

SUMÁRIO

7	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	4
7.1	ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL DO MEIO FÍSICO.....	4
7.1.1	Procedimentos Metodológicos Gerais	4
7.1.2	Caracterização da Bacia Hidrográfica	4
7.1.2.1	Fisiografia da Bacia do Xingu	4
7.1.2.2	Rede Hidrometeorológica.....	6
7.1.3	Clima.....	10
7.1.3.1	Procedimentos Metodológicos Específicos	10
7.1.3.2	Revisão Bibliográfica – Estudos Anteriores.....	10
7.1.3.3	Dinâmica do Clima Regional.....	11
7.1.3.4	Variações Espaciais e Temporais dos Elementos do Clima.....	16
7.1.3.5	Gases de Efeito Estufa.....	36
7.1.4	Caracterização Integrada dos Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Pedológicos.....	52
7.1.4.1	Procedimentos Metodológicos Específicos	52
7.1.4.2	Unidades de Relevo e Tipos de Terrenos	54
7.1.4.2.1	Planalto dos Guimarães / Alcantilados: Rampas Arenosas e Colinas Amplas e Rampas	54
7.1.4.2.2	Depressão do Alto Araguaia / Tocantins: Rampas e Morros Residuais Tabulares	55
7.1.4.2.3	Depressão de Paranatinga: Rampas e Colinas Amplas, Médias e Rampas	56
7.1.4.2.4	Planalto dos Parecis / Alto Xingu: Rampas de Reverso de Escarpa, Rampas Detrítico-Lateríticas e Morrotes e Morros Residuais	58
7.1.4.2.5	Depressão da Amazônia Meridional: Colinas e Rampas Pedimentares	59
7.1.4.2.6	Planaltos Residuais do Sul da Amazônia: Morrotes, Morros e Serras Residuais e Morros e Serras Residuais Tabulares	61
7.1.4.2.7	Planalto Marginal do Amazonas: Colinas Amplas e Médias	62
7.1.4.2.8	Depressão do Amazonas: Rampas de Platô com Lateritas e Colinas e Rampas	63
7.1.4.2.9	Planície Fluviolagunar do Amazonas: Planície Fluvial do rio Amazonas	63
7.1.4.2.10	Planícies Fluviais: Planícies Fluviais do rio Xingu e Afluentes.....	64
7.1.4.3	Aspectos da Dinâmica Superficial.....	65
7.1.5	Recursos Hídricos.....	67
7.1.5.1	Regime Fluvial.....	67
7.1.5.2	Sedimentologia	72
7.1.5.3	Usos da Água na Bacia	73
7.1.5.3.1	Panorama Regional.....	73
7.1.5.3.2	Usos Preponderantes das Águas na Bacia Hidrográfica do Xingu.....	77
7.1.5.3.3	Usos Consuntivos	77
7.1.5.3.4	Usos Não Consuntivos.....	86
7.1.5.3.5	Aspectos Institucionais	92
7.1.5.3.6	Conclusões.....	93
7.1.5.4	Caracterização Limnológica da Bacia do Rio Xingu	93
7.1.5.5	Fontes de contaminação na Área de Abrangência Regional	101
7.1.6	Referências Bibliográficas AAR Meio Físico	103

LISTA DE TABELAS

TABELA 7.1.2-1 Características das Sub-Bacias Hidrográficas	5
TABELA 7.1.3-1 Caracterização da Precipitação na Bacia.....	17
TABELA 7.1.3-2 Temperaturas Características nas Estações Seleccionadas	21
TABELA 7.1.3-3 Evaporação Mensal e Anual - (Evaporímetro Piché).....	23
TABELA 7.1.3-4 Umidade Relativa Mensal e Anual.....	25
TABELA 7.1.3-5 Insolação Mensal e Anual	27
TABELA 7.1.3-6 Nebulosidade Mensal e Anual.....	29
TABELA 7.1.3-7 Ventos Médios em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007.....	32
TABELA 7.1.3-8 Ventos Máximos em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007	32
TABELA 7.1.3-9 Ventos Mínimos em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007	32
TABELA 7.1.3-10 Vento -Direção Predominante Mensal	33
TABELA 7.1.3-11 Pressão Atmosférica Mensal e Anual.....	34
TABELA 7.1.3-12 Comparação das Emissões de GEE por UHES e UTES Equivalentes.....	48
TABELA 7.1.3-13 Relação das UHES Avaliadas, Características e Taxas de Emissão de GEE	49
TABELA 7.1.3-14 Média das Emissões Totais (Difusivas e Ebulitivas) Medidas nas Duas Campanhas de Campo no rio Xingu	49
TABELA 7.1.5-1 Vazões Características Estimadas para os Cursos d'Água da Bacia.....	68
TABELA 7.1.5-2 Características Físicas da Bacia	71
TABELA 7.1.5-3 Estimativa da Demanda de Água para Abastecimento Humano na Bacia Hidrográfica do Xingu (m3/dia).....	80
TABELA 7.1.5-4 Demanda potencial de dessedentação animal na bacia hidrográfica do rio Xingu	84
TABELA 7.1.5-5 Demandas Hídricas Totais da Bacia do Xingu.....	86
TABELA 7.1.5-6 Síntese dos resultados de qualidade da água do EIA/RIMA de Kararaô (CNEC, 1988).....	94
TABELA 7.1.5-7 Resultados da qualidade da água obtidos pelo projeto HiBAm na bacia do rio Xingu (ORSTOM-CNPq, 1998, 2002).....	95
TABELA 7.1.5-8 Resultados de qualidade da água na bacia do Xingu, dados do PRODEAGRO.	96
TABELA 7.1.5-9 Resultados das variáveis indicadoras de atividade mineradora na bacia do Xingu, dados do PRODEAGRO.....	97
TABELA 7.1.5-10 Resultados de qualidade da água obtidos pelo Projeto Brasil das Águas na bacia do rio Xingu	99

LISTA DE QUADROS

QUADRO 7.1.2-1 Postos Pluviométricos da Bacia	7
QUADRO 7.1.2-2 Estações Meteorológicas da Bacia.....	7
QUADRO 7.1.2-3 Postos Fluviométricos com dados disponíveis.....	9
QUADRO 7.1.3-1 Reservatórios de UHES Escolhidos para Estudo de Emissões de GEE	44
QUADRO 7.1.4-1 Classificação de formas de relevo, segundo a amplitude e inclinação das formas.....	52
QUADRO 7.1.5-1 Postos Fluviométricos da Bacia	68
QUADRO 7.1.5-2 Postos Fluviométricos com medições de descargas sólidas.....	72
QUADRO 7.1.5-3 PCHs Previstas e Implantadas na Bacia do rio Xingu	87
QUADRO 7.1.5-4 Localização dos pontos de amostragem do EIA/RIMA da UHE Kararaô (CNEC 1988).	94

QUADRO 7.1.5-5	Localização dos pontos de coleta do projeto HiBAm na bacia do rio Xingu (ORSTOM-CNPq, 1998, 2002).	95
QUADRO 7.1.5-6	Localização dos pontos de amostragem de qualidade da água do PRODEAGRO.	96
QUADRO 7.1.5-7	Localização dos pontos de coleta do Projeto Brasil das Águas na bacia do rio Xingu.	98

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 7.1.2-1	- Rede Hidrometeorológica	8
FIGURA 7.1.3-1	- Variação sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul	13
FIGURA 7.1.3-2	- Configuração Isotal da Bacia	18
FIGURA 7.1.3-3	- Variabilidade da precipitação média	19
FIGURA 7.1.3-4	- Variabilidade da Temperatura	22
FIGURA 7.1.3-5	- Variabilidade da Evaporação	24
FIGURA 7.1.3-6	- Variabilidade da Umidade Relativa	26
FIGURA 7.1.3-7	- Viabilidade da Insolação	28
FIGURA 7.1.3-8	- Viabilidade da Nebulosidade	30
FIGURA 7.1.3-9	- Viabilidade da Pressão Atmosférica	35
FIGURA 7.1.3-10	- Diagrama Esquemático Ilustrando o Efeito Estufa	37
FIGURA 7.1.3-11	- Reservatórios objeto das Medições de CO ₂ e CH ₄ para o Relatório “Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa de Hidrelétricas” (ELETROBRÁS, COPPE/UFRJ, 1997)	44
FIGURA 7.1.5-1	- Sazonalidade das Vazões – AAR (Folha 1 de 2)	69
FIGURA 7.1.5-1	- Sazonalidade das Vazões – AAR (Folha 2 de 2)	70
FIGURA 7.1.5-2	- Cursos D’água – Perene Intermitentes e Poluídos	76
FIGURA 7.1.5-3	- Bacia Hidrográfica do Rio Xingu	88

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 7.1.3-1	- Velocidades Características dos Ventos - Estação: Altamira	33
-----------------	--	----

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

7.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL DO MEIO FÍSICO

7.1.1 Procedimentos Metodológicos Gerais

O Diagnóstico do Meio Físico da AAR é baseado em dados secundários, que são suficientes para a compreensão dos temas abordados.

Em particular, foram utilizados os textos pertinentes da Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu (CAMARGO CORRÊA; NORBERTO ODEBRECHT; ANDRADE GUTIERREZ, 2007), com destaque para a Caracterização da Bacia Hidrográfica, a Caracterização Integrada dos Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Pedológicos; a Sedimentologia; e os Usos da Água.

Os dados climáticos e hidrometeorológicos foram complementados e atualizados com informações da ANA (Agência Nacional das Águas) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

As informações utilizadas em cada tema são detalhadas nos itens específicos, mas é importante destacar que os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, bem como a potencialidade mineral, a susceptibilidade à erosão e a aptidão agrícola, são apresentados de forma integrada mediante o conceito de terreno, que fornece uma visão sintética do meio, classificando o espaço segundo suas condições ambientais predominantes e suas qualidades ecológicas, permitindo, assim, a avaliação das fragilidades e do potencial de uso.

O mapa de terrenos foi elaborado e apresentado no sistema de informações geográficas ARCGIS e todos os dados espaciais do diagnóstico da AAR, bem como as imagens, cartas e mapas, são georreferenciados.

7.1.2 Caracterização da Bacia Hidrográfica

7.1.2.1 Fisiografia da Bacia do Xingu

As principais vias de acesso por terra à bacia do rio Xingu são as rodovias federais BR-163, 230 e 158, e as rodovias estaduais PA-279, 235 e 287. Tais rodovias permitem o acesso às principais cidades da região, tais como Senador José Porfírio, Vitória do Xingu, Altamira e São Félix do Xingu. As cidades de Altamira e São Félix do Xingu dispõem de aeroportos e são servidas por linhas aéreas regionais.

Dos 509.000 km² que constituem a bacia hidrográfica, 89.847,5 km² (cerca de 17,6%) compõem Unidades de Conservação e, entre estas, cerca de 50.000 km² (quase 10% do território da bacia) encontram-se na categoria de proteção integral, sendo o restante de uso sustentável. É lícito, portanto, afirmar que a política conservacionista para a bacia do rio Xingu está voltada, em grande parte, à preservação e ao fortalecimento de práticas sustentáveis do uso de seus recursos naturais, notadamente ao se considerar também as Terras Indígenas. Estas ocupam 199.165 km² (aproximadamente 39% da área), incluindo o Parque Nacional do Xingu, primeira área delimitada para a manutenção do território e dos recursos naturais para populações indígenas. Também sob essa ótica, reforça-se o argumento da ênfase em práticas de apropriação dos recursos de forma sustentável, necessária à manutenção das

populações ribeirinhas e das tradicionais populações indígenas. Ressalte-se, ainda, que a bacia hidrográfica do rio Xingu caracteriza-se por um contínuo de formações naturais, principalmente florestais, que se estende desde o alto curso, onde é limitado por cerrados e formações de transição, até a foz no rio Amazonas. Essa continuidade ambiental da bacia hidrográfica do Xingu é interrompida por vetores de ocupação em localidades bem definidas: (i) ao sul, no alto curso do rio Xingu, na região das savanas e no contato destas com as formações florestais amazônica (ii) a leste, notadamente na região de São Félix do Xingu e a sul/sudeste desta; e (iii) ao norte, em correspondência à Rodovia Transamazônica.

O **Desenho 6365-EIA-G90-002 (Volume 10)** apresenta a bacia hidrográfica do rio Xingu, que corresponde à Área de Abrangência Regional, devidamente delimitada com as estradas de acesso e principais cursos d'água identificados. Observa-se que a bacia do Xingu apresenta forma bastante alongada, com coeficiente de forma de 0,150, densidade de drenagem baixa ($280 \text{ m}^2/\text{km}^2$) e coeficiente de compacidade de 1,94, indicando maior irregularidade na forma da bacia. Dessa forma, as cheias da área norte e da área sul têm comportamentos diversos, destacando-se a influência do abatimento das cheias devido ao efeito de acumulação das áreas permeáveis das cabeceiras. Na porção norte, incluindo a bacia do rio Iriri, as descargas acompanham de perto o regime das chuvas, resultando em cheias elevadas e estiagens severas por conta da translação de efeitos. Da combinação desses comportamentos distintos resultam cheias no rio Xingu, no trecho em estudo, que, dada sua gênese, podem ser classificadas como não muito elevadas, considerando as dimensões da bacia.

A partir das sub-bacias identificadas no **Desenho 6365-EIA-G90-002 (Volume 10)**, apresenta-se na **TABELA 7.1.2-1** suas principais características. Convém lembrar que os dados hidrológicos aqui apresentados foram obtidos de postos fluviométricos existentes na bacia, sendo que muitos deles apresentam informações precárias, porém suficientes para caracterização do curso d'água.

