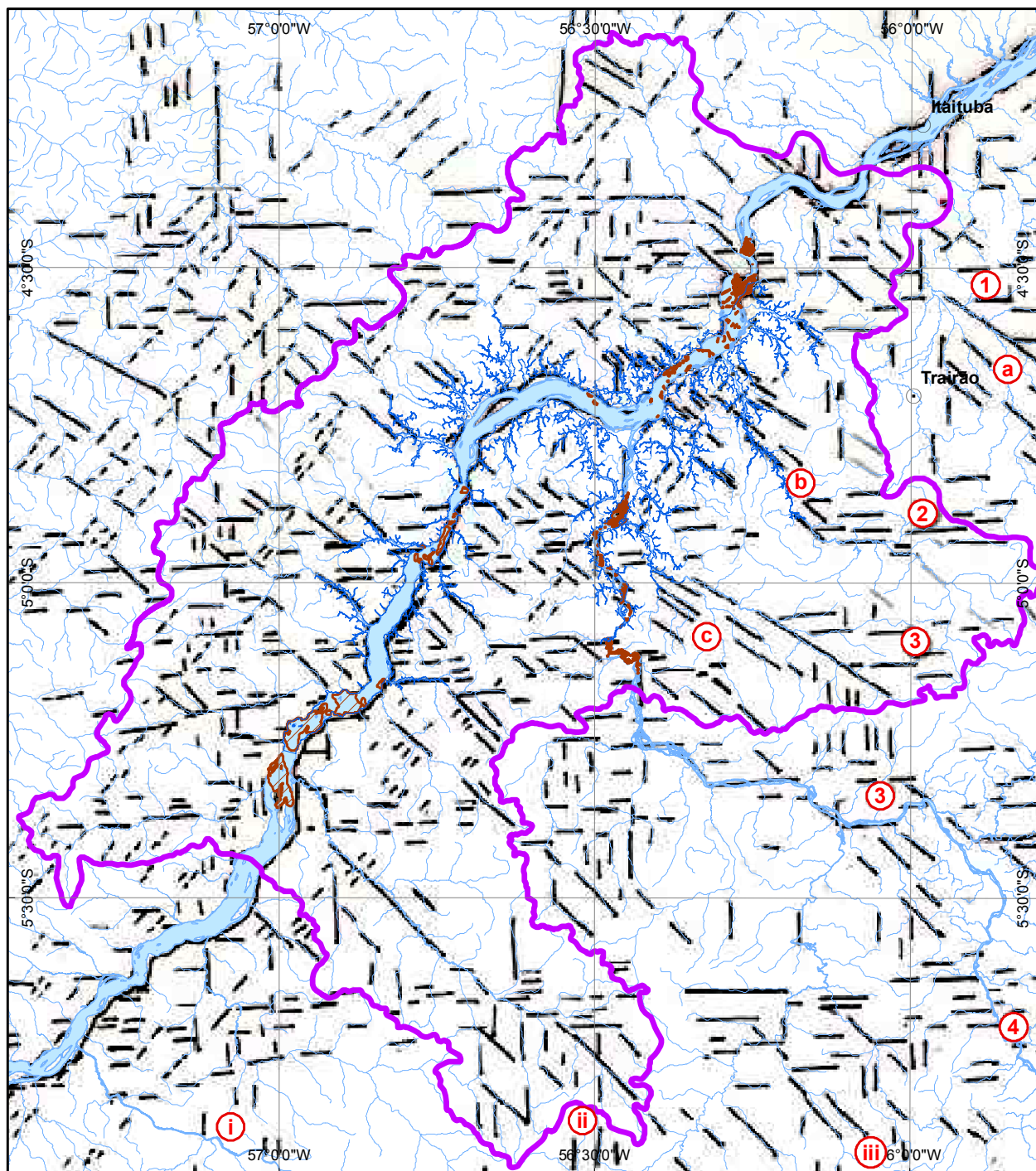
O sistema NW-SE, que representa segundo a CPRM (*op. cit*) a estruturação regional da região, encontra-se representado pelos lineamentos (a), (b) e (c). No mapa geológico da AII, que teve por referência as informações da CPRM (VASQUEZ *et al.* 2008), essas estruturas encontram-se bem marcadas na porção sul da AII acompanhando principalmente as drenagens do rio Ratão (ou do Rato) e igarapé Butica.

O sistema NE-SW tem sua maior representatividade ao longo do rio Tapajós, condicionando de forma regional sua calha à direção NE-SW.

A direção E-W foi reconhecida através de quatro feixes de lineamentos indicados pelos números (1), (2), (3) e (4). Esses lineamentos, segundo a CPRM (2001), representam o principal sistema estrutural da chamada Província Jamanxim. No Mapa Geologia da All tem maior representatividade na porção sul junto ao médio curso do rio do Rato.

Finalmente, o sistema N-S, não menos importante, foi identificado formando três sistemas individualizados ao longo da All e identificados pelas letras (i), (ii) e (iii).

Considerações mais detalhadas sobre os lineamentos da **Figura 7.3.1.3.2.3/03** encontram-se sintetizadas no item **7.3.1.9.3.1.3** – Condicionantes Litoestruturais e no item **7.3.1.9.3.3** – Aspecto da Evolução Morfogenética e Condicionantes Morfotectônicos, do tema Geomorfologia da All, onde além da correlação com o substrato geológico é realizada também a correlação com os tipos de relevo e, conseqüentemente, os aspectos morfogenético e morfotectônico da região.



Fonte: CNEC WorleyParsons, 2013.

Legenda: Faixas de Lineamentos E-W (1), (2), (3) e (4); Faixas de Lineamentos NW-SE (a), (b) e (c); Faixas de Lineamentos N-S (i), (ii) e (iii); Faixa de Lineamento NE-SW

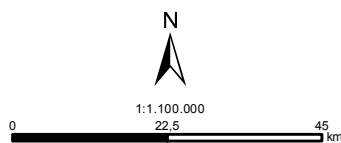


Figura 7.3.1.3.2.3/03 - Lineamentos Interpretados na Ail

7.3.1.4 Recursos Minerais

7.3.1.4.1 Histórico da Exploração Mineral na Região

As atividades de exploração mineral estão historicamente ligadas na bacia do rio Tapajós. O ouro, comprovadamente a mais importante substância mineral da região, tem sua história contada, na região do Tapajós, desde a primeira metade do século XVIII. No século XIX são citados “fiscadores” como o Antonio Peixoto que fez escavações na margem do rio Tapajós e seus afluentes.

Bibliografias datadas de 1933 apresentam resultados geológicos de uma viagem exploratória no rio das Tropas (afluente do rio Tapajós) e região de Monte Alegre realizada por Friedrich Katzer, de setembro a novembro de 1892, publicada em Boletim do Museu Paraense de História Natural e Etnografia em 1901. Em 1958, em pequeno afluente do rio das Tropas, conhecido como Grota Rica, Raimundo Ferreira descobriu a primeira ocorrência de ouro, de importância significativa, tendo descoberto também outras ocorrências no igarapé Cuiú-Cuiú.

Na década de 60 inúmeras ocorrências foram descobertas, em rios como o Tapajós, Crepori, Jamanxim e pistas de pouso começaram a serem abertas, sendo a Pista do Sudário, no Marupá, considerada a primeira pista aberta para pouso no Garimpo, em 1962. Na fase inicial do garimpo, final dos anos 50 até o final dos anos 60, esta atividade, que era preferencialmente manual, contava com 70% da mão de obra oriunda dos seringais e o restante da área urbana, principalmente Santarém. Já na década de 70, com início da construção de rodovias como a Transamazônica e a Cuiabá-Santarém, houve um incremento na produção com mão de obra nordestina e facilitação na logística dos garimpos. Nesse período, as empresas de mineração iniciaram suas atividades na região. Com aumento da concentração de garimpeiros, e conseqüente aumento na produção de ouro, houve a necessidade de serem criadas entidades de classe, como Fundação de Assistência ao Garimpeiro - FAG e se firmar convênio com o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, em 1972. Em 1977, o DNPM criou o Projeto Estudos dos Garimpos Brasileiros, para resolver problemas entre os titulares de alvarás e garimpeiros. A partir de 1978 iniciou-se a mecanização no garimpo, ocasionada pela maior cotação do ouro, exaustão das reservas nas pequenas drenagens e necessidade de trabalho em sedimentos ativos nas drenagens maiores.

Em 1983, o Projeto Garimpo começou atuar na região do Tapajós, com apoio da Prefeitura de Itaituba e frentes avançadas de serviços nos garimpos de Cuiú-Cuiú e Marupá. Em 1984 houve alteração do nome para Projeto Ouro e, em 1986, para Projeto Ouro e Gemas. Em 1990, as atividades deste projeto eram de

cadastro dos garimpos e garimpeiros, orientação e implantação do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira e desenvolvimento de tecnologia para lavra e tratamento de ouro. Na região do Tapajós foram cadastrados 8.867 garimpeiros em 18 garimpos. A partir de 1991, o Projeto mudou para atividades de fiscalização (CNPQ/CETEM, 1994).