TABELA 7.1.2-1
Características das Sub-Bacias Hidrográficas

Sub-bacia	AD (km^2)	$Q_{\text{máx}}$ (m^3/s)	Q_{MLT} (m^3/s)	$Q_{\text{mín}}$ (m^3/s)	$Q_{90\%}$ (m^3/s)	$Q_{7;10}$ (m^3/s)	Comprimento (km)	Varição do NA (m)
Iriri	141.943	14.025	3.028	56,3	193,7	58,9	1.151	11,20 a 0,49
Curuá	36.901	3.943	875	20,02	87,0	33,6	569	10,24 a 1,00
Bacajá	25.520	1.532	327	0,260	4,31	2,40	395	13,98 a 2,26
Fresco	43.771	4.526	865,6	2,03	28,8	4,27	553	13,29 A 1,00
Com. Fontoura	13.527	582,7	241,6	52,3	79,7	58,6	422	9,70 a 3,26
Ronuro	23.908	2.028	495,5	223,6	284,9	230,6	368	12,03 a 0,28
Culuene	29.470	1.548	216,7	0,300	57,7	14,6	518	4,60 a 1,98
Van Den Steined	11.875	282	155,2	80,1	91,3	101,2	305	7,56 a 3,11
Curisevo (*)	7.000	300	125	27,0	41,0	26,5	200	6,50 a 0,50
Suiá-Miçu (*)	19.425	1.246	265	81,4	3,50	1,98	441	8,00 a 1,00
Manissau- Miçu (*)	13.775	593	246	53,3	81,2	59,0	403	6,50 a 1,00

Observações: (*) Sub-bacias com dados estimativos.

7.1.2.2 Rede Hidrometeorológica

Até 1975 a rede de postos pluviométricos e climatológicos existentes na bacia era composta por alguns pluviômetros, localizados em fazendas da região das cabeceiras do Xingu, e pelas estações climatológicas de São Félix do Xingu, Altamira e Porto de Moz.

A partir de 1975, com o início dos Estudos de Inventário do Rio Xingu, a rede pluviométrica da bacia foi ampliada com a instalação de novos postos, de modo a aumentar a densidade da rede, bem como melhorar sua distribuição espacial, totalizando 21 postos pluviométricos e 3 estações meteorológicas.

Nos **QUADRO 7.1.2-1** e **QUADRO 7.1.2-2** estão listadas, respectivamente, as estações pluviométricas e meteorológicas situadas na bacia hidrográfica do Xingu, cuja visualização pode ser feita através da **FIGURA 7.1.2-1**.

Quanto à rede fluviométrica da bacia do rio Xingu, até 1975 era composta de apenas seis postos, sendo três no rio Xingu e os demais nos rios Iriri, Curuá e Fresco.

Tomando como base às recomendações da Organização Meteorológica Mundial, no que se refere à densidade mínima de rede fluviométrica, verifica-se que a rede existente até 1975 era insuficiente, já que a densidade mínima aceitável, mesmo no caso de condições muito difíceis, de uma estação fluviométrica por 10.000 km² não era satisfeita.

Além disso, a distribuição espacial da rede era totalmente irregular, com áreas extensas sem nenhuma estação, enquanto que em outros locais havia postos relativamente próximos.

Com o início dos Estudos de Inventário do Rio Xingu, realizados entre 1975 e 1980, com edição do relatório em janeiro de 1980, a rede fluviométrica foi ampliada, com a instalação de novos postos, de modo a aumentar a densidade da rede, bem como melhorar sua distribuição espacial. Assim, até dezembro de 1978 foram instalados mais 28 postos fluviométricos, o que elevou o total de estações da bacia a 34.

Uma pesquisa junto ao banco de dados da Agência Nacional das Águas – ANA mostrou que apesar de haver uma gama considerável de postos fluviométricos na bacia do rio Xingu, muitos possuem períodos bastante curtos de observação e/ou possuem como responsáveis entidades distintas da ANA, dificultando assim o acesso aos mesmos.

A relação desses postos fluviométricos é apresentada na **FIGURA 7.1.2-1** e no **QUADRO 7.1.2-3**, a qual também apresenta outras informações obtidas do “site” da ANA e relevantes para a caracterização dos mesmos. As três últimas colunas apresentam os períodos para os quais as informações encontram-se disponíveis.

QUADRO 7.1.2-1
Postos Pluviométricos da Bacia

Código	Posto	Município	Coordenadas		Disponibilidade de Dados
			Latitude	Longitude	
00152000	Porto de Moz	Porto de Moz	-01° 45' 00''	-52° 14' 00''	01/68 a 12/76
00352000	Altamira	Altamira	-03° 12' 30''	-52° 12' 27''	07/68 a 4/89
00451000	Aldeia Bacajá	Senador José Porfírio	-04° 54' 55''	-51° 25' 46''	07/76 a 12/99
00452000	Monte Alegre do Xingu	Altamira	-04° 39' 56''	-52° 43' 13''	07/76 a 03/07
00454000	Praia	Altamira	-04° 48' 46''	-54° 40' 06''	07/76 a 06/98
00552000	Belo Horizonte	Altamira	-05° 24' 29''	-52° 54' 07''	04/76 a 03/98
00554000	Cajueiro	Altamira	-5° 39' 01''	-54° 31' 16''	11/75 a 04/07
00651001	Boa Esperança (Faz. Ometo)	São Félix do Xingu	-06° 43' 00''	-51° 14' 00''	08/76 a 4/07
00652000	Primavera do Xingu	São Félix do Xingu	-06° 03' 00''	-52° 36' 00''	06/76 a 05/98
00751000	Gorotire	Altamira	-07° 46' 00''	-51° 08' 00''	11/75 a 08/89
00754000	Aldeia Baú	Altamira	-07° 20' 00''	-54° 50' 00''	01/76 a 12/97
00852000	Kubenkrankein	São Félix do Xingu	-08° 02' 00''	-52° 09' 00''	08/76 a 12/88
01052000	Vila São José do Xingu	Luciara	-10° 48' 16''	-52° 44' 16''	06/76 a 04/07
01053001	Faz. Santa Emília	Marcelândia	-10° 32' 21''	-53° 36' 32''	06/76 a 04/07
01152000	Suia Liqueilândia	Luciara	-11° 43' 19''	-5° 41' 47''	06/76 a 04/07
01154001	Santa Felicidade	Vera	-11° 55' 45''	-54° 59' 53''	04/82 a 04/07
01251000	Alo Brasil	São Félix do Araguaia	-12° 09' 51''	-51° 41' 49''	03/82 a 04/07
01254001	Agrovensa	Chapada dos Guimarães	-12° 48' 47''	-54° 45' 06''	03/82 a 07/07
01352000	Faz. Sete de Setembro	Barra do Garças	-13° 52' 50''	-52° 24' 43''	01/85 a 04/07
01354000	Faz. Agrochapada	Chapada dos Guimarães	-13° 26' 48''	-54° 16' 50''	01/76 a 04/07
01453000	Passagem BR-309	Chapada dos Guimarães	-14° 36' 43''	-53° 59' 55''	06/76 a 04/07

QUADRO 7.1.2-2
Estações Meteorológicas da Bacia

Código	Estação	Coordenadas		Altitude (m)	Disponibilidade de Dados
		Latitude	Longitude		
00152001	Porto de Moz	-01° 44' 00''	-52° 14' 00''	15,93	1966 a 1990
00352001	Altamira	-03° 12' 00''	-52° 12' 00''	74,04	1967 a 1990
00651000	São Félix do Xingu	-06° 38' 00''	-51° 59' 00''	150,0	1973 a 1990

FIGURA 7.1.2-1 – Rede Hidrometeorológica

QUADRO 7.1.2-3
Postos Fluviométricos com dados disponíveis

Código	Nome	Rio	Est.	Município	Coordenadas		Área (km ²)	Período de Dados		
					Lat.	Long.		Cotas	Vazões	Medições
18409000	PASSAGEM DA BR-309	RIO CULUENE	MT	PARANATINGA	-14:36:43	-53:59:55	1.890	12/77 - 04/05	05/80 - 08/03	05/80 - 09/03
18415000	POUSADA MATRINXA	RIO CULUENE	MT	CANARANA	-13:34:9	-53:4:34	-	08/00 - 04/05	-	09/00 - 09/03
18420000	FAZENDA ITAGUAÇU	RIO RONURO	MT	PARANATINGA	-13:8:17	-54:26:38	4.005	04/77 - 04/05	04/77 - 07/03	07/77 - 09/03
18422000	RIACHO DE DEUS	RIO MANISSAUA-MIÇU	MT	MARCELÂNDIA	-11:7:38	-54:28:36	-	10/04 - 05/05	-	-
18423000	CONSUL	RIO ATELCHU OU VAN DEN STEINEN	MT	VERA	-12:21:57	-54:29:21	-	09/97 - 04/05	09/97 - 12/02	09/97 - 08/03
18428000	SANTA CRUZ DO SUIA	RIO SUIA-MIÇU	MT	QUERENCIA	-12:37:19	-52:3:32	-	10/04 - 04/05	-	-
18430000	PASSAGEM BR-080	RIO XINGU	MT	LUCIARA	-10:48:0	-53:7:0	136.937	10/75 - 02/84	10/75 - 08/78	10/75 - 07/77
18435000	RIO COMANDANTE FONTOURA	RIO CLEMENTE FONTOURA	MT	CONFRESA	-10:33:12	-52:10:50	44.320	10/99 - 04/05	10/99 - 07/03	10/99 - 08/03
18436000	JUSANTE RIO PRETO	RIO CLEMENTE FONTOURA	MT	VILA RICA	-10:2:50	-52:6:52	-	07/00 - 04/05	07/00 - 07/03	05/00 - 08/03
18450000	KOKRAIMORO	RIO XINGU	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-7:34:0	-52:40:0	197.705	02/78 - 12/83	-	-
18455000	PORTO SEGURO	RIO XINGU	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-7:20:0	-52:40:0	202.000	10/81 - 12/86	-	-
18460000	BOA SORTE	RIO XINGU	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-6:45:0	-51:59:0	206.863	01/77 - 11/02	01/77 - 11/02	01/77 - 12/02
18480000	FAZENDA RIO DOURADO	RIO FRESCO	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-8:19:29	-51:27:34	-	-	-	08/99 - 12/02
18500000	BOA ESPERANÇA	RIO FRESCO	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-6:43:9	-51:46:58	43.030	11/75 - 05/05	01/76 - 11/02	01/76 - 12/02
18510000	SÃO FELIX DO XINGU	RIO XINGU	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-6:36:0	-52:3:0	250.626	06/75 - 02/98	06/75 - 02/98	06/75 - 08/98
18513000	JOARI	RIO XINGU	PA	SÃO FELIX DO XINGÚ	-6:34:0	-52:5:0	272.000	10/81 - 02/98	-	-
18515000	SÃO JOSÉ X-6	RIO XINGU	PA	ALTAMIRA	-5:47:0	-52:52:0	276.000	05/76 - 10/85	-	-
18520000	BELO HORIZONTE	RIO XINGU	PA	ALTAMIRA	-5:24:29	-52:54:7	277.265	05/76 - 03/98	05/76 - 02/98	11/76 - 05/98
18530000	SÃO MIGUEL X-5	RIO XINGU	PA	ALTAMIRA	-4:56:0	-52:51:0	286.871	01/80 - 10/04	-	-
18590000	MANOEL JORGE (TERRA PRETA)	RIO IRIRI	PA	ALTAMIRA	-6:12:9	-54:4:27	-	09/99 - 10/03	09/99 - 10/03	09/99 - 12/03
18600000	LARANJEIRAS	RIO IRIRI	PA	ALTAMIRA	-5:41:59	-54:14:22	65.187	11/75 - 03/89	01/76 - 03/89	04/76 - 12/03
18610000	TAPERA	RIO IRIRI	PA	ALTAMIRA	-5:27:24	-54:22:0	5.400	07/89 - 05/99	-	-
18620000	CACHOEIRA DA LUZ	RIO CURUA	PA	ALTAMIRA	-8:46:0	-54:57:0	1.631	09/81 - 04/86	09/81 - 04/86	09/81 - 09/86
18640000	ALDEIA BAU	RIO CURUA	PA	ALTAMIRA	-7:20:46	-54:49:25	5.600	09/81 - 09/97	09/81 - 11/94	03/83 - 11/97
18650000	CAJUEIRO	RIO CURUA	PA	ALTAMIRA	-5:39:14	-54:31:16	34.693	11/75 - 11/04	11/75 - 10/02	02/76 - 12/03
18670000	IRIRI I-7	RIO IRIRI	PA	ALTAMIRA	-4:45:29	-54:38:21	117.038	03/79 - 10/04	-	-
18700000	PEDRA DO O	RIO IRIRI	PA	ALTAMIRA	-4:32:30	-54:0:3	123.827	09/76 - 07/04	09/76 - 04/03	12/76 - 12/03
18850000	ALTAMIRA	RIO XINGU	PA	ALTAMIRA	-3:12:44	-52:12:38	446.203	05/28 - 09/04	01/71 - 09/03	04/71 - 11/03
18870000	ALDEIA BACAJÁ	RIO BACAJA	PA	SENADOR JOSÉ PORFIRIO	-4:54:58	-51:25:42	12.839	07/76 - 06/99	07/76 - 06/99	03/77 - 12/99
18880000	FAZENDA CIPAUBA	RIO BACAJA	PA	SENADOR JOSÉ PORFIRIO	-3:46:10	-51:31:24	23.070	11/77 - 12/88	11/77 - 12/88	04/78 - 04/00
18900000	BELO MONTE	RIO XINGU	PA	SENADOR JOSÉ PORFIRIO	-3:7:0	-51:42:0	479.417	11/75 - 09/04	-	-
18940000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	RIO JARUAÇU	PA	PORTO DE MOZ	-2:13:0	-52:48:0	-	10/81 - 01/85	10/81 - 01/85	03/82 - 11/85
18950000	PORTO DE MOZ	RIO XINGU	PA	PORTO DE MOZ	-1:45:14	-52:14:27	504.277	04/28 - 04/04	-	-
18950003	PORTO DE MOZ	RIO XINGU	PA	PORTO DE MOZ	-1:45:14	-52:14:27	504.277	05/79 - 10/04	-	-

7.1.3 Clima

7.1.3.1 Procedimentos Metodológicos Específicos

Os estudos climatológicos a nível continental e regional foram desenvolvidos com vistas a fornecer uma caracterização completa do clima da bacia do rio Xingu, com especial ênfase para os aspectos de gênese do clima e para as variações espaciais e temporais dos diferentes parâmetros meteorológicos.

Foram analisados os sistemas atmosféricos na Região Amazônica, notadamente quanto à sua atuação na bacia do Xingu, embasadas em publicações dirigidas à climatologia da zona equatorial da América do Sul. Dentre as publicações consultadas, merece destaque a de A. Serra e L. Ratisbonna, específica para a Amazônia;

Os principais parâmetros meteorológicos foram avaliados com base nos dados de 21 postos pluviométricos e 3 estações meteorológicas, situados ao longo da bacia e seu entorno mais próximo.

Os dados coletados foram tabulados e calculadas as médias, os máximos e os mínimos das séries, que encontram-se representados em gráficos e ilustrações, com a identificação de valores característicos.

Com as informações oriundas dos estudos anteriores, foi caracterizada a dinâmica atmosférica, com a identificação e descrição dos principais sistemas de circulação atuantes na região.

A Classificação Climática da AAR - Área de Abrangência Regional foi baseada nos critérios definidos por Köppen, com a indicação do grupo climático a qual pertence à região em estudo.

7.1.3.2 Revisão Bibliográfica – Estudos Anteriores

O diagnóstico ambiental da AAR, desenvolvido no EIA-RIMA da ELN-UFPA, efetuou uma abordagem ampla dos aspectos ligados à Dinâmica do Clima da Bacia do Rio Xingu, analisando a meso circulação dos principais Sistemas Atmosféricos atuantes na bacia, sendo que partes destas análises foram incorporadas ao presente documento.

Os estudos climatológicos para a AAR estão limitados aos dados das estações do INMET, cujos dados encontram-se disponíveis nas Normais Climatológicas do período 1961 a 1990, englobando as estações de Altamira, Porto de Moz e São Félix do Xingu. No presente trabalho, os dados das estações de Altamira e Porto de Moz foram atualizados, compondo séries mais recentes com 11 anos de dados.

7.1.3.3 Dinâmica do Clima Regional

O presente capítulo trata da caracterização do regime climático da bacia do rio Xingu, com ênfase na dinâmica climática que rege os principais sistemas atmosféricos atuantes na bacia.

- O Continente Sul Americano

A América do Sul está situada entre dois grandes oceanos. O Oceano Atlântico e o Oceano Pacífico exercem grande influência sobre o clima desse continente. As características da circulação regional sobre a América do Sul somente podem ser compreendidas considerando-se os efeitos climáticos desses dois oceanos. Um aspecto geográfico importante da América do Sul é a presença da elevada Cordilheira dos Andes que se estende ao longo de toda a costa oeste, desde 10° N a 60° S. Uma outra característica especial da América do Sul é a floresta amazônica que ocupa cerca de 65% de sua área tropical. O continente sul americano possui ainda alguns desertos dos mais inóspitos e regiões áridas, como o deserto de Atacama no Chile, o deserto da Patagônia e o árido sertão do Nordeste do Brasil.

A circulação atmosférica sobre a América do Sul exhibe diversas características especiais, como a alta da Bolívia, a zona de convergência do Atlântico Sul (*South Atlantic Convergence Zone, SACZ*), a área de baixa pressão do Chaco no verão e o fenômeno da friagem na região equatorial durante o inverno do Hemisfério Sul. Os oceanos tropicais dos dois lados do continente sul americano são os únicos do mundo que não são castigados por furacões e tufões. No Oceano Atlântico tropical, a zona de convergência intertropical (*Intertropical Convergence Zone, ITCZ*) estende-se de oeste-sudoeste para leste-nordeste, tendo seu extremo oeste-sudoeste uma amplitude meridional de migração sazonal bastante grande.

- A Circulação Regional

Existem dois centros subtropicais de alta pressão, um sobre o Oceano Pacífico e o outro sobre o Oceano Atlântico, respectivamente do lado oeste e do leste da América do Sul. Sobre o continente predominam pressões relativamente baixas todo o ano. No interior do continente, a pressão ao nível do mar é mínima no verão e máxima no inverno. A alta do Oceano Pacífico é mais intensa no verão e a alta do Oceano Atlântico no inverno. Esses dois centros de alta afastam-se do continente no verão, quando ocorre a estação das chuvas na maior parte da América do Sul tropical e subtropical. O anticiclone do Atlântico Sul migra durante o ano, passa da posição (15° W, 27° S) em agosto para a posição (5° W, 33° S) em fevereiro. Em combinação com a migração sazonal da ITCZ no período de fevereiro – maio determina a estação chuvosa na região do Nordeste do Brasil (HASTENRATH, 1991).

Sobre o continente, há uma zona equatorial de baixa pressão (cavado) que se funde com a ITCZ sobre o oceano. A posição e a intensidade do cavado equatorial é um fator de grande influência sobre a estação chuvosa no lado norte da região amazônica, incluindo as Guianas, a Venezuela e a Colômbia.

Uma característica importante da circulação geral da América do Sul é o enfraquecimento do anticiclone subtropical no verão, devido ao aquecimento das águas oceânicas. Ao deslocar-se

para o sul, no início do verão, o anticiclone do Atlântico Sul dá ensejo ao desenvolvimento da SACZ que o divide em duas partes.

A circulação das camadas mais baixas da troposfera (ventos alísios), oriunda do lado norte do centro de alta pressão do anticiclone do Atlântico Sul, atinge os Andes, no Peru e na Colômbia, onde é bloqueada pelas altas montanhas e é desviada para o sul, quando se torna lentamente ventos de norte e de noroeste do lado leste das Cordilheiras. Na costa leste, os ventos alísios penetram o continente com diferentes ângulos e velocidades a cada estação. Isto tem efeitos significativos sobre a precipitação litorânea (KOUSKY, 1955). Sobre o continente, região do colo entre os dois anticiclones do Atlântico e do Pacífico, nas latitudes entre 15° S e 40° S, o campo do escoamento é caracterizado por uma forte deformação, que foi qualificada como geradora de frentes, ou frontogenética (SATYAMURTY e MATTOS, 1989). Há evidências de que nessa região ocorre um jato de baixo nível de norte, abaixo de 850 hPa, que é responsável pelo transporte de vapor de água e calor do Amazonas para a região do Paraguai e Argentina (PEAGLE, 1987).

Em abril, ao norte de 10° N sobre o Atlântico, os alísios têm uma componente mais de norte e a ITCZ fica situada ao sul do mar do Caribe. A ITCZ, no oeste do Oceano Atlântico e no leste do Oceano Pacífico, vista sob o aspecto do eixo de confluência dos alísios, atinge sua posição mais ao norte no final do inverno do Hemisfério Sul, isto é, cerca de 10° N no Atlântico e 13° N no Pacífico. Por outro lado, a ITCZ chega mais ao sul no final do verão do Hemisfério Sul, cerca de 3° N no Oceano Atlântico, no período de fevereiro-abril, e 5° N no Oceano Pacífico, no período janeiro e fevereiro (HASTENRATH, 1991).

- Variação Anual da Circulação Atmosférica

O texto a seguir, diretamente relacionado à **FIGURA 7.1.3-1**, apresenta as análises sobre as situações de inverno-primavera e de verão-outono. Essa ilustração mostra a variação sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul e sobre a bacia do Xingu, 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. O estudo de situações de cheia excepcionais, visando caracterizar a fenomenologia causadora, apresenta interesse para o dimensionamento dos órgãos extravasores.

FIGURA 7.1.3-1 - Variação sazonal dos sistemas atmosféricos na América do Sul

a) 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 Xingu. 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 7.1.3-1**, já citada.

A 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.

A Frente Polar Atlântica (FPA), em sua trajetória marítima, pode atingir a latitude de Natal, inflectindo, 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 Xingu, atravessando o Acre, o Alto Amazonas e a Colômbia, gerando o 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 Xingu, 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, instabilizando-se, 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 sul atinge a latitude de Cuiabá a uns 1.000 ou 2.000 metros, determinando aumento da pressão, das temperaturas e possivelmente trovoadas, sendo que ao 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 Xingu, 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.

b) 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 Xingu, 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 alíseos de norte e de leste, oceânicos, originando 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 7.1.3-1**.

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 7.1.3-1**. Este setor da bacia do Xingu 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, freqüentemente, 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 mistura-se ao alíseo, 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 Xingu. 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.

c) **As Variações Interanuais**

As análises sinópticas das variações interanuais da circulação tropical de verão mostram que nos verões com circulação do tipo *Hadley* forte, as precipitações são acima do normal na área costeira do Nordeste do Brasil e no sul do Brasil. Durante os períodos de fraca circulação de *Hadley*, as chuvas são acima do normal no interior sul do Nordeste do Brasil e abaixo do normal no Sul do Brasil. Os estudos demonstraram que a circulação do tipo de *Hadley* sobre a América do Sul era forte quando a circulação ciclônica de 850 hPa, centrada na posição 28° S e 65° W, era bem definida, e a circulação de *Hadley* era fraca quando ambas a circulação ciclônica de 850 hPa e a anticiclônica de 150 hPa eram fracas e deslocadas para norte na direção da Bacia do Rio Amazonas. Nesses verões, a invasão de ar frio do sul foi mais freqüente.

As situações sinópticas de períodos relativamente secos ou relativamente úmidos no Nordeste do Brasil, nos meses de fevereiro a abril, parecem estar associados a um índice zonal baixo no Hemisfério Sul e um alto índice zonal no Hemisfério Norte. Essa situação sinóptica facilita a penetração das frentes frias do sul no Nordeste do Brasil, as quais interagem com uma perturbação móvel no cavado equatorial e produz fortes precipitações na região.

d) **As Variações Sazonais**

Madden e Julian, em 1971, descobriram algumas oscilações de duração de 30 a 60 dias e as chamaremos de MJOs (*Madden and Julian Oscillations*), que ocorrem sobre o Oceano Pacífico. Posteriormente foi verificado que atingem todas as regiões tropicais do globo, com intensidade variável. O efeito da MJO é sentido na América do Sul cerca de seis semanas depois que se manifesta no oeste do Oceano Pacífico. Já existem estudos (KOUSKY e CAVALCANTI, 1988) mostrando que essa oscilação tem efeito de baixa intensidade sobre a convecção na Bacia Amazônica e no Sudeste do Brasil, especialmente no verão. Nos anos do fenômeno *El Niño*, parece haver um aumento da freqüência das oscilações MJOs.

7.1.3.4 Variações Espaciais e Temporais dos Elementos do Clima

Até 1975 a rede de postos pluviométricos e climatológicos existentes na bacia era restrito a alguns pluviômetros, localizados em fazendas da região das cabeceiras do Xingu, e às estações climatológicas de São Félix do Xingu, Altamira e Porto de Moz.

A partir de 1975, com o início dos Estudos de Inventário do Rio Xingu, a rede pluviométrica da bacia foi ampliada com a instalação de novos postos, de modo a aumentar a densidade da rede, bem como melhorar sua distribuição espacial, totalizando 21 postos pluviométricos e 3 estações meteorológicas.

Devido a ausência de estações meteorológicas no trecho alto da bacia, já que as três únicas estações existentes situam-se no trecho médio baixo e baixo da bacia, foram utilizados os dados da estação de Diamantino, situada fora da bacia, porém próxima aos limites das cabeceiras do Xingu.

Com base nos dados coletados são apresentadas a seguir as principais características dos parâmetros meteorológicos de interesse.

- Precipitação

Com base nos dados mais recentes coletados junto ao banco de dados da ANA, para os postos da bacia e seu entorno, foram selecionados aqueles mais representativos de cada porção da bacia (alta, média e baixa), de forma a caracterizar a precipitação mensal e anual de cada segmento. Estes resultados estão apresentados na **TABELA 7.1.3-1**.

TABELA 7.1.3-1
Caracterização da Precipitação na Bacia

Estação		Mensal (mm/mês)												Extremos (mm/mês)	Anual (mm/mês)	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
BAIXA BACIA	Cupari	Mínima	60	126	159	97	1	19	15	7	0	18	0	40	0	
		Média	248	284	341	270	197	82	71	83	66	97	123	183		2.037
		Máxima	447	472	544	580	383	222	160	225	187	240	265	476	580	
	Monte Alegre do Xingu	Mínima	72	89	88	73	13	0	0	2	0	8	0	46	0	
		Média	267	254	280	208	146	55	25	31	36	67	102	152		1.614
		Máxima	439	477	547	427	361	139	73	108	126	196	276	388	547	
	Aldeia Bacajá	Mínima	103	134	128	90	32	0	1	0	0	9	0	55	0	
		Média	258	310	327	221	137	40	22	26	37	70	82	169		1.701
		Máxima	496	518	624	543	314	145	102	70	73	224	200	398	624	
	Fazenda Estrela do Norte	Mínima	54	185	185	72	37	8	1	0	0	0	0	28	0	
		Média	262	338	388	301	191	74	45	24	26	53	74	156		1.932
		Máxima	484	652	665	515	402	199	172	73	97	236	272	333	665	
Porto de Moz	Mínima	70	96	195	176	84	88	24	19	1	6	0	26	0		
	Média	215	271	307	388	297	267	143	74	68	55	70	98		2.241	
	Máxima	367	506	434	659	458	557	316	134	164	131	271	275	659		
Irapuru	Mínima	79	162	274	197	81	48	25	9	9	11	0	50	0		
	Média	326	402	433	388	272	151	95	48	83	72	86	148		2.506	
	Máxima	563	715	602	630	569	321	228	90	201	228	354	329	715		
MÉDIA BACIA	Fazenda Santa Emília	Mínima	224	90	29	45	0	0	0	13	67	85	100	0		
		Média	390	350	282	180	44	3	2	14	92	178	244	369		2.147
		Máxima	889	714	518	427	144	18	29	110	186	475	619	726	889	
	Vila São José do Xingu	Mínima	136	143	139	44	1	0	0	0	10	80	55	220	0	
		Média	328	309	287	151	45	13	6	18	114	212	236	342		2.061
		Máxima	597	561	620	291	122	205	57	117	199	521	495	545	620	
	Aldeia do Baú	Mínima	164	172	188	53	13	0	0	0	10	24	42	137	0	
		Média	344	360	386	238	112	29	8	36	97	155	182	322		2.265
		Máxima	622	692	886	524	266	114	40	190	187	395	316	590	886	
	Kubenkranklein	Mínima	151	124	131	95	6	0	0	0	11	92	81	164	0	
		Média	265	261	273	209	53	16	18	25	89	172	208	296		1.886
		Máxima	470	436	545	590	130	85	92	105	177	411	361	438	590	
	Gorotire	Mínima	36	44	27	14	0	0	0	0	17	36	47	26	0	
		Média	202	215	239	165	72	11	7	24	82	146	171	223		1.551
		Máxima	415	392	438	475	177	52	33	106	190	305	368	509	509	
	Cajueiro	Mínima	50	75	96	56	19	0	0	1	11	17	43	30	0	
		Média	252	298	293	221	151	44	29	31	76	110	154	215		1.872
		Máxima	417	491	446	412	293	128	134	97	225	233	357	725	725	
Primavera do Xingu	Mínima	125	85	118	85	7	0	0	0	25	33	59	85	0		
	Média	254	269	244	213	122	40	31	47	77	145	166	202		1.809	
	Máxima	441	566	482	407	241	144	147	226	181	324	288	516	566		
ALTA BACIA	Passagem BR-309	Mínima	59	94	87	21	0	0	0	0	42	124	124	0		
		Média	372	271	272	119	42	16	9	18	73	173	271	367		2.001
		Máxima	924	667	687	446	145	125	117	119	304	486	1.105	622	1.105	
	Fazenda Agrochapada	Mínima	133	133	87	12	0	0	0	0	0	56	42	146	0	
		Média	333	314	259	126	35	8	3	12	51	172	199	330		1.841
		Máxima	604	774	491	330	200	60	29	87	195	400	371	604	774	
	Fazenda Sete de Setembro	Mínima	117	89	88	10	0	0	0	0	1	57	47	101	0	
		Média	292	258	248	88	26	7	1	8	50	151	199	277		1.605
		Máxima	637	645	575	208	106	45	15	78	177	289	682	440	682	
	Santa Felicidade	Mínima	130	92	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Média	358	348	297	135	35	7	2	8	60	185	278	295		2.008
		Máxima	639	863	667	325	145	53	20	68	212	524	962	496	962	
Alo Brasil	Mínima	136	89	58	15	0	0	0	0	2	58	53	141	0		
	Média	329	250	270	127	54	10	6	14	65	171	222	273		1.790	
	Máxima	594	622	598	264	223	71	78	169	187	375	770	432	770		