Outros programas desenvolvidos foram o Controle da Atividade Garimpeira na Região do Tapajós (CAMGA/TAPAJÓS), executado pela SEICOM - Secretaria de Estado da Indústria e Comércio, com finalidade de providenciar mudanças no atual modelo de garimpagem; e o Programa “CUIDE DO SEU TESOIRO”, realizado pela UNIDO - *United Nations Industrial Development Organization*, em 2006, com a colaboração do IBRAD - Instituto Brasileiro de Administração para o Desenvolvimento, SEMA-Secretaria do Estado de Meio Ambiente e SEMMA - Secretaria Municipal de Mineração e Meio Ambiente, de Itaituba, que trabalhou a conscientização ambiental dos garimpeiros (IPEA, 2010).

Desde então, o ouro vem sendo extraído dos aluviões através de garimpagem manual, ou por lavra com diferentes graus de mecanização. Essa atividade, ao lado da extração vegetal é uma das principais fontes de renda de parte da população local, e o virtual esgotamento das reservas aluvionares nas áreas tradicionalmente garimpadas teve como consequência a atração e desenvolvimento de trabalhos de pesquisa mineral mais complexos, bem como de estudos específicos no âmbito dos diversos municípios que envolvem essa região.

7.3.1.4.2 Aspectos Gerais, Dados Utilizados e Metodologia

Em função da necessidade de se avaliar a relação do empreendimento hidrelétrico em questão com as atividades minerárias executou-se um levantamento diagnóstico dos bens minerais nas áreas de influência, suas características, formas de ocorrências e de exploração.

Para o levantamento dos recursos minerais e suas potencialidades na Área de Influência Indireta (AII) buscaram-se informações em instituições de pesquisa, órgãos governamentais e nas universidades, cuja compilação dessas informações ocorreu de forma integrada à interpretação preliminar de imagens de satélite e ao reconhecimento de campo. O reconhecimento de campo contemplou visitas e reuniões técnicas em instituições locais e áreas de maior relevância regional, onde as informações coletadas foram posteriormente confrontadas com aquelas previamente levantadas.

7.3.1.4.2.1 Dados Utilizados

Foram consultadas diversas referências que tratam da questão mineral na região, principalmente trabalhos específicos desenvolvidos pelo DNPM, CPRM e IPEA com destaques para o Projeto RADAM (DNPM, 1975); Cadastro Mineiro e SIGMINE (sítio eletrônico do DNPM) e IPEA/PRONAFOR - Ministério das Minas e Energia, 2010.

Para a caracterização do diagnóstico mineral foi fundamental a utilização dos Mapas Geológicos e Metalogenéticos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) - Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará 1:1.000.000 (CPRM, 2008) e Projeto PROMIN Tapajós 1:500.000 (CPRM, 2001), de forma a correlacionar as concentrações minerais identificadas pela CPRM, com a relação de processos minerais ativos da base de dados do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (Cadastro Mineiro e SIGMINE), levantados em 14 de janeiro/2013. A esses dados foram incorporadas as verificações de campo, visitas às instituições locais, bem como a interpretação das imagens de satélite atualizadas da região.

7.3.1.4.2.2 Metodologia

Foram executados trabalhos iniciais em escritório, como pesquisa bibliográfica, interpretação de imagens, elaboração e preparação de plantas e mapas, agendamentos de visitas a órgãos públicos e privados e preparação da logística para elaboração da campanha de campo.

Após a etapa inicial, desenvolvida no escritório, foi executada a fase dos trabalhos em campo, através de visitas técnicas nos dias 22/10/12 e 23/10/12, ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM na Superintendência do Pará e ao Serviço Geológico do Brasil-CPRM na Superintendência de Belém/PA, bem como ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, Escritório Regional do DNPM e Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA em Itaituba/PA. Através dessas visitas foi possível checar os dados anteriormente levantados na compilação bibliográfica, agregar informações adicionais no auxílio da campanha de campo, esclarecer questões sobre a tipologia dos jazimentos e sua importância socioeconômica na região estudada.

A coleta de informações em campo foi realizada entre os dias 24/10/12 e 30/10/12, percorrendo-se as principais vias de acesso que cruzam a área de estudo (BR-163 e BR-230), bem como trechos do rio Tapajós e principais afluentes (Ratão e Jamanxim).

Os trabalhos foram executados utilizando como bases de apoio a sede da cidade de Itaituba, Localidade de Machado e barco dormitório ancorado no rio Tapajós,

nas proximidades da foz do rio Jamanxim. Os equipamentos comumente utilizados foram: veículo 4x4, voadeira com motor 40 HP, GPS de navegação (Garmin), bússola Brunton, máquina fotográfica digital, computador portátil Toshiba, caderneta de campo, martelo geológico, escalímetro, lupa de mão, ácido HCl, mapas e EPI's.

Durante a fase de campo foram registrados 137 pontos de controle de campo (**Anexo Geral 7.3.1.4/01 – Relação dos Pontos de Campo – Dados Primários; Volume 4 – Anexos Gerais**), de forma sequencial, com a indicação das coordenadas UTM, localização, fotografias e o tipo de exploração/equipamento, indicado quando for o caso. Para os pontos indicativos dos jazimentos minerais levantados pela CPRM (pontos 01 a 40) foi elaborado um quadro síntese, ao qual foram incorporados os pontos levantados em campo, identificados com a sigla TAP, que se encontram no **Anexo Geral 7.3.1.4/02 – Cadastro de Jazimentos Minerais (Volume 4 – Anexos Gerais)**. Alguns desses jazimentos representam áreas de empresas de mineração, ativas ou desativadas, extração de substâncias minerais por particulares e, na sua maioria, garimpos de ouro e diamante. Informações complementares, a respeito das atividades minerárias foram obtidas com mineradores da região. Após a etapa de campo foi realizada uma etapa complementar de trabalho em escritório, com interpretação dos dados coletados em campo, integração com as outras equipes do projeto, revisão da pesquisa bibliográfica, confecção de novos mapas e elaboração de textos, para compor o capítulo “Recursos Minerais” deste diagnóstico.

Os dados obtidos relativos às concentrações minerais identificadas foram tratados em ambiente SIG, por meio do programa computacional ArcGIS 9.3, compilando simultaneamente os dados relativos as informações pré-existentes na literatura, especialmente dos mapas da CPRM (2001 e 2008), complementados pelos pontos identificados diretamente em campo e em dados das fornecidos pela Prefeitura de Itaituba, Associação de Mineradores de Ouro do Tapajós - AMOT e identificados em imagens de satélite Landsat e RapidEye (2011). Alguns pontos de campo foram coincidentes com os pontos levantados em escritório, sendo visitados a título de checagem da situação atual da atividade mineral no local.

As concentrações minerais levantadas foram classificadas de acordo com o grau de conhecimento já existente sobre a mesma e a essa classificação denominou-se “Status das Concentrações Minerais”, sendo que os diferentes “status” serão definidos no **subitem 7.3.1.4.2.3 - Conceitos e Definições**. Os dados disponíveis no sítio eletrônico do DNPM (SIGMINE e Cadastro Mineiro) foram então atualizados e compilados no mesmo ambiente SIG para espacialização destas informações relativas aos aspectos legais das atividades minerárias presentes na área. Os dois aspectos foram considerados em conjunto com o respectivo mapa

geológico e, a partir da análise simultânea destas informações, foi realizada uma avaliação sobre a potencialidade mineral da região.

Assim, no estudo de potencialidade mineral, a análise conjunta das informações permitiu o traçado de envoltórias que correspondem à delimitação de áreas com maior ou menor potencial mineral para cada substância considerada. A partir dos mapas específicos elaborados, as informações são apresentadas em quadros que sistematizam os dados de forma a permitir a consulta rápida das mesmas para a área estudada.

7.3.1.4.2.3 Conceitos e Definições

As terminologias utilizadas estão abaixo definidas para uma maior compreensão e avaliação dos resultados apresentados, bem como para melhor entendimento das classificações adotadas, sendo as mesmas baseadas nos glossários e manuais técnicos de geologia usualmente utilizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

- **“Status” das Concentrações Minerais**

As concentrações minerais levantadas através de dados secundários e primários foram descritas de forma a permitir a sua classificação de acordo com seu Status, com base em classificação usualmente adotada pela CPRM (CPRM, 2001) e pelo Ministério de Minas e Energia - Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 1985 e 2002), adaptada para o presente estudo, de forma a manter a homogeneidade de tratamento dos dados. O conceito de status ou de uma mineralização é relativo e dinâmico, na medida em que novas informações são incorporadas, necessitando-se do uso de uma terminologia apropriada que reflita sua caracterização. Desse modo foram consideradas as seguintes terminologias:

- ✓ **Indício Mineral:** Presença pontual de um determinado mineral ou rocha, ou mesmo um indicativo da presença destes (minerais satélites), que desperte o interesse exploratório, principalmente, quando situado em um contexto geológico favorável;
- ✓ **Ocorrência Mineral:** Caracterizada por um certo volume dessas substâncias minerais, aumentando o interesse, em relação ao “Indício”, não se enquadrando, nesta classe, os minerais satélites;
- ✓ **Depósito Mineral:** Concentração natural de qualquer substância útil, que apresente atributos geológicos de potencial interesse econômico. Tais atributos incluem morfologia, teor, composição mineralógica, estrutura e textura etc (DNPM, 2002).

- ✓ **Jazida Mineral:** “qualquer massa individualizada de substância mineral ou fósil, de valor econômico, aflorando à superfície ou existente no interior da terra” (DNPM, 1985);
- ✓ **Mina:** Jazida Mineral sendo lavrada ou que já foi lavrada e no momento encontra-se desativada, podendo ser por suspensão temporária ou definitiva (exaurida);
- ✓ **Garimpo:** Lavra manual ou mecanizada, na maioria das vezes, sem pesquisa, estudos de viabilidade e planejamento de lavra, podendo ocorrer em sedimentos ativos dos leitos dos cursos d’água, aluviões, terraços e até mesmo em rocha “dura” (primária).

De modo complementar, os seguintes conceitos podem ainda ser definidos para considerações de grandes áreas concentradoras de bens minerais:

- ✓ **Distrito Mineiro:** Uma determinada região com vocação mineral e metalogenética, reunindo jazimentos minerais e uma concentração de títulos minerários, tais como: Decretos/Portaria de Lavra, Licenciamentos, Permissão de Lavra Garimpeira e Relatórios Finais de Pesquisa Aprovados;
- ✓ **Faixa Metalogenética:** Pode conter um ou mais distritos mineiros, apresenta-se, normalmente, em formato alongado;
- ✓ **Província Metalogenética:** “Vasta área de uma plataforma ou de região dobrada da crosta terrestre que apresenta um desenvolvimento tectonomagmático específico e uma associação metalogenética característica. Embora complexa, uma província metalogenética apresenta associações de mineralizações sempre relacionadas ao ciclo tectonomagmático” (Glossário de Termos Geológicos – MINEROPAR - site eletrônico: www.mineropar.pr.gov.br).

O termo Província foi adotado na região de Tapajós pela CPRM (PROMIN, 2001), utilizando-se as denominações de Província Mineral do Tapajós ou Província Aurífera do Tapajós, cujos limites encontram-se especializados no **Mapa 7.3.1.4/01 Jazimentos Minerais (Volume 3 - Mapas)**.

- **“Status” da Situação Legal das Atividades Minerárias**

Segundo o Código de Mineração, Decreto Lei Federal nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, alterado pelo Decreto Lei nº 318, de 14 de março de 1967, adaptado neste estudo para uniformização e padronização de informações, os regimes de exploração e aproveitamento dos recursos minerais abertos à livre iniciativa e suas respectivas fases são as seguintes:

Regimes de Exploração Mineral

- ✓ **Regime de Autorização:** Refere-se à fase de pesquisa mineral e precede ao Regime de Concessão. Inicia-se com o Requerimento de Autorização de Pesquisa - documento emitido pelo interessado, para obter o Alvará de Autorização de Pesquisa Mineral, junto ao DNPM e encerra-se com a Aprovação do Relatório Final de Pesquisa.
- ✓ **Regime de Concessão:** É pertinente à fase de lavra ou do aproveitamento industrial de jazida considerada técnica e economicamente explotável. Inicia-se com o Requerimento de Lavra - emitido pelo interessado, após aprovação do Relatório Final de Pesquisa Mineral, para obter o título de Concessão de Lavra, na forma de Portaria do Ministro de Minas e Energia;
- ✓ **Regime de Permissão de Lavra Garimpeira:** Regula o aproveitamento imediato de jazida de minerais garimpáveis independente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios fixados pelo governo federal.
- ✓ **Regime de Licenciamento:** Regula o aproveitamento de substâncias minerais, in natura, de emprego imediato na construção civil, e outras especificações na lei, independente de prévios trabalhos de pesquisa. Depende da obtenção, pelo interessado, de licença específica, expedida pela autoridade administrativa local, no município de localização da jazida, e sua efetivação no DNPM. É facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa a autorização, salvo se a jazida situa-se em imóveis pertencentes a pessoa jurídica de direito público
- ✓ **Regime de Extração:** Contempla a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, definidas na Portaria MME nº 23/200, por órgãos da administração direta e autárquica da União Federal e dos Municípios, para uso exclusivo em obras públicas por eles executados diretamente, segundo critérios fixados pelo Governo Federal.
- ✓ **Disponibilidade:** É facultado ao DNPM, através da Portaria nº 12, de 16 de janeiro de 1997, dispor áreas desoneradas de requerimentos prioritários ou de titulação de direitos minerários, em decorrência de publicação de despacho no Diário Oficial, ficando em disponibilidade pelo prazo subsequente de 60 dias, contados da publicação no Diário Oficial da União. Ficando, neste período, a disposição de interessados a nova titulação.

Fases dos Processos dos Direitos Minerários Junto ao DNPM

No **Quadro 7.3.1.4.2.3/01** encontram-se sintetizadas as diversas Fases dos Processos dos Direitos Minerários Junto ao DNPM e respectivos Regimes de Exploração, segundo o Código de Mineração, vigente no país.

Quadro 7.3.1.4.2.3/01 - Regimes e Fases de Exploração de Solicitação Mineral.

REGIMES	FASES	SIGLAS
Autorização	Requerimento de Autorização de Pesquisa	RAP
	Alvará de Autorização de Pesquisa	AAP
	Aprovação do Relatório Final de Pesquisa	ARP
Concessão	Requerimento de Lavra	RDL
	Concessão de Lavra	CDL
Permissão de Lavra Garimpeira	Requerimento de Lavra Garimpeira	RLG
	Permissão de Lavra Garimpeira	PLG
Licenciamento	Requerimento de Registro de Licenciamento	RRL
	Registro de Licenciamento	RLI
Extração	Requerimento de Registro de Extração	RRE
	Registro de Extração	RDE

OBSERVAÇÃO: Disponibilidade (DIS): Não se trata de regime, nem fase, é uma situação especial em que o DNPM dispõe áreas desoneradas de requerimentos prioritários ou de titulação de direitos minerários, nas fases de pesquisa ou lavra. Pode entrar no quadro como fase dos regimes de Autorização e Concessão com a mesma sigla (DIS).

FONTE: DNPM, 2013.

• **Potencialidade Mineral**

As áreas de potencialidade mineral foram definidas como base no “Status das Concentrações Minerais”, “Status da Situação Legal”, levantamento por imageamento de satélite das áreas alteradas de garimpos (áreas degradadas sem cobertura vegetal, com revolvimento de solo e alteração dos cursos de drenagem) e respectivo contexto geológico e/ou geotectônico regional, sendo adotada a seguinte classificação de potencialidade:

- ✓ **Potencialidade Baixa:** Áreas de rochas hospedeiras e/ou estruturas favoráveis, com raros registros diretos ou indiretos de mineralizações, situadas no entorno de áreas com potencialidade média, demandando estudos básicos complementares para sua comprovação;
- ✓ **Potencialidade Média:** Áreas de rochas hospedeiras e/ou estruturas favoráveis, com ocorrências, indícios e/ou depósitos minerais, envolvendo áreas de potencialidade alta, contendo eventualmente

processos minerários em fase de Requerimento de Lavra Garimpeira ou Requerimento de Licenciamento Mineral;

- ✓ **Potencialidade Alta:** Áreas de rochas hospedeiras e/ou estruturas favoráveis com jazidas, minas e/ou garimpos, bem como áreas alteradas pelas atividades garimpeiras, contendo processos minerários em fase de Lavra Garimpeira e/ou Concessão de Lavra.

• Terminologia Utilizada nos Garimpos

Através de informações coletadas na Área de Influência Indireta do AHE São Luiz do Tapajós durante os trabalhos de campo, nos locais com predomínio das atividades de garimpo, identificaram-se várias denominações locais dos tipos de extração garimpeira. Embora se trate de uma classificação de natureza informal, essas denominações têm seu conceito bastante difundido entre toda a comunidade ligada aos trabalhos de garimpos, tanto no leito dos rios e igarapés, como no chamado baixão (aluviões) ou garimpo de veio, este último, não reconhecido durante os trabalhos de campo na região:

- ✓ **Garimpo de Dragas:** Esse tipo de garimpo ocorre com duas variações de draga: Escarilança (**Foto 7.3.1.4.2.3/01**) e Escariante (**Foto 7.3.1.4.2.3/02**), diferindo no movimento da tubulação (lança), tendo a primeira um movimento apenas vertical, e a segunda também com movimento horizontal (lateral). São equipamentos de grande porte e custo alto de operação, chegando a consumir 30.000 litros de óleo diesel/mês. Trabalham no leito do rio, principalmente o Tapajós, sugando sedimentos ativos, utilizando tubulações de aço com 25,00m de comprimento, ou mais, e na extremidade da mesma são acopladas peças rotativas - escarificantes (“abacaxi”), que desagrega o cascalho.
- ✓ **Garimpo de Balsas:** Esse tipo de balsa também ocorre com duas variedades: Escarifusca (**Foto 7.3.1.4.2.3/03**) e de Mangueira ou com Mergulhador (**Foto 7.3.1.4.2.3/04**). A “escarifusca é uma pequena draga com movimento vertical da tubulação de aço e “abacaxi” fixo, atinge em média 8,00 metros de profundidade, portanto trabalha em rios e igarapés menores, normalmente próximo as margens. As balsas com mergulhador, apesar de serem equipamentos de pequeno porte, conseguem trabalhar em maiores profundidades, em razão de contarem com auxílio do mergulhador, utilizam mangueiras (mangotes) e compressor e podem atingir até 20,00 metros de profundidade.