Fonte: Hidroweb-ANA

A partir dos registros de precipitação dos postos considerados como representativos da bacia, foi obtido o mapa de isoietas anuais apresentado na **FIGURA 7.1.3-2**. Essas isoietas mostram que na bacia do rio Xingu a precipitação aumenta no sentido de seu desenvolvimento, de montante para jusante, variando de 1.500mm nas nascentes a 2.600mm na proximidade da foz. Já a precipitação média anual na bacia resultou em 1.800mm.

Na **FIGURA 7.1.3-3** apresenta-se a variabilidade da precipitação nas diferentes porções da bacia.

FIGURA 7.1.3-2 - Configuração Iesotal da Bacia

FIGURA 7.1.3-3 - Variabilidade da precipitação média

Pode-se concluir, a partir da ilustração apresentada, que a bacia do rio Xingu apresenta uma sazonalidade bem definida. O período chuvoso, das cabeceiras do rio até a parte média alta da bacia, compreende os meses de dezembro a março; já na faixa média da bacia até o baixo curso, o período chuvoso vai de fevereiro a maio.

Nota-se claramente que, entre as cabeceiras e o baixo curso, o período chuvoso sofre um atraso de cerca de um a dois meses. Este fato favorece a ocorrência de grandes deflúvios nos trechos do médio e baixo cursos. As descargas que ocorrem nesses trechos, no período de fevereiro a abril, são provenientes do escoamento superficial das chuvas que atingem o segmento médio inferior da bacia e do escoamento dos deflúvios originários das precipitações de um a dois meses antes, nas partes média superior e alta da bacia. Merece citação também a grande acumulação na própria calha do rio e nas baixadas marginais adjacentes, o que tem grandes efeitos sobre o amortecimento das cheias e seu tempo de trânsito ao longo da calha principal do rio Xingu.

- Temperatura

Pela sua posição geográfica próxima ao Equador e pelas suas baixas altitudes, a bacia se caracteriza por um clima quente, ocorrendo de agosto a dezembro as temperaturas mais elevadas. As máximas não são excessivas, devido à forte umidade relativa e a intensa nebulosidade. Em contrapartida, nos meses mais frios, junho a julho, dificilmente a temperatura média fica abaixo dos 24 °C. Em casos particulares, quando ocorre a invasão do ar polar continental, as mínimas absolutas podem chegar aos 8 °C.

A **TABELA 7.1.3-2** contém as temperaturas mínimas, médias e máximas para as estações meteorológicas selecionadas. Na **FIGURA 7.1.3-4** pode-se observar os gráficos com a distribuição mensal das temperaturas.

Na região de Altamira e Porto de Moz, trecho inferior da bacia, a temperatura média durante o ano fica entre 25,4°C e 27,3°C, com mínimas em fevereiro e máximas em outubro.

Como indicador do trecho médio, tem-se a localidade de São Félix do Xingu. Nesta, em posição mais meridional e em altitude mais elevada que o trecho inferior, as médias mensais ficam entre 24,6°C (mínima em julho) e 25,4°C (máxima em setembro).

Para o trecho alto da bacia verifica-se que a temperatura média é de 25,2 °C, com as mínimas ocorrendo em maio com valores em torno dos 24,4 °C . As máximas geralmente ocorrem a partir de fevereiro com valores entre 27,0 °C e 28 °C.

TABELA 7.1.3-2
Temperaturas Características nas Estações Seleccionadas

Estação		Mensal (°C)												Extremos (°C)	Anual (°C)
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Porto de Moz	Mínima	22,1	22,1	22,3	22,4	22,5	22,4	22,0	22,3	22,5	22,7	22,7	22,7	22,0	26,4
	Média	25,8	25,5	25,9	26,1	26,2	26,0	26,2	26,7	27,0	27,3	27,1	26,7		
	Máxima	31,0	30,5	30,7	30,8	30,9	31,2	31,6	32,5	32,8	33,2	32,8	32,2	33,2	
Altamira	Mínima	22,0	22,0	22,3	22,3	22,3	21,5	20,8	21,1	21,8	22,2	22,5	22,4	20,8	26,0
	Média	25,6	25,4	25,4	25,6	25,8	25,7	25,6	26,2	26,8	27,0	26,9	26,4		
	Máxima	30,2	29,9	29,9	30,1	30,5	30,9	31,2	32,0	32,4	32,4	31,8	31,2	32,4	
São Félix do Xingu	Mínima	19,6	19,8	19,8	20,2	19,7	18,3	17,4	18,8	19,2	19,6	19,8	19,6	17,4	25,0
	Média	24,7	24,6	24,8	25,0	25,2	24,7	24,6	25,2	25,4	25,3	25,3	24,8		
	Máxima	30,6	30,6	30,8	31,2	31,8	32,1	32,8	33,4	33,0	32,2	32,0	31,0	33,4	
Diamantino	Mínima	20,4	21,227	20,4	20,4	19,1	15,1	16,4	19,1	19,5	20,8	21,8	19,92	19,5	25,2
	Média	24,0	,0	24,3	27,7	24,4	25,4	24,5	24,7	25,3	24,5	25,0	5,5		
	Máxima	32,3	31,6	31,4	33,6	31,5	32,1	32,8	34,9	32,5	32,2	32,9	32,9	32,5	

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3-4 - Variabilidade da Temperatura

- Evaporação

A análise dos dados de evaporação oriundos do Evaporímetro Piché indica uma situação inversa à da precipitação, com os menores valores ocorrendo no período mais chuvoso e os maiores no período mais seco.

Em Porto de Moz e Altamira os menores valores ocorrem de fevereiro a abril, com totais mensais variando entre 46,5 e 51,8mm e 38,5 e 43,6mm, respectivamente. Quanto aos valores maiores de evaporação, para a primeira estação dá-se no período de outubro a dezembro, com variação de 88,4 a 100 mm, e, para Altamira de setembro a novembro, variando de 90,6 a 78,5mm.

Já São Félix do Xingu possui menores valores de janeiro a março (39,5 a 44,2mm) e maiores de junho a agosto (76,9 a 98,6mm).

Na parte alta da bacia os valores de evaporação superam os das demais regiões da bacia, a média anual é de 1.213,8 mm, Os valores mínimos ocorrem nos meses mais chuvosos (dezembro a abril), com valores entre 59,0 e 71,0 mm. Já os valores máximos superam os da região de Altamira, variando entre 111 e 180mm nos meses de junho a outubro.

Na **TABELA 7.1.3-3** apresentam-se os valores mensais da evaporação para as estações selecionadas, sendo que na **FIGURA 7.1.3 5** podem-se observar os respectivos gráficos.

TABELA 7.1.3-3
Evaporação Mensal e Anual - (Evaporímetro Piché)

Estação	Mensal (mm/mês)												Anual (mm/ano)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Porto de Moz	60,9	48,1	51,8	46,5	50,4	54,8	66,7	79,6	85,3	100,0	93,8	88,4	826,3
Altamira	48,2	38,5	43,2	43,6	49,8	56,0	65,6	73,5	85,8	90,6	78,5	64,4	737,7
São Félix do Xingu	43,3	39,5	44,2	46,9	59,7	76,9	98,6	97,1	75,1	64,7	55,8	47,1	748,9
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

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3 5 - Variabilidade da Evaporação

- Umidade Relativa

No trecho inferior da bacia, tanto na latitude de Porto de Moz quanto de Altamira, a curva da umidade relativa cresce a partir de novembro até abril-maio, variando de 83% a 89% e 79% a 88%, respectivamente. Entre junho e outubro ela reduz até 82% em Porto de Moz, e entre maio e outubro até 78% em Altamira.

Caracterizando o trecho médio da bacia, São Félix do Xingu demonstra uma ligeira modificação na curva de umidade relativa em relação ao trecho inferior, apresentando máxima em janeiro (89%) e mínimas entre julho e agosto (81%).

Já no trecho alto da bacia, a umidade relativa fica pouco abaixo do trecho médio, com máximas em janeiro/ fevereiro (80% e 83%) e mínimas em agosto/setembro (60,7 e 64,5%).

Na **TABELA 7.1.3-4** apresentam-se os valores médios e na **FIGURA 7.1.3-6** os respectivos gráficos ilustrativos.

TABELA 7.1.3-4
Umidade Relativa Mensal e Anual

Estação	Mensal (%)												Anual (%)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Porto de Moz	88,0	89,0	89,0	89,0	89,0	87,0	87,0	85,0	84,0	82,0	83,0	84,0	86,3
Altamira	86,0	87,0	88,0	88,0	87,0	85,0	83,0	81,0	79,0	78,0	79,0	86,0	83,9
São Félix do Xingu	89,0	88,0	88,0	88,0	86,0	84,0	81,0	81,0	82,0	85,0	85,0	88,0	85,4
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

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3-6 - Variabilidade da Umidade Relativa

- Insolação

A insolação em Porto de Moz apresenta acréscimo entre março e agosto variando de 103,2 a 254,7 horas e decrescendo em seguida. Altamira e São Félix do Xingu apresentam a mesma tendência, com insolação máxima em julho de 207,2 e 209,4 horas, respectivamente e menor número de horas de insolação no mês de fevereiro (80,6 e 66,6 horas).

Quanto ao trecho superior da bacia, Diamantino apresenta comportamento próximo ao de Porto de Moz, com valores entre 137,2 e 267,3 horas.

Estes valores e respectivos gráficos são apresentados na **TABELA 7.1.3-5** e na **FIGURA 7.1.3-7**.

TABELA 7.1.3-5
Insolação Mensal e Anual

Estação	Mensal (horas)												Anual (horas)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Porto de Moz	127,8	103,2	118,8	129,6	168,6	191,2	228,1	254,7	243,1	221,9	168,5	146,6	2.102,1
Altamira	101,2	80,6	92,7	101,8	144,2	164,8	207,2	205,8	164,4	134,3	93,2	98,4	1.588,6
São Félix do Xingu	82,3	66,6	81,6	105,6	151,0	184,4	209,4	145,3	127,7	116,9	106,8	88,8	1.466,4
Diamantino	147,3	142,2	164,1	187,6	217,0	223,9	263,5	218,6	267,3	189,6	152,6	137,2	2.310,9

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3-7 - Viabilidade da Insolação

- Nebulosidade

Ao analisar os dados de nebulosidade no decorrer do ano, nota-se uma diferenciação entre o trecho inferior e o médio superior.

No caso de Porto de Moz e Altamira, representando o trecho inferior, os totais de cobertura do céu (expressos em “oitavas de cobertura”) apresentam-se altos durante todo o ano, em torno de 6,4 a 6,7 e 6,9 a 7,2, respectivamente, nos primeiros meses. Entre maio e agosto há uma variação de 6,2 a 5,2 para ambas as estações. A partir do trecho médio, com o alargamento do período seco do meio do ano, diminuem nesta época. Em São Félix do Xingu tem-se mínima de 3,6 em julho e no trecho alta junto a estação de Diamantino este valor cai para 3,2 em julho.

Estes valores e respectivos gráficos são apresentados na **TABELA 7.1.3-6** e na **FIGURA 7.1.3-8**.

TABELA 7.1.3-6
Nebulosidade Mensal e Anual

Estação	Mensal (0 – 10)												Anual (0 - 10)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Porto de Moz	6,4	6,7	6,7	6,6	6,2	5,8	5,3	5,1	5,2	5,1	5,5	5,9	5,9
Altamira	6,9	7,2	7,2	6,9	6,4	5,4	5,4	5,2	5,5	5,9	6,1	6,9	6,3
São Félix do Xingu	7,1	7,2	7,0	6,6	5,4	3,8	3,6	5,3	6,3	6,6	6,8	7,1	6,1
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

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3-8 - Viabilidade da Nebulosidade

- Vento

Para análise dos ventos na bacia foram utilizados os dados da estação meteorológica de Altamira, cobrindo o período setembro/2000 a outubro/2007, tais dados referem-se ao anemômetro totalizador já que o Anemógrafo da estação encontra-se desativado.

A ausência de fenômenos ciclônicos intensos sobre a bacia do rio Xingu acarreta a ausência de ventos intensos e persistentes.

A velocidade média ao longo do período gira em torno de 1,5 m/s, já as velocidades máximas apresentam um, máximo de 9,3 m/s. Para a maioria dos anos a velocidade mínima é igual a zero (calmaria).

Nas **TABELA 7.1.3-7** a **TABELA 7.1.3-9** e no **GRÁFICO 7.1.3-1** apresentam-se as análises efetuadas.