- ✓ **Garimpo de Baixão:** Esse tipo de garimpo também conta com variações e se diferencia pelo uso ou não de escavadeiras hidráulicas de esteiras tipo “PC” (**Foto 7.3.1.4.2.3/05**), para o “debreio” (preparação da área de lavra com retirada do capeamento estéril) do local. O garimpo de baixão é realizado a seco, nos aluviões fora do leito dos rios e igarapés. Esse tipo de garimpo normalmente é baseado nos resultados de pesquisas realizadas pelos próprios garimpeiros, através de tradagem e amostrador de cascalho, para definição do local alvo para lavra. Depois se faz o debreio (com PC ou bico-jato), iniciando então a extração do cascalho, que é desagregado com bico-jato (desmonte hidráulico), sugado e transportado até as caixas de concentração, por conjuntos de motobombas.
- ✓ **Garimpo de Veio:** Esse tipo de garimpo é realizado onde a substância garimpada ocorre em veios, material extraído com auxílio de explosivos, abertura de chaminés e galerias, até 60 metros de profundidade. O material (rocha mineralizada) é transportado para superfície, britado, moído e concentrado (processo de separação). Esse tipo de garimpo não foi constatado durante os levantamentos de campo, pois, segundo informações dos próprios garimpeiros, encontra-se fora da AII do AHE São Luiz do Tapajós, a montante do rio Rato ou Ratão.



Foto 7.3.1.4.2.3/01 - Detalhe da lança com o “abacaxi” na extremidade, de uma Draga “Escarilhança”, trabalhando próximo à margem direita, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/518362/9436536).



Foto 7.3.1.4.2.3/02 – Parte frontal de uma Draga “Escariante” (Draga Tubarão), instalada entre a localidade de Machado e a Boca do Rato, rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/521622/9415088).



Foto 7.3.1.4.2.3/03 – Vista geral de uma Balsa “Escarifusca”, no rio Ratão (SIRGAS 2000/21M/514184/9396954).



Foto 7.3.1.4.2.3/04 – Detalhe de um garimpeiro mergulhador, retirando seu equipamento “precário” de mergulho, próximo à margem esquerda, no leito do rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/528698/9456829).



Foto 7.3.1.4.2.3/05 – Escavadeira hidráulica de esteiras, conhecida no garimpo como “PC”, auxiliando na mudança da “bica” ou caixa concentradora, escavação ao lado efetuada com a escavadeira, em aluviões do rio Ratão (SIRGAS 2000/21M/514296/9396930).

7.3.1.4.3 Jazimentos Minerais

Na All foram consolidados 137 locais com concentrações minerais, sendo, 82 pontos compilados das informações bibliográficas (CPRM, 2001 e 2008) e 53 pontos levantados em trabalhos de campo.

Esses pontos foram cartografados e classificados segundo o “Status da Concentração Mineral” e importância econômica, conforme critérios especificados no **item 7.3.1.4.1.4 Terminologia e Classificações**, bem como apresentada a respectiva sigla equivalente a(s) substância(s) de interesse detectada(s). Foram também consideradas os possíveis locais das fontes de matérias-primas para a própria obra do Aproveitamento Hidrelétrico, como material pétreo e areia.

Os detalhes da totalidade dos dados levantados encontram-se em planilha anexa (**Anexo Geral 7.3.1.4/02 – Cadastro de Jazimentos Minerais**) (**Volume 4 – Anexos Gerais**) e espacializados no Mapa 7.3.1.4/01 Jazimentos Minerais (Volume 3 – Mapas) na escala 1:250.000.

Nos **Quadros 7.3.1.4.3/01, 7.3.1.4.3/02 e 7.3.1.4.3/03**, a seguir, são apresentadas as sínteses das informações coletadas considerando-se os dados compilados da CPRM (82 jazimentos), os dados primários levantados durante os trabalhos de campo (55 jazimentos) e a consolidação das informações da CPRM e dos dados coletados em campo (137 jazimentos).

Uma análise quanto ao “Status das Concentrações Minerais” (tipos de jazimentos) mostra que aproximadamente 60% das concentrações minerais encontram-se na fase de exploração (garimpo ativo e mina ativa), sendo os 40% restantes considerados apenas como ocorrências minerais.

Quadro 7.3.1.4.3/01 – Jazimentos Minerais Compilados da CPRM - Dados Secundários.

STATUS	QUANTIDADE	SUBSTÂNCIA
Garimpo Ativo	39	Ouro
Ocorrência	21	Ouro
Ocorrência	5	Estanho
Ocorrência	5	Turmalina
Ocorrência	5	Topázio
Ocorrência	4	Cromo
Ocorrência	1	Diamante
Ocorrência	1	Ametista
Ocorrência	1	Calcário
TOTAL	82	

FONTE: CPRM, 2001 e 2008.

Quadro 7.3.1.4.3/02 – Jazimentos Minerais Levantados em Campo (2012) - Dados Primários.

STATUS	QUANTIDADE	SUBSTÂNCIA
Garimpo Ativo	36	Ouro
Garimpo Ativo	5	Diamante / Ouro
Garimpo Desativado	1	Ouro
Ocorrência	8	Granito
Ocorrência	2	Areia
Mina Ativa	2	Argila
Mina Ativa	1	Calcário
TOTAL	55	

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Quadro 7.3.1.4.3/03 - Status das Concentrações Minerais (Jazimentos) da All do AHE São Luiz do Tapajós.

STATUS	QUANTIDADE	%	SUBSTÂNCIA
Garimpo Ativo	75	55,6	Ouro
Garimpo Ativo	5	3,7	Diamante / Ouro
Garimpo Desativado	1	0,7	Ouro
Mina Ativa	3	0,7	Argila/Calcário
Ocorrência	21	15,6	Ouro
Ocorrência	8	5,9	Granito
Ocorrência	5	3,7	Estanho
Ocorrência	5	3,7	Turmalina
Ocorrência	5	3,7	Topázio
Ocorrência	4	3,0	Cromo
Ocorrência	2	1,5	Areia
Ocorrência	1	0,7	Diamante
Ocorrência	1	0,7	Ametista
Ocorrência	1	0,7	Calcário
TOTAL	137	100	

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

O **Quadro 7.3.1.4.3/04** apresenta os totais dos pontos levantados onde foram destacadas as diferentes substâncias, elencadas de acordo com a quantidade observada e seu respectivo status. Cerca de 75% das concentrações minerais encontradas são para ouro, considerando também sua associação com o diamante. A maioria está concentrada nos leitos e aluviões dos rios Tapajós, Jamanxim e Ratão, igarapés Butica, Farmácia e seus afluentes (**Foto 7.3.1.4.3/01**). É evidente a predominância da atividade garimpeira e da substância ouro sobre as demais atividades e substâncias minerais na Área de Influência Indireta.

Avaliando-se o Mapa 7.3.1.4/01 Jazimentos Minerais da All (Volume 3 - Mapas) constata-se que a maior concentração dos jazimentos levantados encontra-se inserida na Província Mineral do Tapajós (PMT), uma área de atividade garimpeira historicamente importante, onde são desenvolvidos vários projetos especiais com apoio dos órgãos governamentais.

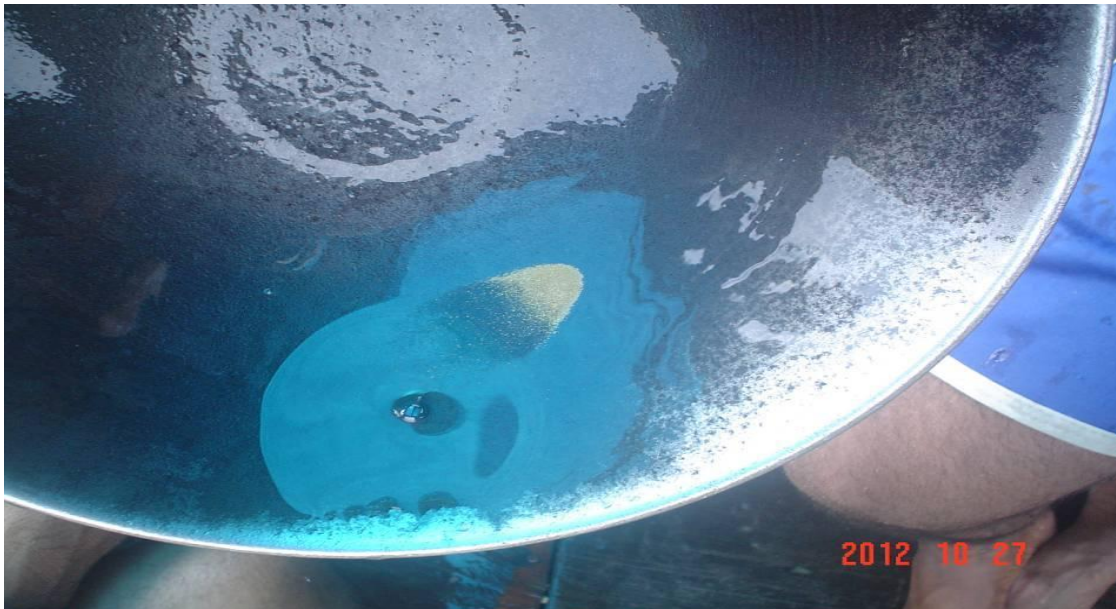


Foto 7.3.1.4.3/01 – Detalhe do ouro na cuia, durante a “despescagem”, em uma balsa no rio Tapajós (SIRGAS 2000/21M/528698/9456829).

Outro fato relevante é que as concentrações minerais ocorrem nas proximidades dos cursos d’água, tanto nos de primeira ordem (Tapajós), quanto nos igarapés de pequeno porte. Isto demonstra que a extração de substâncias minerais pelo garimpo, principalmente o ouro, estão predominantemente em aluviões, terraços, sedimentos ativos e colúvios próximos às drenagens, ficando em segundo plano as extrações realizadas em veios, tanto em rocha sã, quanto no manto de intemperismo. Essas duas últimas formas de ocorrência não foram constatadas durante a realização dos trabalhos de campo e ocorrem possivelmente em locais fora All do AHE São Luiz do Tapajós.

As duas regiões de maior concentração da atividade garimpeira, identificadas durante a realização dos trabalhos de campo (outubro/2012), estão detalhadas no Mapa 7.3.1.4/01 Jazimentos Minerais da All (Volume 3 - Mapas) - Detalhe A (rio Tapajós) e Detalhe B (rio Rato ou Ratão). Com relação a maior concentração da exploração de ouro por dragas no trecho do rio Tapajós, entre os igarapés Urubutu e São João (Detalhe A), verificada durante os trabalhos de campo, essa concentração pode representar apenas uma situação momentânea, uma vez que,

essas dragas se movimentam de forma aleatória ao longo de todo trecho da calha do rio Tapajós, no âmbito da All.

Quadro 7.3.1.4.3/04 - Tipos de Substâncias Minerais.

SUBSTÂNCIA	QUANTIDADE	%	Status
Ouro	97	71,9	Garimpo/ Ocorrência
Diamante/Ouro	6	4,4	Garimpo/ Ocorrência
Argila	2	0,7	Mina
Granito	8	5,9	Ocorrência
Estanho	5	3,7	Ocorrência
Turmalina	5	3,7	Ocorrência
Topázio	5	3,7	Ocorrência
Cromo	4	3,0	Ocorrência
Areia	2	1,5	Ocorrência
Ametista	1	0,7	Ocorrência
Calcário	2	0,7	Ocorrência
TOTAL	137	100	

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Destaca-se na área de domínio sedimentar (porção norte da All), duas minas ativas de argila e uma de calcário, sendo lavradas pela Companhia Brasileira de Equipamento-CBE, e utilizadas na fabricação de cimento, pois o requerente titular possui fábrica de cimento e mina de calcário em atividade, nos limites da Área de Influência Indireta - All.

Os poucos pontos levantados a nordeste, nas proximidades do município de Trairão, dizem respeito à ocorrência de granitoides, nas margens da rodovia BR-163, rochas que poderão ser utilizadas na construção civil (agregados), no calçamento de vias e rodovias (pedra de mão ou rachão). A viabilidade de utilização dessa substância pode ser confirmada pela presença de 02 (duas) minas / pedreiras ativas próximas ao limite da All, mas posicionadas fora dessa área.

Observa-se ainda, distribuídos pela All, algumas poucas ocorrências de outros minerais metálicos (estanho e cromo), gemas (turmalina, topázio e ametista) e não metálicos (areia e calcário).

As pistas de pouso indicadas no Mapa 7.3.1.4/01 Jazimentos Minerais da All (Volume 3 - Mapas) encontram-se predominantemente associadas às atividades garimpeiras e representam uma consolidação das informações obtidas a partir de dados fornecidos pela AMOT - Associação dos Mineradores de Ouro do Tapajós, Prefeitura de Itaituba e resultantes da interpretação de imagens de satélite (Landsat e RapidEye).

7.3.1.4.4 Situação Legal das Atividades Minerárias

O ouro, em conjunto com o diamante, a cassiterita, a columbita, a tantalita, a wolframita, dentre outros, em suas formas aluvionar, eluvionar e coluvionar, bem como diversas gemas (topázio, turmalina, ametista, dentre outros), consistem em minerais garimpáveis, de acordo com a Lei Federal nº 7.805, de 18 de julho de 1989, que criou o regime de permissão de lavra garimpeira.

Em face do grande número de garimpos na região, o Ministério das Minas e Energia criou a Reserva Garimpeira do Tapajós, através da Portaria nº 882, de 25 de julho de 1983, a qual destina uma área aproximada de 28.745 km² para a execução de tal atividade. A reserva localiza-se na porção sul da área estudada, ilustrada na **Figura 7.3.1.4.4/01** - Reserva Garimpeira do Tapajós e delimitada no Mapa Situação Legal das Atividades Minerárias junto ao DNPM, de acordo com a Portaria nº 882, que é reproduzida a seguir:

Portaria Nº 882, de 25/07/1983, DOU de 28/07/1983

Estabelece área destinada ao aproveitamento de substâncias minerais exclusivamente por trabalhos de garimpagem, faiscação ou cata, situada na região do Médio Tapajós, no Município de Itaituba, no Estado do Pará.

O Ministro de Estado das Minas e Energia, usando de sua competência e tendo em vista o disposto no art. 76 do Código de Mineração (Decreto-lei n.º 227, de 28 de fevereiro de 1967, alterado pelo Decreto-lei n.º 318, de 14 de março de 1967), e

Considerando a necessidade de serem evitados conflitos entre mineradores, garimpeiros, faiscadores ou catadores, decorrentes da incompatibilidade legal de execução de trabalhos sob os regimes de Autorização de Pesquisa e de Concessão em áreas que se apresentem tecnicamente viáveis;

Considerando que a garimpagem de ouro na região do Médio Tapajós é tradicional, resolve:

I - Fica destinada ao aproveitamento de substâncias minerais exclusivamente por trabalhos de garimpagem, faiscação e cata, a área de aproximadamente 28.745 km² situado no Município de Itaituba, Estado do Pará, delimitada por um polígono cujo vértice n.º 1 encontra-se a 9.947m, no rumo verdadeiro de 68°47' (sudoeste) da confluência do Rio Crepori com o Rio Crepori com o Rio Marupá. Do vértice n.º 1 com as seguintes coordenadas geográficas de latitude 06°53'04.0" sul e longitude 56°55'43.0" WGr, segue no rumo norte (137.350m) até o vértice n.º 2 de latitude 05°38'31.0" sul e longitude 56°55'43.0" WGr; daí segue rumo leste (87.835m) até o vértice n.º 3, situado na confluência do

Igarapé do Salustiano com o Rio Tocantins de coordenadas geográficas de latitude 05°38'31.0" sul e longitude 56°08'07.8" WGr; daí segue no rumo sul (39.585m) até o vértice n.º 4 de latitude 06°00'00.0" sul e longitude 56°08'07.8" WGr; daí segue no rumo leste (33.017m) até o vértice n.º 5 de latitude 06°00'00.0" sul e longitude 55°50'14.0" WGr (situado às margens do Rio Jamanxim); daí segue pelo Rio Jamanxim (à montante) até o vértice n.º 6, situado na confluência do Rio Jamanxim com o Rio Novo, de coordenadas geográficas de latitude 06°16'59.4" sul e longitude 55°45'50.4" WGr; daí segue pelo Rio Novo (à montante) até o vértice n.º 7, situado na confluência do Igarapé Seringueira com o Rio Novo de coordenadas geográficas de latitude 06°32'24.0" sul e longitude 55°53'41.0" WGr; daí segue no rumo sul (50.860m) até o vértice n.º 8 de latitude 7°00'00.0" sul e longitude 55°53'41.0" WGr; daí segue no rumo oeste (11.630m) até o vértice n.º 9 de latitude 7°00'00.0" sul e longitude 56°00'00.0" WGr; daí segue no rumo sul (88.450m) até o vértice n.º 10 de latitude 7°48'00.0" sul e longitude 56°00'00.0" WGr; daí segue no rumo leste (11.610m) até o vértice n.º 11 de latitude 7°48'00.0" sul e longitude 55°53'41.0" WGr; daí segue no rumo sul (22.115m) até o vértice n.º 12 de latitude 8°00'00.0" sul e longitude 55°53'41.0" WGr; daí segue no rumo oeste (81.985m) até a linha divisória da Reserva Florestal de Mundurucânia, vértice n.º 13 de latitude 8°00'00.0" sul e longitude 56°38'19.0" WGr; daí segue pela linha divisória no rumo verdadeiro de 30°00' noroeste (127.415m) até o vértice n.º 14 de latitude 7°00'00.0" sul e longitude 57°12'46.0" WGr; daí segue no rumo leste (23.500m) até o vértice n.º 15 de latitude 7°00'00.0" sul e longitude 57°00'00.0" WGr; daí segue no rumo norte (12.775m) até o vértice n.º 16 de latitude 6°53'04.0" sul e longitude 57°00'00.0" WGr; daí segue no rumo leste (7.890m) até o ponto inicial.

II - Na área descrita no item anterior serão respeitados, nos termos do Decreto-lei 227/67, os atuais Pedidos de Pesquisa, Alvarás de Autorização de Pesquisa e Decreto de Lavra e suas evoluções legais.

III - No eventual decaimento desses títulos, as áreas respectivas serão incorporadas à área da presente Portaria.

IV - Fica revogada a Portaria n.º 602, de 20 de maio de 1983, publicada no Diário Oficial da União em 25 de maio de 1983.

V - Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

Embora a legislação exija que os requerimentos de Permissão de Lavra Garimpeira-PLG sejam formulados dentro de áreas previamente estabelecidas para atividade de garimpagem, hoje já não subsiste tal exigência, na conformidade com o disposto na Portaria DNPM n.º 257/95, que admite a PLG fora dessas áreas. A área máxima permissionada não poderá, no entanto, ser superior a 50 hectares, com exceção daquelas referentes às cooperativas de garimpeiros.