TABELA 7.1.3-7

Ventos Médios em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2000									1,6	1,9	1,8	1,6	
2001	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	1,5	2,0	2,0	2,3	2,2	2,2	1,6
2002	1,6	1,3	1,3	1,0	1,1	1,5	1,3	1,6	2,1	2,3	1,7	1,8	1,6
2003	2,1	1,8	1,7	1,4	1,4	0,8	1,0	1,1	1,7	1,9	1,4	1,8	1,5
2004	1,8	1,0	0,9	0,2	0,7	1,3	1,3	1,1	1,5	1,4	2,0	1,7	1,2
2005	1,5	1,3	1,3	1,5	1,4	1,4	1,2	1,6	2,1	2,1	2,0	1,4	1,6
2006	1,3	1,4	1,2	1,0	0,8	1,2	1,5	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,5
2007	1,7	1,6	1,6	1,3	1,4	1,3	1,5	1,6	1,9	1,8			
Média	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,3	1,3	1,6	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5

Fonte: INMET.

TABELA 7.1.3-8

Ventos Máximos em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máximo
2000									5,0	5,0	5,0	5,0	
2001	6,0	5,0	3,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
2002	8,0	6,0	7,0	8,0	5,0	7,0	4,0	7,0	7,0	8,0	7,0	8,0	8,0
2003	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,0	9,3	4,0	4,0	7,0	9,3
2004	4,0	4,0	4,0	2,0	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,5	5,0
2005	4,0	3,0	3,6	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0
2006	5,0	4,0	4,1	3,0	4,0	4,0	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	5,0
2007	4,0	4,0	3,0	3,1	3,1	3,1	4,1	4,1	4,1	3,1			
Máximo	8,0	6,0	7,0	8,0	5,0	7,0	5,0	7,0	9,3	8,0	7,0	8,0	9,3

Fonte: INMET.

TABELA 7.1.3-9

Ventos Mínimos em Altamira - Período: Set/2000 a Out/2007

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Mínimo
2000									0,3	1,0	0,7	0,7	
2001	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0,0
2003	0,3	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,7	1,0	0,7	1,0	0,0
2004	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,9	0,5	0,0
2005	0,5	0,3	0,3	0,7	0,3	0,6	0,6	0,0	0,5	0,7	0,7	0,0	0,0
2006	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,7	1,3	1,3	1,3	0,7	0,7	0,0
2007	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,4	1,0			
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0

Fonte: INMET.

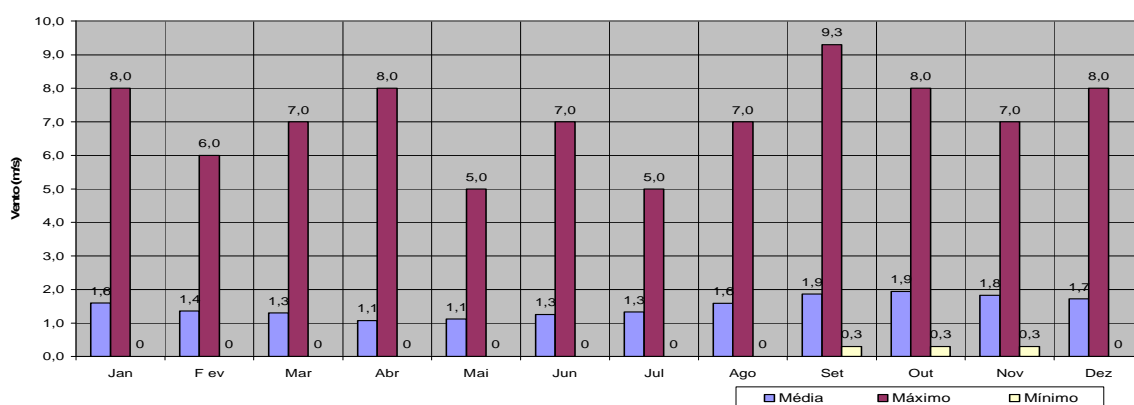


GRÁFICO 7.1.3-1 - Velocidades Características dos Ventos - Estação: Altamira

Afora os dados de velocidades, foram fornecidas igualmente as direções preferências mês/mês para cada ano, sendo o resumo das freqüências apresentadas na **TABELA 7.1.3-10**, a seguir.

TABELA 7.1.3-10
Vento -Direção Predominante Mensal

Ano	Direção
2000 (*)	Nos meses de setembro, outubro e novembro predomina a direção Nordeste (NE), já em dezembro predomina a direção Noroeste (NW).
2001	41,7% direção Noroeste (NW); 25% direção Norte (N); 25% direção nordeste (NE) e 8,3% calmaria (C).
2002	75% direção Norte (N); 16,7% direção Noroeste (NE) e 8,3% calmaria (C).
2003	33,3% direção Norte (N) e 66,7% calmaria (C).
2004	16,7% direção Norte (N); 8,3% direção Noroeste (NE) e 75% calmaria (C).
2005	41,7% direção Norte (N) e 58,3% calmaria (C).
2006	25% direção Norte (N) e 75% calmaria (C).
2007 (**)	70% direção Norte (N) e 25% calmaria (C).

Fonte: INMET.

Obs: (*) - Somente dados nos meses de setembro a dezembro.

- Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica tem uma variação anual semelhante nas estações analisadas, com seu valor mais alto no mês de julho, quando as temperaturas são mais baixas, caindo a partir daí, e chegando a novembro ou dezembro ao seu menor valor, quando as médias térmicas são mais elevadas.

A pressão, em média, aumenta progressivamente do trecho superior ao médio e inferior. Enquanto a máxima em Porto de Moz é de 1011,7 hPa, em Altamira é de 1001,8 hPa, em São Félix do Xingu de 992,0 hPa e em Diamantino é de 982,7 hPa. Estes valores pouco variam em relação à pressão mínima que são respectivamente de 1008,6 hPa, 998,6 hPa, 989,4hPa e 976,6 hPa.

Na **TABELA 7.1.3-11** estão tabulados os valores aferidos e na **FIGURA 7.1.3-9** apresentam-se os respectivos gráficos.

TABELA 7.1.3-11
Pressão Atmosférica Mensal e Anual

Estação	Mensal (hPa)												Anual (hPa)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Porto de Moz	1009,1	1009,1	1009,1	1009,3	1009,7	1011,2	1011,7	1010,9	1010,3	1009,4	1008,7	1008,6	1009,8
Altamira	999,9	999,9	999,6	999,8	1000,4	1001,3	1001,8	1001,1	1000,7	999,4	998,6	999,4	1000,2
São Félix do Xingu	990,0	990,2	990,1	990,0	990,4	991,7	992,0	991,2	990,5	989,8	989,4	989,7	990,4
Diamantino	976,6	978,2	979,2	979,4	981,0	992,5	982,7	981,1	980,0	977,7	977,9	977,6	976,1

Fonte: INMET.

FIGURA 7.1.3-9- Viabilidade da Pressão Atmosférica

7.1.3.5 Gases de Efeito Estufa

a) O Efeito Estufa e as Mudanças Climáticas

O aquecimento da atmosfera terrestre é um fenômeno natural, resultante da interação dos processos naturais de entrada de radiação eletromagnética entre o sol (fonte geradora de radiação luminosa, ultravioleta e infravermelha) e a emissão de radiação térmica do planeta terra (corpo receptor, dissipador e refletor da energia recebida pela fonte geradora).

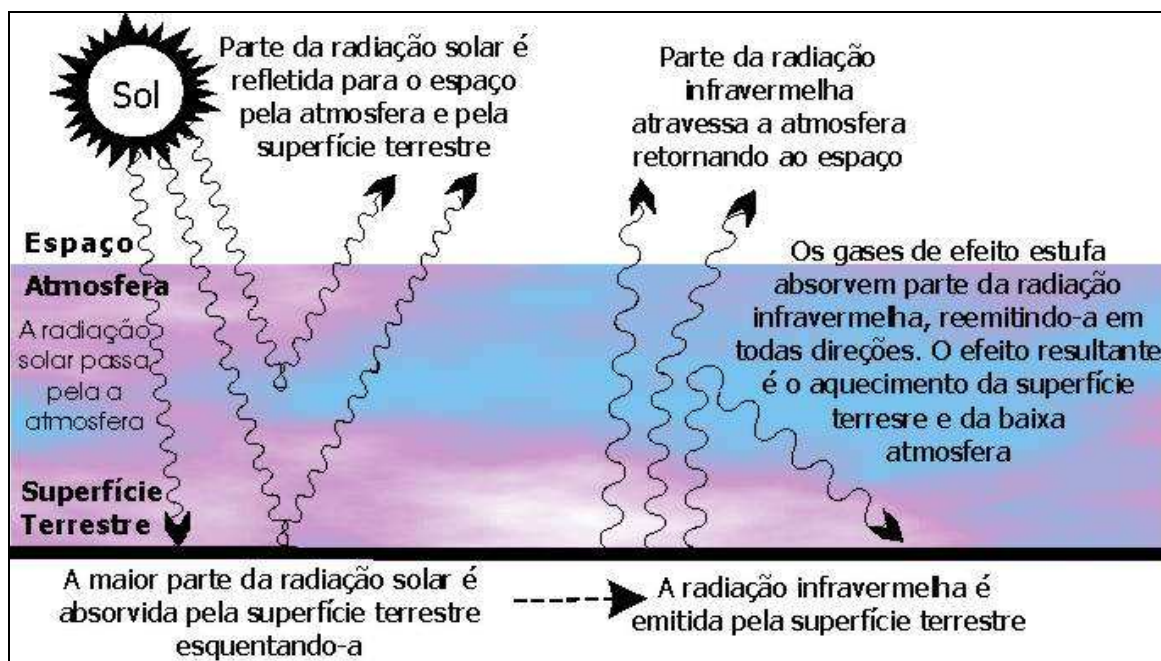
A intensificação das atividades humanas, em especial a partir da revolução industrial, proporcionou o incremento da emissão de determinados gases para a atmosfera, que interagem em nível molecular com a radiação térmica emitida para a Terra. Esse fenômeno foi denominado de Efeito Estufa face a sua similaridade com o processo que acontece com a atmosfera do planeta Terra e das estufas construídas pelo homem para o cultivo de plantas e alimentos.

Na estufa artificial há um desequilíbrio térmico proposital, criado pelo homem para estabelecer condições microclimáticas a partir da construção de anteparos que bloqueiam a saída da radiação térmica para a atmosfera, existindo, adicionalmente, um papel da convecção do ar. Esses anteparos são feitos, geralmente, de vidro ou plástico transparente, permitindo a passagem da radiação infravermelha e retêm o calor no ambiente condicionado (UNEP, 1997).

Em termos esquemáticos, no aquecimento global da Terra o Efeito Estufa funciona do seguinte modo: a energia da radiação eletromagnética emitida pelo sol atinge a atmosfera, principalmente na forma de radiação luminosa, e uma parte menor de infravermelha e ultravioleta. Parte da radiação é refletida pela atmosfera, parte é absorvida e outra atravessa a atmosfera, alcançando a superfície terrestre. Esta reflete a parcela da radiação eletromagnética de ondas luminosas e absorve a outra parcela. As radiações absorvidas participam de processos físicos e sua energia transforma-se, resultando, ao final, na emissão, pela Terra, de calor sob a forma de radiação térmica (ondas longas). O calor irradiado pela Terra se dirige ao espaço. Parte deste calor, porém, é aprisionado na atmosfera, devido à presença dos gases causadores do Efeito Estufa (ELETROBRÁS, COPPE/UFRJ, 2005). A **FIGURA 7.1.3-10** ilustra, esquematicamente, a ocorrência do Efeito Estufa na Terra.

Os gases responsáveis pelo Efeito Estufa são denominados “gases de efeito estufa” (GEE). Estes geralmente são compostos de moléculas que se encontram naturalmente na atmosfera, sendo os mais importantes: dióxido de carbono (CO_2); vapor de água (H_2O); metano (CH_4); ozônio (O_3); e óxido nitroso (N_2O). Quanto maior a concentração dos GEE, maior é a absorção de calor e maior será o aquecimento da atmosfera. O Efeito Estufa existe há bilhões de anos, possibilitando a vida terrestre na forma conhecida. A temperatura média global da superfície da Terra, com a presença do Efeito Estufa, é de 15°C . Caso não existisse o Efeito Estufa natural, a temperatura média da superfície da Terra situar-se-ia na faixa de -18°C^1 .

O vapor d'água é o mais importante gás natural causador do efeito estufa devido a sua abundância, mas o papel das suas emissões de origem antropogênica são menos importantes. O CO_2 é o segundo gás de efeito estufa em importância e vem sendo lançado na atmosfera ao longo da história da Terra por fontes não antropogênicas, como vulcões, por exemplo¹.



Fonte: Contribuições Históricas Brasileiras das Emissões de GEE: Setores de Energia e Mudança no Uso da Terra. Relatório Final. ELETROBRÁS, COPPE/UFRJ, 2005

FIGURA 7.1.3-10 – Diagrama Esquemático Ilustrando o Efeito Estufa

Com o céu claro, em torno de 60 a 70% do Efeito Estufa natural são provocados pelo vapor d'água, gás de efeito estufa dominante na atmosfera terrestre. As nuvens também têm um outro papel importante no equilíbrio térmico do planeta. Elas refletem parte da radiação solar de volta para o espaço pelas superfícies brancas, promovendo um efeito contrário ao dos gases causadoras do Efeito Estufa. Em termos gerais, as nuvens têm um efeito de esfriamento¹.

Outro fenômeno associado ao balanço de energia da Terra é o albedo, índice que representa a refletividade da atmosfera e da superfície da Terra. O albedo médio situa-se na faixa de 30%. Grande parte do albedo atmosférico é causado pela presença de nuvens. O tipo da cobertura terrestre também influencia o albedo. Uma área escura, por exemplo, tem um albedo menor do que uma área clara, pois reflete menos luz visível¹.

A concentração dos GEE está aumentando rapidamente na atmosfera devido às emissões antropogênicas. Além disso, novos gases com a mesma propriedade, mas resultantes apenas das atividades antrópicas, passaram a acentuar o Efeito Estufa, sendo os principais: hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCHFCs). O contribuinte mais importante para o recente aumento dos estoques de CO₂ atmosférico é a combustão de combustíveis fósseis para gerar energia elétrica e movimentar veículos, e a conversão de florestas para usos agropastoris¹.

O aumento da concentração de GEE na atmosfera pode alterar os ciclos hidrológicos de toda uma região, intensificando e alterando a frequência de eventos extremos (tornados, ressacas etc.). Assim, nos próximos 100 anos poderão ocorrer mudanças climáticas regionais, incluindo temperaturas elevadas, invernos mais quentes, um ciclo hidrológico global médio exacerbado, alterações na biodiversidade e no ciclo de carbono. Em suma, o principal impacto do Efeito Estufa é a mudança do clima.

b) A Mobilização Internacional para Tratamento da Questão das Mudanças Climáticas

Em resposta às diversas evidências científicas sobre a possibilidade de mudança do clima, surgiram algumas iniciativas dos setores científico e governamental no sentido de estudar o assunto mais profundamente, de forma a propor medidas de mitigação do problema. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, em 1988 que subsidiou a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – Convenção do Clima - em 1992.

b.1) Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC

O IPCC é o órgão responsável por fornecer informações sobre a ciência, os impactos da mudança do clima nos meios sociais, econômicos e ambientais, além de opções para mitigação e adaptação. O trabalho do IPCC representa o consenso da comunidade científica na ciência das mudanças climáticas. Ele é reconhecido como a fonte mais confiável de informação sobre mudança do clima e suas causas. Seus métodos de obtenção de consenso são endossados por várias academias de ciência mundiais segundo a declaração do documento “The Science of Climate Change” de 17 de maio de 2001¹.

O IPCC elabora 3 Relatórios de Avaliação de 5 em 5 anos, nos quais são compilados os conhecimentos científicos mundiais de mais de 2.000 cientistas, divididos em 3 grupos: Bases Científicas – Grupo de Trabalho 1; Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – Grupo de Trabalho 2; e Mitigação – Grupo de Trabalho 3. A primeira série de avaliações foi publicada em 1991 – Primeiro Relatório de Avaliação (First Assessment Report). Além destes documentos, o IPCC produz Relatórios Especiais, feitos sob requisito da Convenção do Clima, Artigos Especiais e metodologias, dentre outros. O Relatório Especial mais importante para a questão do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura é o “Special Report on Land Use, Land-Use Change, and Forestry” (IPCC, 2006).

Existem grupos que levantam dúvidas a respeito do consenso científico sobre as previsões do IPCC, questionando a necessidade de diminuir os riscos alegados pela ciência da mudança do clima. A declaração “The Science of Climate Change”² não considera tais dúvidas justificáveis. O próprio governo norte-americano encomendou à Academia Norte-Americana de Ciências um parecer sobre os trabalhos do IPCC no início de 2001. O parecer foi favorável ao trabalho do IPCC.

Por fim, observa-se que um dos principais documentos elaborados pelo IPCC é o Manual para Inventários de Gases de Efeito Estufa, que fornece uma metodologia para a elaboração de inventários de emissões de GEE, de modo a sistematizar as informações de todos os países participantes. Para esse manual, todas as atividades humanas foram organizadas em seis

¹ Australian Academy of Sciences, R.F.A.o.B.f.S.a.t.A., Brazilian Academy of Sciences, Royal Society of Canada, Caribbean Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences, French Academy of Sciences, German Academy of Natural Scientists Leopoldina, Indian National Science Academy, Indonesian Academy of Sciences, Royal Irish Academy, Accademia Nazionale dei Lincei (Italy), Academy of Sciences Malaysia, Academy Council of the Royal Society of New Zealand, Royal Swedish Academy of Sciences, and Royal Society (UK). *The Science of Climate Change*, in *Página da Internet*, www.royalsoc.ac.uk/templates/statements.

grandes setores: Energia; Processos Industriais; Agropastoril; Mudança de Uso da Terra e Florestas; Solventes; e Resíduos, a partir dos quais diversos sub-setores são contemplados.

O Manual para Inventários de Gases de Efeito Estufa do IPCC apresenta uma lista dos principais GEE relacionados aos setores que mais emitem esses gases. O princípio básico da metodologia do IPCC para inventários é que a emissão é um produto entre nível de atividade e fator de emissão. Alguns dados de “fator de emissão” são padronizados por regiões, mas há um estímulo para que novos dados sejam fornecidos por país de modo a enriquecer o documento, o que vem sendo feito ao longo dos últimos anos.

b.2) Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Convenção do Clima

Devido à gradual percepção da necessidade de desenvolver políticas e instrumentos legais internacionais sobre a questão da mudança do clima, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu, em seu período de sessões de 1990, o Comitê Inter-Governamental de Negociação para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (CIN/CQMC), recomendando a redação de uma Convenção Quadro, assim como de qualquer instrumento jurídico relacionado que fosse considerado necessário. Representantes de mais de 150 países encontraram-se durante cinco reuniões celebradas entre fevereiro de 1991 e maio de 1992 e, finalmente, em 9 de maio de 1992, foi instalada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima na Sede das Nações Unidas – Convenção do Clima (UNFCCC, 1995).

A Convenção do Clima foi assinada inicialmente pelo Brasil durante a “Cúpula da Terra”, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como RIO-92, que se realizou no Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992. A Convenção do Clima foi ratificada por 182 países e entrou em vigor em 21 de março de 1994, com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases GEE na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa ao sistema climático.

A Convenção do Clima é baseada em dois princípios básicos: “precaução” e “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, a seguir comentados:

- O primeiro princípio refere-se ao fato de que a ausência de plena certeza científica não deve ser usada como razão para que os países posterguem a adoção de medidas para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos.
- O segundo princípio dita que a maior parcela das emissões globais, históricas e atuais, de GEE é originária dos países desenvolvidos. As emissões *per capita* dos países em desenvolvimento ainda são relativamente baixas. Prevê-se que a parcela das emissões globais originárias dos países em desenvolvimento crescerá para que suas necessidades sociais e de desenvolvimento possam ser atendidas.

Com base no princípio da “responsabilidade comum, porém diferenciada”, foram estabelecidos dois grupos de países: as Partes do Anexo I² (países que são listados no Anexo I

² São as Partes do Anexo I: Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia, Federação 6365-EIA-G90-001b 39 Leme Engenharia Ltda.

do texto da Convenção do Clima) e as Partes não listadas no Anexo I (todos os países da Convenção do Clima que não estão listadas no referido Anexo). O Anexo I da Convenção do Clima inclui os países industrializados que eram membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 1992, a Comunidade Européia e os países industrializados da ex-União Soviética e do Leste Europeu.

As nações que assinaram a Convenção do Clima se comprometeram a estudar mecanismos que diminuíssem as emissões dos GEE no próximo século, levando em conta a capacidade das fontes de energia com baixos níveis de emissão de GEE e as atividades que absorvem CO₂.

Em abril de 1995 realizou-se a primeira Conferência das Partes (COP-1), órgão supremo da Convenção, em Berlim, Alemanha. Devido às diversas evidências dos efeitos rápidos e catastróficos da Mudança do Clima para a humanidade e os ecossistemas, mais de 2.400 cientistas e 2.600 economistas, entre eles 8 ganhadores de Prêmio Nobel, assinaram o Mandato de Berlim durante a COP-1, uma resolução apoiando o parecer do IPCC, alertando para o grande risco potencial da mudança climática e a justificativa para a tomada imediata de medidas preventivas.

O Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio da “responsabilidade comum, porém diferenciada”, definir, num Protocolo ou outro instrumento legal, limitações quantificadas e objetivos de redução para suas emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como descrever as políticas e as medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas. O grupo Ad Hoc de Berlim reuniu-se diversas vezes para elaborar uma proposta de Protocolo.

A COP-2 foi realizada em Genebra, Suíça, entre 8 e 19 de julho de 1996, onde ficou claro que a próxima COP iria se concentrar no estabelecimento e na aprovação de compromissos de redução das emissões de GEE.

A COP-3 foi realizada em Quioto, Japão, entre 1 e 10 de dezembro de 1997, dando origem ao Protocolo de Quioto. As COPs seguintes concentraram esforços para regulamentar e ratificar esse Protocolo.

b.3) Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto foi o começo de uma negociação buscando consenso internacional quanto ao que pode ser feito para reduzir as emissões de GEE e como isto pode ser implementado.

Segundo esse Protocolo, as Partes (Anexo I da Convenção do Clima ou Anexo B do Protocolo de Quioto) reduziriam suas emissões combinadas de GEE em 5,2%, em média, sobre os valores registrados no período de 2008 a 2012. Este compromisso, com vinculação legal, garantiria que tais partes deveriam, individual ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas equivalentes de CO₂ dos GEE não excedessem as quantidades atribuídas

Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia.

pelo Protocolo de Quioto, calculadas em conformidade a limitação quantificada de emissões e compromissos de redução.

Este instrumento reafirma o princípio das “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”, eximindo os países em desenvolvimento de qualquer obrigação de reduzir suas emissões, em razão das suas necessidades de desenvolvimento econômico e social, conforme disposto no Artigo 10. O Artigo 4.1 reforça os compromissos das Partes Anexo I da Convenção do Clima.

Duas questões têm sido as mais polêmicas no processo de negociação: a regulamentação do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Nesse sentido, há que se ressaltar que apesar de os combustíveis fósseis apresentarem o maior percentual mundial em termos de emissões de gases de efeito estufa, existem pressões políticas sobre os países em desenvolvimento para que se comprometam com metas de redução de emissões, principalmente no que diz respeito às atividades de desmatamento. Este quadro tem contribuído para o impasse na adoção do Protocolo de Quioto.

c) **O Papel Desempenhado pelo Brasil**

Em 1997, ano das negociações do Protocolo de Quioto, a delegação brasileira elaborou uma proposta para a alocação de redução de emissões entre os países incluídos no Anexo I da Convenção do Clima. A proposta causou grande impacto no meio científico e político pela forma criativa de distribuição internacional de responsabilidades sobre o Efeito Estufa antrópico. Na proposta foi sugerida uma abordagem para estimar a divisão das responsabilidades relativas para a redução de emissões entre os países desenvolvidos, baseado nas suas contribuições para o aumento da temperatura média global da superfície terrestre. Esta proposta ficou conhecida por Proposta Brasileira (UNFCCC, 1997).

A Proposta não foi implementada, mas inspirou o MDL do Protocolo de Quioto e continuou nas discussões nas esferas científicas e políticas relativas à Mudança do Clima. Em julho de 1997, a COP-3 estabeleceu que os aspectos metodológicos e científicos da Proposta Brasileira ficariam sob a tutela do Corpo Subsidiário de Conselho Técnico e Científico da Convenção do Clima (SBSTA). Nos anos subsequentes, o SBSTA promoveu periodicamente seminários relativos à proposta apresentada pelo Brasil, avaliando os avanços científicos e metodológicos. Os aspectos científicos estão relacionados com a representação do sistema climático num modelo com o propósito de estimar a mudança do clima segundo alguns indicadores (variação da temperatura na superfície terrestre, elevação do nível do mar, entre outros), além de estimar quais dados históricos devem ser usados. Os aspectos metodológicos referem-se às escolhas consideradas para a adaptação do sistema climático em um modelo simples.

Em julho 2001, o SBSTA elaborou um relatório sobre o seminário de especialistas em modelos climáticos ocorrido em maio de 2001 em Bonn, Alemanha. O SBSTA afirmou que existe uma série de questões metodológicas e científicas a serem investigadas por cientistas de diversos países, destacando-se, entre elas (UNFCCC, 2001):

- **Indicadores:** para calcular a responsabilidade pela mudança do clima existem outros indicadores além da temperatura, como: emissões, concentrações, forçamento radiativo, taxas de mudança de temperatura, nível dos mares etc. Diferentes índices podem gerar diferentes atribuições relativas;

- Não linearidades: emissões em diferentes pontos no tempo têm diferentes efeitos na concentração, no forçamento radiativo e temperatura. Se esta questão não for incluída, as atribuições serão diferentes;
- Modelos climáticos: é essencial a validação dos modelos num processo aberto e transparente;
- Incerteza dos modelos: as incertezas totais são em função das incertezas individuais de cada etapa do modelo (ex. emissão, concentração, forçamento radiativo etc.);
- Incerteza dos inventários históricos de emissões de GEE: quanto mais antigos os dados, maiores as incertezas. O estabelecimento da data inicial deve se dar com base em uma incerteza tolerável; e
- Cenários: diferentes cenários futuros influenciam nos resultados das estimativas de atribuições. Os cenários do Relatório Especial do IPCC sobre Cenários de Emissões serão usados para se estimar os modelos;

Em outubro de 2002, o SBSTA elaborou relatório sobre o seminário de especialistas sediado, em setembro de 2002, em Bracknell, Inglaterra. Treze modelos climáticos foram apresentados e comparados³. O relatório de Bracknell faz as seguintes afirmações (UNFCCC, 2002):

- Que é possível estabelecer um modelo climático simples e robusto e uma ferramenta de atribuições usando o Terceiro Relatório Especial do IPCC;
- Tal modelo deve incluir todos os GEE, ozônio troposférico e seus precursores, aerossóis naturais e antropogênicos, representando as importantes não linearidades no sistema climático;
- Tais modelos devem ser extensivamente validados com estudos de sensibilidades e deve ser assegurado a compatibilização entre os mesmos; e
- A escolha do período de emissões, da data de início do modelo, do indicador de contribuição à mudança do clima e da forma de cálculo de atribuição para a mudança do clima mudam as responsabilidades de cada país na mudança do clima.

Na ocasião da apresentação da Proposta Brasileira, as principais críticas foram: poucos dados de emissões históricas por países; dados somente do setor energético; dados somente relativos ao dióxido de carbono; e o Efeito Estufa não conhecido no passado, o que reduziria a responsabilidade dos países que muito emitiram antes de 1990.

d) Os estudos desenvolvidos pela ELETROBRÁS

³ Centre for International Climate and Environment Research (CICERO); Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO); Climate Change Advisory Team of the Danish Energy Agency (DEA-CCAT); ECOFYS Energy and Environment Hadley Centre; Institute of Applied Energy (GRAPE); Université catholique de Louvain (JCM); Lawrence Berkley National Laboratory (LBLN); National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA); Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RITE); University of Illinois at Urbana Champaign using the Integrated Science Assessment Model (ISAM); University of Illinois at Urbana Champaign (UIUC).

d.1) Evolução dos Estudos

A ELETROBRÁS, através do DEA - Departamento de Meio Ambiente da Diretoria de Engenharia, desde 1990 vem acompanhando e participando ativamente do desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia relacionados às mudanças climáticas globais. Mais especificamente, investiu, diretamente ou através do apoio institucional e financeiro, no desenvolvimento de diversos estudos e trabalhos técnicos de caráter socioambiental com enfoque em mudanças climáticas e de metodologias para a estimativa de emissão GEE associada à produção de energia elétrica.