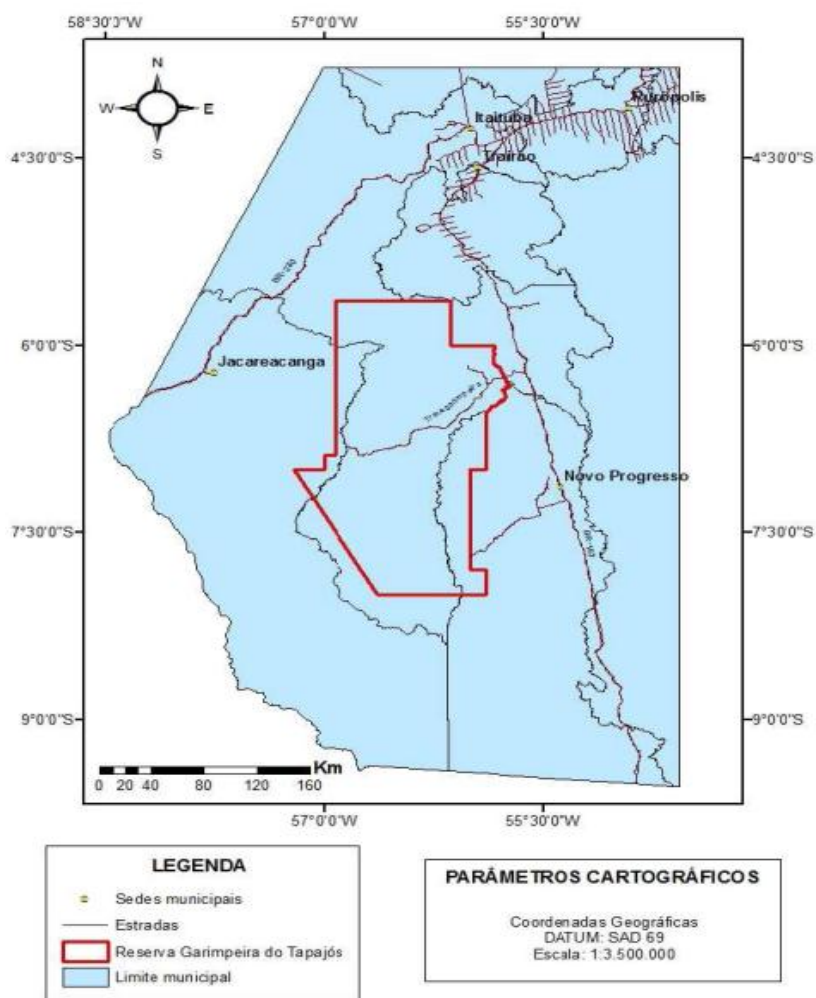


Figura 7.3.1.4.4/01 - Reserva Garimpeira do Tapajós

FONTE: IPEA, 2010).

Dentro deste contexto foi efetuado em 14 de janeiro de 2013 um levantamento atualizado dos processos minerários inseridos na Área de Influência Indireta - All, através de consulta ao Cadastro Mineiro e SIGMINE, ferramentas disponíveis no sítio eletrônico do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), sendo a síntese dos resultados apresentada no **Quadro 7.3.1.4.4/01** - Situação Legal das Atividades Minerárias.

As informações obtidas para a All totalizam 1.061 processos minerários, sendo os mesmos apresentados em arquivo digital anexo (**Anexo 7.3.1.4/03 – Arquivo Digital dos Processos Minerários – janeiro de 2013 – Anexo Digital**), onde se destacam os números administrativos dos processos minerários junto ao DNPM, áreas em hectares, titulares requerentes, bens minerais de interesse, e situação

atual (ou “status”) do processo com relação a sua fase para obtenção das outorgas para pesquisar e lavrar os bens minerais requeridos.

O respectivo levantamento está espacializado no **Mapa 7.3.1.4/02 Situação Legal das Atividades Minerárias (Volume 3 - Mapas)**, em escala 1:250.000, onde estão dispostas as áreas dos processos minerários levantados junto ao DNPM, classificadas em função das fases destes processos (“status”). Nesse mapa pode ser observado que são poucas as áreas com o “status” que credencia o titular a atividade de lavra, cerca de 16%, embora a atividade garimpeira seja constatada, tanto em interpretação de imagens de satélites, geralmente em forma de áreas desmatadas, pesquisas em trabalhos bibliográficos e cartográficos recentes, bem como, na campanha de campo realizada em outubro de 2012.

Quadro 7.3.1.4.4/01 - Situação Legal das Atividades Minerárias.

FASE DOS PROCESSOS	QUANTIDADE	%
Disponibilidade	85	8,1
Requerimento de Pesquisa	105	9,7
Autorização de Pesquisa	119	10,5
Requerimento de Licenciamento	3	0,3
Requerimento de Lavra Garimpeira	571	55,0
Requerimento de Lavra	0	0,0
Registro de Extração	1	0,1
Licenciamento	0	0,0
Lavra Garimpeira	168	16,2
Concessão de Lavra	9	0,1
Total	1061	100

FONTE: DNPM, 2013.

Segundo informações obtidas em diversos órgãos públicos e de classe em Itaituba (PA), a economia local depende atualmente, direta ou indiretamente, em cerca de 70% da atividade garimpeira. No entanto, essa atividade encontra-se predominantemente irregular, embora muito tenha sido feito para regularização da atividade, tanto pelos órgãos públicos como pela sociedade civil organizada.

Observa-se que aproximadamente 54% dos processos ativos estão na fase de requerimento de lavra garimpeira, comprovando o processo de regularização da atividade. As fases de lavra totalizam 17% e as fases iniciais de requerimento e autorização de pesquisa, juntamente com os processos de disponibilidade, cerca de 29%, completam o quadro geral. Conforme já informado, a data de atualização dos dados do DNPM foi 14/01/2013, sendo esta uma base dinâmica, que evolui com o tempo, podendo ocorrer a saída e a entrada de novos processos minerários, bem como a evolução da fase processual em direção à obtenção dos direitos de exploração mineral no local especificado pelo processo minerário.

Os processos minerários em fase de Concessão de Lavra estão em nome da CBE - Companhia Brasileira de Equipamento, para lavra de argila e calcário para uso industrial em sua fábrica de cimento localizada em Itaituba/PA. As minas em funcionamento encontram-se na porção norte da All. Segundo informações do geólogo da Fábrica de Cimento, a argila explotada é produto de alteração da “Formação Barreirinha do Grupo Curuá”.

Quanto aos processos em fase de Lavra Garimpeira de ouro, a quase totalidade, limitada a 50 hectares por processo e iniciados em 1995, tem como titular o Sr. José Antunes, vice-presidente da Associação dos Mineradores de Ouro do Tapajós - AMOT, e estão localizados preferencialmente na área legal da Reserva Garimpeira do Tapajós, na porção sul da All. Um único processo tem como titular o Sr. Luiz Soares da Silva, DNPM nº 850.579/2005, isolado na porção sudoeste da All. Destacam-se ainda 02 (dois) processos com áreas superiores a 50 hectares, em nome da Cooperativa de Extração Mineral do Vale do Tapajós - COPEMVAT, processos DNPM nº 850.481/2009 e 850.482/2009, com áreas de 8.561,34 e 7.499,07 hectares, respectivamente, localizados na porção sul da All, predominantemente na calha do rio Tapajós, entre a foz do rio do Rato/Ratão (Boca do Rato) e a comunidade de Jutai.

A maior parte dos processos levantados, cerca de 94%, indica como substância mineral principal, o ouro, conforme pode ser avaliado nos **Quadros 7.3.1.4.4/02 e 7.3.1.4.4/03**, e na **Ilustração 7.3.1.4.4/01** – Tipos de Substâncias Minerais Requeridas junto ao DNPM. Secundariamente aparecem os minerais industriais e de uso imediato na construção civil (calcário, fosfato, argila, granito e areia), outros bens minerais metálicos (bauxita, cassiterita e minério de cobre), seguidos por outros minerais nobres (prata e platina) e gemas (diamante), todos os agrupamentos com menos de 1% cada.

Fica evidente na **Ilustração 7.3.1.4.4/01**, a correlação entre os recursos minerais requeridos e o contexto geotectônico onde se insere a All, pois os bens minerais metálicos e gemas, como ouro, estanho, prata, platina e diamante são requeridos no domínio das rochas do embasamento cristalino (Domínio Tapajós), enquanto na Bacia Sedimentar do Amazonas destacam-se os minerais não metálicos de uso industrial e na construção civil, como calcário, dolomito, argila, fosfato e areia, além da bauxita formada em perfil de intemperismo maduro desenvolvido sobre rochas sedimentares.

Quadro 7.3.1.4.4/02 - Substâncias Minerais Requeridas - All.

SUBSTÂNCIA MINERAL	QUANTIDADE	%
Ouro - Minério de Ouro	993	93,5
Bauxita-Minério de Alumínio	8	0,7
Cassiterita	4	0,4
Cobre - Minério de Cobre	2	0,2
Minério de Ferro	3	0,3
Minério de Platina	4	0,4
Prata	4	0,4
Diamante	6	0,6
Calcário	16	1,5
Dolomito	2	0,2
Fosfato e Monazita	2	0,2
Granito	2	0,2
Laterita	1	0,1
Areia	3	0,3
Argila	6	1,0
Total	1061	100

FONTE: DNPM, 2013.