O objetivo desses estudos foi internalizar o conhecimento específico e/ou promover o desenvolvimento do tema “mudanças climáticas” para subsidiar o planejamento, a operação e a gestão socioambiental das instalações de geração e transmissão de energia elétrica. Neste sentido, foram firmados convênios de cooperação técnico-científica com entidades de pesquisa e universidades, realizados treinamentos de técnicos através de cursos e seminários em eventos nacionais e internacionais, além de incentivar a elaboração de informes, notas técnicas e artigos sobre o tema.

Entre 1992 e 1994, como parte integrante do Projeto ELETROBRÁS – “Diagnóstico Energético e Ambiental da Expansão do Setor Elétrico”, em parceria com a COPPE/UFRJ, foram feitas as primeiras medições de gases de efeito estufa em reservatórios de usinas hidrelétricas na Amazônia - Tucuruí, Balbina e Samuel (ELETROBRÁS, 1994). Entre os méritos e resultados desse estudo podem-se destacar a criação de um núcleo de referência sobre o assunto na COPPE/UFRJ e o início da sistematização do conhecimento sobre o tema “gases de efeito estufa no setor de energia elétrica”.

Em 1997, foi desenvolvido um acordo de cooperação técnica com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para elaboração do Inventário Nacional das Emissões de Gases de Efeito Estufa, também com a COPPE. Neste estudo foram feitas medições de emissões de CO₂ e CH₄ em 7 reservatórios selecionados, de modo que determinadas características entre eles fossem diferenciadas (vide **FIGURA 7.1.3-11** e **QUADRO 7.1.3-1**). Os parâmetros de caracterização dos reservatórios foram: a sua idade, área, localização geográfica, características da biomassa original alagada e grau de ocupação antrópica na bacia de drenagem.

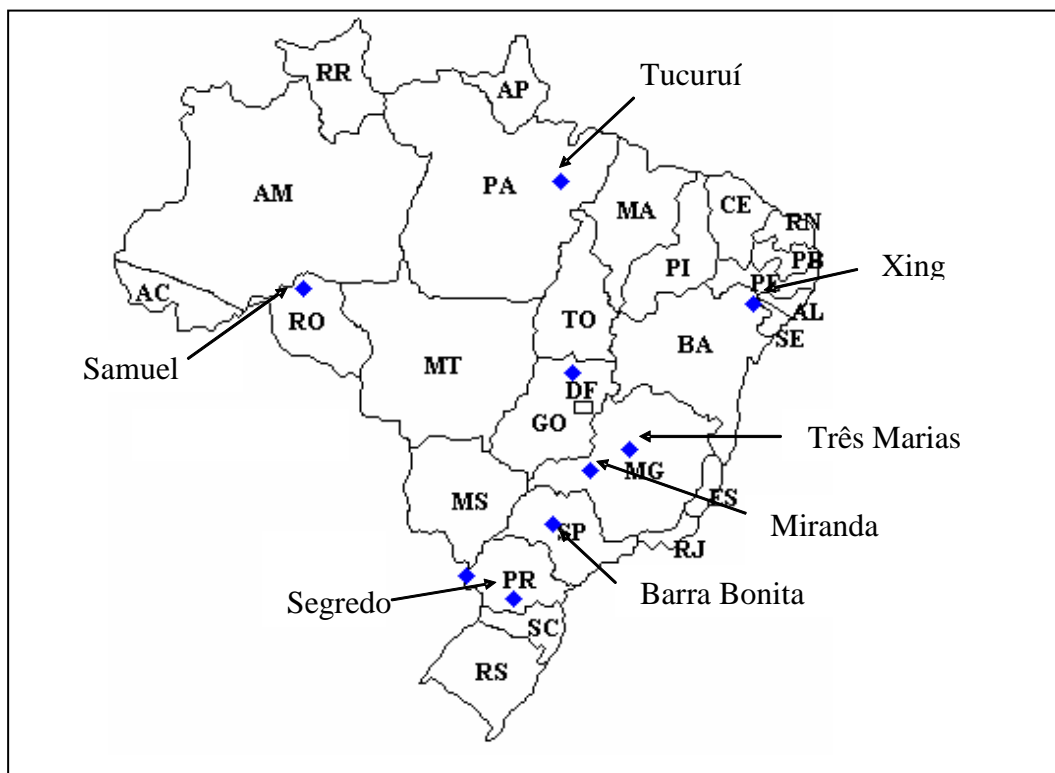


FIGURA 7.1.3-11– Reservatórios objeto das Medições de CO₂ e CH₄ para o Relatório “Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa de Hidrelétricas” (ELETROBRÁS, COPPE/UFRJ, 1997)

QUADRO 7.1.3-1

Reservatórios de UHEs Escolhidos para Estudo de Emissões de GEE

Usina (UF)	Empresa	Latitude	Região fitogeográfica	Potência (MW)	Reservatório	
					Área (km ²)	Ano de Formação
Barra Bonita (SP)	AES Tietê	22°31'S	Mata Atlântica	140,76	312	1962
Miranda (MG)	CEMIG	18°55'S	Cerrado	390,00	50,6	1997
Samuel (RO)	ELETRONORTE	8°45'S	Amazônica	216,00	559	1988
Segredo (PR)	COPEL	25°47'S	Mata Atlântica	1.260,00	82	1992
Três Marias (MG)	CEMIG	18°13'S	Cerrado	396,00	1.040	1961
Tucuruí (PA)	ELETRONORTE	3°45'S	Amazônica	4.240,00	2.430	1984
Xingó (AL-SE-BA)	CHESF	9°37'S	Caatinga	3.000,00	60	1994

Fonte: Millazzo, Maria Luiza; Mesquita, E. Emissão de Gases de Efeito Estufa de Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. XXVII Seminário Nacional de Grandes Barragens. Comitê Brasileiro de Barragens, Junho 2007

O resultado deste estudo foi incluído na “Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – MCT”, publicado em novembro de 2004. Vale destacar que neste documento, no Item 1.2.5 – “Setor Mudança no Uso da Terra e Florestas, subitem Item 1.2.5.4 – Reservatórios Hidrelétricos” - pág. 84, o texto já registra uma questão que ainda permanece em discussão:

“A construção de reservatórios estabelece um ambiente onde ocorre a decomposição anaeróbia de biomassa com conseqüente emissão de CH₄. A importância dessa fonte é ainda

de difícil avaliação por inexistência de pesquisa significativa sobre o assunto. O IPCC, inclusive, não dispõe de metodologia para estimativa destas emissões.

Com intuito de aumentar o conhecimento nesta área, desenvolveu-se pesquisa pioneira, com medição de emissões em vários reservatórios. As emissões ocorrem tanto por ebulição quanto por difusão molecular. Foram feitas também medições de emissões de CO₂, embora essas emissões já sejam contabilizadas no item conversão de florestas.

A grande variabilidade dos resultados observados não permitiu, entretanto, que estimativas de emissão de CH₄ fossem incorporadas a este Inventário.”

Em especial a questão do comportamento das emissões ao longo do tempo motivou a ANEEL a patrocinar a continuação dos estudos da COPPE no ano de 2001. Desta feita, o estudo procurou investigar com mais detalhes, por meio de diversas campanhas de campo no decorrer de um ano de trabalho, as emissões de CO₂ e CH₄ em dois reservatórios já estudados anteriormente - Xingó e Miranda – de modo a examinar o comportamento e a dinâmica das emissões de GEE.

Uma outra questão detectada como importante se refere ao volume de emissões naturais num determinado local onde deverá ser formado um novo reservatório. Esta informação possibilita o cálculo, no futuro, das emissões líquidas de GEE, isto é, o volume real de GEE atribuído ao reservatório. Por isso, buscou-se elaborar um projeto com o objetivo de estimar as emissões de uma área que futuramente poderia se transformar em um grande reservatório de empreendimento hidrelétrico.

Desta forma foi implementado pela ELETROBRÁS e COPPE/UFRJ o Projeto “Emissões de Gases de efeito Estufa do Reservatório Hidrelétrico de Belo Monte – Fase de Pré-enchimento do Reservatório”, com medições em duas campanhas de campo. Maiores detalhes a respeito deste estudo constam do subitem d.2.

Atualmente está em desenvolvimento um projeto de P&D por Furnas, com recursos da Lei 9991, aprovado e acompanhado pela ANEEL. Participam do projeto a Universidade Federal do Rio de Janeiro, através da COPPE, a Universidade de Federal de Juiz de Fora, Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (MILAZZO, Maria Luiza; MESQUITA, E., 2007). O projeto, a ser realizado em 5 anos, foi iniciado em 2003 e tem como objetivos:

- Estimar a emissão de GEE de reservatórios do cerrado;
- Identificar rotas do ciclo do carbono e nitrogênio e as variáveis ambientais envolvidas;
- Avaliar a influência dos fatores operacionais e geomorfológicos dos reservatórios de emissão de GEE; e
- Elaborar modelos ecohidrodinâmicos de emissão de GEE.

As áreas de estudo são:

- Ano 1: UHE Serra da Mesa e APM Manso;
- Ano 2: UHE Itumbiara e UHE Corumbá;
- Ano 3: UHE Marimbondo e UHE Porto Colômbia;
- Ano 4: UHE Leopoldo C.B. de Carvalho, UHE Mascarenhas de Morais e UHE Furnas; e
- Ano 5: UHE Funil e APM Manso.

Já foram feitas algumas publicações com informações mais detalhadas do projeto e seus resultados. (ABE *et al.*, 2006; CIMBLERIS *et al.* 2005 e 2006).

d.2) Os Estudos Já Desenvolvidos para o AHE Belo Monte

Em 2002 e 2003, foi feito um novo contrato entre a ELETROBRÁS e a COPPE/UFRJ para medição das emissões de GEE no local do futuro reservatório previsto para o AHE Belo Monte - tanto no ambiente terrestre quanto no ambiente aquático -, e desenvolvimento de um modelo do ciclo do carbono em reservatório hidrelétrico, para futuras comparações. O objetivo principal era permitir a comparação da emissão de GEE nas diversas fases de implantação do empreendimento e avaliar a influência da mudança do regime hídrico – de rio para reservatório - na emissão dos GEE, ou seja, estimar qual a contribuição do reservatório para o balanço de CO₂ equivalente da área em estudo. O resultado esperado era ter um banco de dados que permitisse estimar as emissões “líquidas” do reservatório do AHE Belo Monte, se instalado.

Durante esse estudo foram realizadas duas campanhas de campo, a primeira na estação seca, de 27 a 31 de outubro de 2003, e a segunda na estação chuvosa, de 09 a 15 de maio de 2004. Foram medidos fluxos de gases na interface água-atmosfera, concentração de carbono orgânico dissolvido, particulado e total na água, concentração de CH₄ na água, parâmetros físicos e químicos da água, perfil de temperatura na camada sob e sobre a lâmina d'água, taxa de sedimentação de carbono no sedimento do fundo e a concentração de CH₄, CO₂ e óxido nitroso nos solos próximos à área do futuro reservatório.

A análise das medições feitas permitiu observar que na estação seca a emissão de GEE é menor que na chuvosa, havendo uma grande variação nas emissões de CO₂, dependendo da estação - na seca ocorre absorção de CO₂ e, na chuvosa, emissão. O óxido nitroso segue a mesma tendência e a emissão de CH₄ na estação chuvosa é 2,5 vezes a emissão da estação seca.

No relatório gerado neste estudo, apresentado, em sua íntegra, no **Apêndice 7.1.3.1 (Volume 8 deste EIA)**, a despeito de contar com muitas informações relevantes, não há uma conclusão quanto ao balanço anual de emissões de GEE em toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ eq/ano). Os dados não são suficientes para desenvolver uma metodologia para extrapolação das medições feitas em determinados locais para todo o reservatório ou para outros reservatórios. Também não foi possível, no âmbito desse projeto, estabelecer de modo conclusivo um modelo de ciclo de carbono, como estava originalmente previsto. O estudo foi muito importante como mais uma experiência e por acrescentar mais dados ao banco de dados

de medições de emissões de GEE em reservatórios de hidrelétrica. Porém não foi possível concluir qual seria então a taxa média de emissão de CO₂ equivalente anual da área estudada e qual a estimativa da taxa de emissão do futuro reservatório. O produto deste estudo foi o banco de dados de medidas feitas em apenas duas campanhas e ainda são necessárias várias outras para que se tenha uma massa de dados robusta o suficiente para embasar qualquer conclusão com um mínimo de rigor científico.

d.3) O Estado da Arte com Base nos Resultados dos Estudos

Apresenta-se, a seguir, comentários sobre o estado da arte do estudo de emissões de GEE em reservatórios no Brasil, com base nos trabalhos já realizados, sobretudo na última década (MILAZZO e MESQUITA, 2007) .

Uma das principais conclusões dos estudos realizados até o momento mostrou que, em geral, as UHEs apresentaram menores taxas de emissão de GEE do que as Usinas Termelétricas (UTES) com a mesma potência, conforme indicado na **TABELA 7.1.3-12**.

Entretanto, devido às questões ainda não suficientemente estudadas, o processo de emissões de GEE por reservatórios de hidrelétricas não foi entendido em sua plenitude, sobretudo no que se refere às emissões naturais e à extrapolação de dados amostrais.

Existem hidrelétricas (Itaipu, Xingó, Segredo) que emitem muito pouco carbono em comparação com suas térmicas equivalentes; há hidrelétricas intermediárias, como Miranda, e hidrelétricas que emitem bem mais carbono, como, por exemplo, Três Marias e Samuel. É importante ressaltar que, para cada caso, ainda não se tem quantificado a matéria orgânica continuamente drenada da bacia a montante para se poder separá-la da biomassa afogada pelo reservatório.

As altas emissões de CH₄ observadas nos reservatórios de Três Marias e Samuel parecem estar relacionadas à incorporação de matéria orgânica às suas águas. Uma das possíveis causas é exposição das margens do entorno dos lagos que ocorre em função do regime de operação das usinas. Nestas áreas expostas o crescimento de vegetação é rápido, principalmente de gramíneas que, quando o nível do reservatório volta a subir, são posteriormente submersas e entram em decomposição.