Quadro 7.3.1.4.4/03 - Substâncias Minerais Requeridas na All por Fases de Processos Junto ao DNPM.

FASE- STATUS	SUBSTÂNCIA	QUANTIDADE DE PROCESSO
Concessão de Lavra	Argila	4
	Calcário	5
Lavra Garimpeira	Ouro	168
Requerimento de Lavra Garimpeira	Ouro	571
Registro de Extração	Laterita	1
Autorização de Pesquisa	Argila	5
	Calcário	7
	Dolomito	1
	Alumínio	1
	Cobre	1
	Ouro	98
	Diamante	2
	Minério de Ferro	3
	Monazita	1
Requerimento de Pesquisa	Areia	1
	Bauxita	3
	Calcário	4
	Cassiterita	3
	Cobre	1
	Argila	1
	Diamante	4
	Granito	2
	Alumínio	2
Ouro	76	

FASE- STATUS	SUBSTÂNCIA	QUANTIDADE DE PROCESSO
	Platina	4
	Prata	4
Disponibilidade	Argila	1
	Cassiterita	1
	Dolomito	1
	Fosfato	1
	Alumínio	1
	Ouro	80
	Requerimento de Licenciamento	Cascalho
Areia		2
Total		1061

FONTE: DNPM, 2013.

7.3.1.4.5 Potencialidade Mineral

Para a elaboração da potencialidade mineral da All foram avaliadas e correlacionadas as informações referentes aos Jazimentos Minerais, Situação Legal das Atividades Minerárias e Geologia Regional, tendo como síntese a elaboração do **Mapa 7.3.1.4/03 Potencialidade Mineral (Volume 3 - Mapas)**.

O entendimento da espacialização dos domínios e unidades litológicas regionais foi fundamental, pois as rochas do embasamento cristalino são reconhecidamente portadoras de concentrações de metais. A principal substância é o ouro, com destaque para as áreas especiais onde ocorrem estudos e procedimentos específicos para pesquisa e lavra de ouro, como a Província Mineral do Tapajós, também denominada Província Aurífera do Tapajós e a Reserva Garimpeira do Tapajós. Também há a ocorrência de granito com aproveitamento para a construção civil, principalmente nas proximidades do município de Trairão/PA (BR-163).

No domínio da Bacia Sedimentar do Amazonas destaca-se a potencialidade para minerais não metálicos como calcário e argila (em lavra pela CBE). Desse modo a potencialidade mineral da All pode ser resumida em “potencialidade aurífera”, haja vista que 94% das substâncias requeridas nos processos minerários, 71% dos jazimentos minerais e a quase totalidade dos garimpos, estão voltados à pesquisa e extração desta substância, condizentes com um contexto geológico e metalogenético favorável.

As áreas de potencialidade mineral foram delimitadas através de envoltórias, agrupadas de acordo com o tipo de bem mineral envolvido e com a potencialidade mineral considerada (Alta, Média e Baixa), sendo que as características principais de cada tipologia de envoltória são apresentadas nos **Quadros 7.3.1.4.5/01 e 7.3.1.4.5/02** e especializadas no Mapa 7.3.1.4/03 Potencialidade Mineral (Volume 3 - Mapas).

Observa-se que as classes de potencialidade Alta, Média e Baixa estabelecidas são equivalentes em áreas ao redor de 33% para cada categoria, porém o ouro predomina como a substância potencial, com aproximadamente 96% do total das áreas delimitadas, confirmando as informações com referência ao predomínio do potencial aurífero. Secundariamente ocorrem também áreas com potencial para diamante, calcário, granito e argila.

A potencialidade de um local para lavra de determinado bem mineral, principalmente os não metálicos, no caso, calcário, granito e argila, de baixo valor unitário, passa pelo reconhecimento do mesmo como uma reserva mineral com viabilidade econômica da lavra, onde, necessariamente, se ponderam as

questões de proximidade do mercado consumidor e de custo de logística do escoamento da produção mineral. Para o ouro e o diamante, de alto valor unitário, esta é apenas uma questão secundária.

Em síntese, as substâncias minerais em destaque na All são predominantemente do grupo dos metálicos - ouro, além de diamante (garimpo), argila e calcário para aplicação na indústria cimenteira e granito de aplicação na construção civil.

Outras substâncias minerais descritas nos itens **7.3.1.4.3 - Jazimentos Minerais**, e **7.3.1.4.4 - Situação Legal das Atividades Minerárias**, aparecem com menor frequência e importância econômica, não sendo possível delimitar envoltórias de potencialidade mineral, sendo elas: prata, platina, estanho, cromo, alumínio e cobre (minerais metálicos); fosfato (não metálicos); e turmalina, topázio e ametista (gemas).

Quadro 7.3.1.4.5/01 - Áreas de Potencialidades Minerais (Alta, Média e Baixa).

POTENCIALIDADE	ENVOLTÓRIA	SUBSTÂNCIA	SIGLA	ÁREA (ha)	%
Alta	I a VIII	Ouro	Au	200.613,97	32,0
	IX	Diamante/Ouro	di/Au	6.021,88	1,0
	X	Argila	ag	468,54	0,1
	XI	Calcário	ca	2.100,00	0,3
	XII	Argila	Ag	1.115,00	0,2
	12			210.319,39	33,6
Média	I A VI	Ouro	Au	208.355,00	33,4
	VII	Granito	gr	7.610,00	1,2
	VIII	Calcário	ca	688,00	0,1
	8			216.653,00	34,7
Baixa		Calcário	ca	10.500,00	1,7
		Ouro	Au	189.705,05	30,2
				200.205,05	32,0
TOTAL	20	5		627.177,44	100,00

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

Quadro 7.3.1.4.5/02 – Síntese das Áreas das Potencialidades por Substância Mineral na All.

SUBSTÂNCIA	ÁREA (ha)	%
Ouro	598.674	95,5
Diamante e Ouro	6.022	1,0
Calcário	13.288	2,1
Granito	7.610	1,2
Argila	1.584	0,2
TOTAL GERAL	627.177,44	100

FONTE: CNEC WorleyParsons, 2013.

7.3.1.4.5.1 Bens Minerais

Seguem abaixo considerações sobre os bens minerais, com as respectivas potencialidades espacializadas no Mapa 7.3.1.4/03 Potencialidade Mineral (Volume 3 - Mapas).

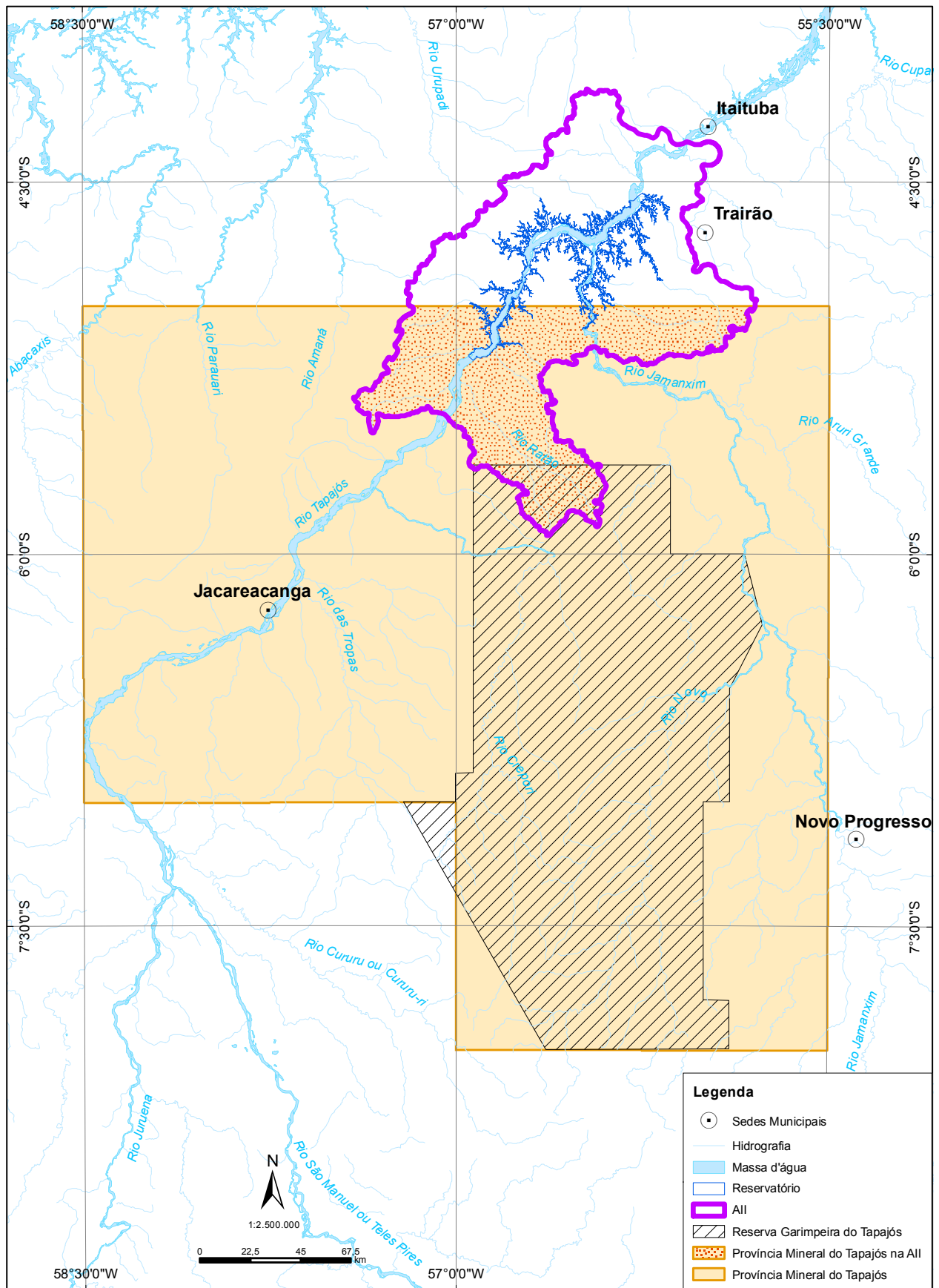
- **Ouro (Au) – Potencialidade Alta, Média e Baixa**

Como ilustra a **Figura 7.3.1.4.5.1/01** – Relação em Área da AII com a Província Mineral e a Reserva Garimpeira do Tapajós, apenas uma pequena parte da Área de Influência Indireta do AHE São Luiz do Tapajós está inserida na Província Mineral do Tapajós (ou Província Aurífera do Tapajós), que se estende para sul além do paralelo 5° 00'. As mineralizações de ouro ocorrem em depósitos secundários tipo aluvionares (terraços e sedimentos ativos) e tipo colúvio e/ou elúvio e em depósitos primários (veios de quartzo).

Os depósitos aluvionares vêm sendo bastante explorados por garimpeiros desde a década de 50. No âmbito da AII concentram-se por toda a porção centro-sul, principalmente nos domínios dos igarapés Butica, do Banheiro ou Farmácia, da Lajinha e do rio Ratão (ou do Rato). Os sedimentos ativos destas drenagens, bem com alguns trechos significativos dos rios Jamanxim e principalmente do rio Tapajós, também são alvos constantes da atividade garimpeira.

Essas áreas foram inicialmente explotadas com equipamentos e mecanismos considerados rudimentares (até a década de 80), experimentando na atualidade um novo e significativo avanço exploratório com o uso das chamadas “Balsas e Dragas” ocupando o leito das principais drenagens e com a utilização das chamadas “PCs” (escavadeiras de esteira), em drenagens de menor expressão, porém, com um poder exploratório e com afetação ao meio ambiente, muito mais amplificado que nas etapas anteriores.

Durante os trabalhos de campo (outubro/2012) observaram-se no rio Tapajós e Jamanxim a exploração dos sedimentos ativos dos leitos, com equipamentos de grande porte (dragas tipo escarificantes) e de médio porte (balsas com mergulhador). Já nos igarapés e rios menores, os trabalhos são executados com equipamentos de médio porte (balsas tipo “escarifusca”) e nos aluviões, através do desmonte hidráulico (**Foto 7.3.1.4.5.1/01**), com motobombas, associadas, ou não, a escavadeiras hidráulicas de esteiras, conhecidas localmente como “PCs”. A exploração na calha do rio Tapajós ocorre em trechos como a montante de Machado, entre Jatobá e Vila Tapajós e entre os igarapés São João e Boa Fé, onde os depósitos aluviais atuais são mais comuns e a exposição de rochas no leito do rio menos significativas.



Fonte: DNPM, 2013

Figura 7.3.1.4.5.1/01 - Relação em Área da All com a Província Mineral e a Reserva Garimpeira do Tapajós



Foto 7.3.1.4.5.1/01 – Desmonte hidráulico em garimpo de uma ilha do rio Jamanxim, próximo à cachoeira do Caí (SIRGAS 2000/21M/558594/9437678).

Merece destaque o garimpo Chapéu de Sol com a presença de aluviões auríferos e diamantíferos ao longo do igarapé São João, onde o diamante apareceu como subproduto e atualmente passou a ser a principal substância explotada. Depósitos elúvio-coluvionares para ouro (horizontes lateríticos) são mencionados em levantamentos bibliográficos, mas não foram observados, durante os trabalhos de campo.

Segundo a CPRM (2008), em Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará, os depósitos primários de ouro podem ser subdivididos em depósitos associados com intrusões, depósitos epitermais, depósitos orogênicos e depósitos de classificação incerta. Os depósitos do igarapé Butica foram considerados como depósitos epitermais e o depósito do Chapéu de Sol considerado como classificação incerta.

As principais unidades litoestratigráficas presentes na AII e que apresentam possíveis associações com as ocorrências auríferas são a Suíte Intrusiva Parauari, Complexo Cuiú-Cuiú, Suíte Intrusiva Maloquinha, Grupo Iriri e Suíte Intrusiva Ingarana.

No trabalho do DNPM/CPRM (2004), referente ao Programa Nacional de Distritos Mineiros do Pará, para o ouro primário da Província Mineral do Tapajós foram consideradas as seguintes tipologias de mineralizações filoneanas (veios de quartzo): tipo orogênico-associados a turbiditos (Grupo Jacareacanga), tipo arcos magmáticos (Complexo Cuiú-Cuiú) e granitoides (Suíte Tropas); relacionados à intrusão - veios epizonais em estruturas rúpteis que cortam as Suítes Intrusivas Creporizão, Parauari e Maloquinha, e disseminações epizonais e *stockworks*, hospedados em rochas máficas e sedimentares; e finalmente o modelo epitermal - em rochas vulcânicas félsicas e outras. Estas unidades litoestratigráficas, com exceção do Grupo Jacareacanga, Suíte Tropas e Creporizão, estão presentes na área All, dando condições geológicas à mineralizações de ouro. No levantamento apresentado por Klein (2000), em 58 garimpos, esse autor obteve a seguinte relação entre a presença de garimpo de ouro com as unidades litoestratigráficas, conforme apresentado no **Quadro 7.3.1.4.5.1/01**.

Quadro 7.3.1.4.5.1/01 - Unidades Litoestratigráficas Mineralizadas e Ocorrência de Garimpos.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MINERALIZADAS	DISTRIBUIÇÃO DOS GARIMPOS DE OURO (%)
Complexo Cuiú-Cuiú	24,0
Grupo Jacareacanga	3,2
Suíte Intrusiva Creporizão	21,6
Suíte Intrusiva Parauari	32,0
Grupo Iri	6,4
Suíte Intrusiva Ingarana	4,0
Suíte Intrusiva Maloquinha	8,8

FONTE: Klein, 2000.

- **Diamante (di) – Potencialidade Alta**

O garimpo Chapéu do Sol, localizado ao longo do igarapé São João, iniciou como garimpo de ouro e se tornou, recentemente, o mais importante garimpo de diamante (**Foto 7.3.1.4.5.1/02**), na região do Tapajós. Embora continue também produzindo ouro, é atualmente mais conhecido pela nova descoberta.

Os garimpeiros tanto trabalham de maneira rudimentar, praticamente manual, como, com grandes escavadeiras hidráulicas de esteiras conhecidas no garimpo, como “PCs” (**Foto 7.3.1.4.5.1/03**). Essas escavadeiras retiram a camada aluvial estéril (areno-argilosa), depois entram os conjuntos motobombas, para desagregar e sugar o cascalho mineralizado, que é transportado para “bicas” e *jigs* concentradores (**Foto 7.3.1.4.5.1/04**).



Foto 7.3.1.4.5.2/02 – Detalhe de pequenos diamantes, de coloração variada do garimpo Chapéu de Sol (SIRGAS 2000/21M/535555/9463438).



Foto 7.3.1.4.5.1/03 – Escavadeira hidráulica de esteiras (PC) em um ponto de apoio (abastecimento), no igarapé São João, garimpo Chapéu de Sol (SIRGAS 2000/21M/533766/9465592).



Foto 7.3.1.4.5.1/04 – Jigs concentradores em operação, no garimpo Chapéu de Sol, auxiliado por caixas concentradoras / bicas recuperando, também, o ouro (SIRGAS 2000/21M/535555/ 9463438).

- **Calcário (ca) – Potencialidade Alta, Média e Baixa**

O calcário possui uma relevância econômica na região, sendo utilizado principalmente como matéria-prima na fabricação de cimento. Foram registrados um jazimento mineral (cadastro CPRM), com status de ocorrência, e uma Mina Ativa na Área de Influência Indireta.

- **Argila (ag) – Potencialidade Alta**

Das jazidas de argila da região, somente duas estão localizadas na AII, e são utilizadas como matéria prima para a indústria de cimento. Não foi autorizada a visita ao local de extração, no período da campanha de campo.

- **Granito (gr) – Potencialidade Média**

Vários afloramentos de granitoides (07 ocorrências), em forma de blocos e corte de estrada (**Foto 7.3.1.4.5.1/05**), foram classificados como ocorrências. Sua viabilidade como agregado pode ser indicada pela presença de 02 pedreiras existentes no município de Trairão, próximas às ocorrências registradas, mas fora dos limites da AII.



Foto 7.3.1.4.5.1/05 – Blocos de granito em corte da rodovia BR-163, nas proximidades da localidade de Rio Bonito (SIRGAS 2000/21M/592393/9462611).