O trabalho realizado no rio Xingu, na área do futuro reservatório do AHE Belo Monte, aponta para a estimativa de emissão de metano de 48 kg/km²/dia, da mesma ordem de grandeza que os reservatórios de Xingó e de Miranda (**TABELA 7.1.3-13**), estando abaixo das emissões de Tucuruí (109,36 kg/km²/dia). As atuais emissões de CH₄ pelo rio Xingu são 9,65 kg/km²/dia na estação seca e 23,59 kg/km²/dia na estação chuvosa. As atuais emissões de gás carbônico pelo rio Xingu ficam em um nível intermediário entre os resultados dos reservatórios, que tanto podem emitir como absorver este gás. Na estação seca a média das emissões é -68,6 kg/km²/dia, absorção do gás, e na estação chuvosa 6617,0 kg/km²/dia, emissão do gás (**TABELA 7.1.3-14**).

TABELA 7.1.3-12
 Comparação das Emissões de GEE por UHES e UTES Equivalentes

Hidrelétrica	Área km ²	Latitude	Potência MW	Média das duas campanhas			Emissões da Termelétrica Equivalente					Mérito - RI (Emis. Termelétrica / Emis. Hidrelétrica)				
				Índice de Emissão de CH ₄	Índice de Emissão de CO ₂	Emissão da hidrelétrica ¹	Carvão ciclo simples	Óleo ciclo simples	Diesel ciclo simples	Gás ciclo simples	Gás ciclo combinado	Carvão c. simples	Óleo c. simples	Diesel c. simples	Gás c. simples	Gás c. comb.
Tucuruí	2.430	3°45'S	4.240	109,4	8.475	2.602.945	4.661.873	4.702.228	4.501.659	4.330.294	2.598.170	1,79	1,81	1,73	1,66	1,00
Samuel	559	8°45'S	216	104,0	7.448	535.407	237.492	239.547	229.330	220.599	132.360	0,44	0,45	0,43	0,41	0,25
Xingó	60	9°37'S	3.000	40,1	6.138	41.668	3.298.465	3.327.048	3.185.136	3.083.880	1.838.328	79,16	79,85	76,44	73,53	44,12
Sena da Mesa	1.784	13°50'S	1.275	51,1	3.973	865.373	1.401.880	1.413.965	1.353.683	1.302.149	781.289	1,57	1,58	1,51	1,45	0,87
Três Marias	1.040	18°13'S	396	198,3	1.117	540.335	435.401	439.170	420.438	404.432	242.659	0,81	0,81	0,78	0,75	0,45
Miranda	50,6	18°55'S	390	154,2	4.388	38.332	428.804	432.516	414.058	398.304	238.983	11,19	11,28	10,80	10,39	6,23
Bana Bonita	312	22°31'S	140,76	20,9	3.985	137.341	154.765	156.105	149.447	143.757	86.254	1,13	1,14	1,09	1,05	0,63
Itaipu	1.549	25°26'S	12.600	20,8	171	98.269	13.853.680	13.973.602	13.377.571	12.868.295	7.720.978	148,5	149,82	143,43	137,97	82,78
Segredo	82	25°47'S	1.260	8,8	2.695	23.497	1.385.368	1.397.360	1.337.757	1.286.830	772.098	58,95	59,47	56,93	54,77	32,86
Conjunto das 9			23.518			4.908.166	25.857.739	26.081.572	24.969.088	24.018.532	14.411.119	5,27	5,31	5,09	4,89	2,94

TABELA 7.1.3-13

Relação das UHEs Avaliadas, Características e Taxas de Emissão de GEE

USINA	POTÊNCIA (Mw)	AREA DO RESERVATÓRIO (km ²)	DENSIDADE DE POTÊNCIA (W/m ²)	CH ₄ (kg/km ² /dia)	CO ₂ (kg/km ² /dia)	Ano de realização
Miranda	390	50,6	7,71	154,15	4.388	1998-1999
Três Marias	396	1.040	0,38	196,28	1.117	1998-1999
Barra Bonita	140,76	312	0,45	20,89	3.985	1998-1999
Segredo	1.260	82	15,37	8,78	2.695	1998-1999
Xingó	3.000	60	50	40,09	6.138	1998-1999
Samuel	216	559	0,39	104,02	7.448	1998-1999
Tucuruí	4.240	2.430	1,74	109,36	8.475	1998-1999
Serra da Mesa	1.275	1.784	0,71	51,1	3.973	1997
Itaipu	12.600	1.549	8,13	20,8	171	1999

* - Esses dados representam uma estimativa baseada no projeto da UHE e das medições de GEE realizadas no Rio Xingu na área onde o empreendimento será implantado.

Fonte: Milazzo, Maria Luiza; Mesquita, E. Emissão de Gases de Efeito Estufa de Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. XXVII Seminário Nacional de Grandes Barragens. Comitê Brasileiro de Barragens, Junho 2007

TABELA 7.1.3-14

Média das Emissões Totais (Difusivas e Ebulitivas) Medidas nas Duas Campanhas de Campo no rio Xingu

	CH ₄ (kg km ⁻² d ⁻¹)	CO ₂ (kg km ⁻² d ⁻¹)	N ₂ O (kg km ⁻² d ⁻¹)
1ª Campanha – período da estiagem – outubro de 2003	9,65 ± 6,15	-68,6 ± 1328	-0,458 ± 1,950
2ª Campanha – época das cheias – maio de 2004	23,59 ± 15,03	6617 ± 4523	0,025 ± 0,499

Fonte: Modificado de Millazzo, Maria Luiza; Mesquita, E. Emissão de Gases de Efeito Estufa de Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. XXVII Seminário Nacional de Grandes Barragens. Comitê Brasileiro de Barragens, Junho 2007

e) Conclusões

Considerando o exposto acima, alguns fatos recentes e documentos de referência, algumas considerações podem ser feitas:

- O IPCC *Guidelines*³, revisão 2006, desenvolvido para elaboração dos inventários nacionais, apresenta nos anexos 2 e 3 do capítulo 4, volume 7, “Uso do Solo - Terras Alagadas”, uma metodologia para estimativa de emissões de CO₂ e CH₄ de reservatórios de hidrelétricas. Conforme explicado no texto do capítulo 4, o grau de incerteza dos resultados é muito grande. No entanto, os cientistas envolvidos na elaboração do *Guideline* resolveram não ignorar o trabalho realizado e incluí-lo como anexo. As pesquisas realizadas por cientistas em diferentes regiões do mundo resultaram em uma massa de dados importante, porém muito heterogênea se analisada por região climática. Por exemplo, para algumas regiões climáticas, somente 4 campanhas de medição foram feitas, enquanto outras têm cerca de 40 campanhas. Textualmente, o IPCC *Guidelines* esclarece que não é obrigatório incluir os reservatórios de hidrelétricas como fontes antrópicas de emissão de GEE nos inventários nacionais. Assim, os modelos apresentados

nos anexos 2 e 3 do capítulo 4, volume 7, tanto para CO₂ e CH₄, embora de boa qualidade como trabalho científico, não são definitivos por apresentarem grau de incerteza muito acima do aceitável. No entanto, caso um determinado país queira incluir as emissões de suas hidrelétricas em seu inventário nacional, o IPCC *Guidelines* sugere considerar as metodologias em anexo por não dispor de melhores estimativas.

Assim, analisando as publicações dos artigos técnicos dos pesquisadores que estão desenvolvendo pesquisa nesta área, na tentativa de ter modelos de estimativa e inclusive metodologias de medição, observa-se que não há ainda um suficiente amadurecimento nestas metodologias e que há ainda muita controvérsia quanto às medições e resultados ora disponíveis.

- Foi realizado em Foz do Iguaçu, nos dias 4 e 5 de outubro de 2007, o 2º *Workshop on Greenhouse Status of Freshwater Reservoir*⁴, com apoio da UNESCO e da International Hydroinformatic Center - Centro de Hidroinformática Internacional (CIH), com a participação de pesquisadores e cientistas de diversas áreas e também técnicos do setor elétrico. Nas conclusões do Workshop fica claro que as medições sequer têm procedimento padronizado. Em alguns casos, a ordem de grandeza do erro de medição é até maior que o valor medido. Alguns programas de pesquisa estão mais adiantados que outros, mas de fato não há nada conclusivo.

Dessa forma, não se trata simplesmente de continuar medindo para melhorar os resultados das estimativas. O que ficou claro é que sem um modelo consistente do ciclo de carbono nos reservatórios, sem a correta identificação dos parâmetros que influenciam os processos bioquímicos envolvidos, fica praticamente impossível ter um modelo de estimativas das emissões e mais ainda identificar a contribuição da presença de dado reservatório artificial no balanço de emissões de uma área em estudo. As medições em rios e lagos naturais são bem conhecidas, portanto o ponto parece ser distinguir o que é resultado da interferência humana e como é a dinâmica dos gases produzidos pelo reservatório.

Não se deve esquecer ainda que, pela metodologia do IPCC *Guidelines* 2006, são consideradas as emissões apenas dos 10 primeiros anos da vida do reservatório sendo que, a partir desta idade, as emissões são irrelevantes.

- A audiência pública da Comissão Mista Senado-Câmara sobre Mudanças Climáticas, realizada em 02 de outubro de 2007, em Brasília, abordou o tema: Desafios do Setor Elétrico. Na apresentação do Acende Brasil⁵, foi feita uma comparação entre emissões de usinas termelétricas e hidrelétricas baseada em artigo publicado por um pesquisador da COPPE/UFRJ. Também no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE) 2007-2016, no capítulo de indicadores, há uma comparação semelhante utilizando, então, a metodologia apresentada nos anexos do IPCC *Guidelines* 2006.

⁴ 2nd Workshop on Greenhouse Status of Freshwater Reservoir. In *Página da Internet* (www.hidroinformatica.org.br)

⁵ Projeto “Balanço de Carbono nos Reservatórios de Furnas”. in *Página da Internet* (<http://www.dsr.inpe.br/projetofurnas/panorama.html>)

Para efeito de gerar indicadores de aplicação imediata, a comparação de emissões de usinas termelétricas - que utilizam combustíveis com conteúdo de carbono conhecido e onde processo de queima é controlado - com as de reservatórios de hidrelétricas - onde a dinâmica de emissão de gases ainda não é suficientemente conhecida e as metodologias utilizadas para estimar as emissões trazem em sua apresentação uma declaração de elevado grau de incerteza – ainda é preliminar. Isto não significa desconsiderar os trabalhos de pesquisa já realizados no âmbito acadêmico, com as medições feitas nos reservatórios brasileiros ao longo dos últimos anos. Muito menos desconsiderar que as usinas hidrelétricas utilizam fonte renovável de energia e são menos poluentes. O que ainda não se pode é generalizar o que ainda se mostra como tendência ou estimativa bruta. A questão deve ser mais bem analisada.

- A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estabeleceu critérios para inclusão de usinas hidrelétricas neste mecanismo. Tais critérios seriam favoráveis a uma usina hidrelétrica com relação “potência gerada por área alagada” do AHE Belo Monte, por exemplo. Deve-se considerar, entretanto, que este não é o único critério para incluir um projeto hidrelétrico no MDL, ainda restando outros que analisam os impactos socioambientais do empreendimento. Por isso, mesmo comprovado o potencial de uma baixa taxa de emissão de CO₂ equivalente para Belo Monte, ainda não se pode considerá-lo como candidato a receber créditos de carbono.
- Importantes projetos de pesquisa estão em andamento e deverão contribuir para a evolução do conhecimento quanto ao ciclo de carbono nos reservatórios, com melhores levantamentos sobre a contribuição dos parâmetros já identificados e outros que ainda não haviam sido suficientemente analisados. Um destes projetos é o que está sendo desenvolvido por FURNAS (no âmbito da Lei 9991, que trata dos projetos de Pesquisa & Desenvolvimento autorizados pela ANEEL) em parceria com a COPPE/UFRJ, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)¹⁷. Os objetivos deste projeto são: determinar as emissões de GEE - gás carbônico, metano e óxido nitroso - dos reservatórios de FURNAS Centrais Elétricas S.A.; identificar as rotas do ciclo do carbono nesses reservatórios e os fatores ambientais envolvidos; avaliar a influência dos fatores morfológicos, morfométricos, biogeoquímicos e operacionais dos reservatórios na emissão de GEE; determinar o padrão de emissão existente, anteriormente à construção de reservatórios; e elaborar um modelo espacial e temporal de emissão de gases para reservatórios implantados em ambientes de cerrado.
- A ELETRONORTE também está implementando projeto complementar ao que foi iniciado pela ELETROBRAS na área do AHE Belo Monte - o projeto “Medidas de Fluxos de Gases de Efeito Estufa nos Reservatórios de Hidrelétricas da Amazônia: Fase Montante e Fase Jusante”, também no âmbito da Lei 9991 de P&D ANEEL, em parceria com a COPPE/UFRJ.

7.1.4 Caracterização Integrada dos Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Pedológicos

7.1.4.1 Procedimentos Metodológicos Específicos

Para o desenvolvimento da caracterização Geológica, Geomorfológica e Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu foi adotado o conceito de terreno, que fornece uma avaliação integrada dos aspectos terrestres do meio físico. Os procedimentos metodológicos adotados estão descritos a seguir.

O conceito de terreno utilizado neste trabalho agrega as propostas de Mabbutt (1968), Austin & Coocks (1978) e Zonneveld (1992). Assim, considera-se que:

Os terrenos são áreas ou regiões que podem ser facilmente reconhecidas pela sua fisionomia tanto no campo como por meio de imagens de sensores remotos, sendo caracterizadas com base na forma de relevo, solo e vegetação (ZONNEVELD, 1993).

São áreas onde seus principais componentes são interdependentes e tendem a ocorrer correlacionados.

São áreas relacionadas e uniformes pelo tipo de relevo, solo e vegetação, que podem ser descritas simultaneamente em relação as suas feições mais significativas e com relação a um propósito prático (AUSTIN & COOCKS, 1978).

O uso do terreno e os impactos associados dependem das combinações e interações de efeitos dos seus vários atributos Mabbutt (1968).

As formas de relevo são diferenciadas pela sua amplitude e pela declividade de suas encostas conforme critérios apresentados no **QUADRO 7.1.4-1**, propostos por Ponçano et al. (1981) e modificados por Pires Neto (1992).

QUADRO 7.1.4-1

Classificação de formas de relevo, segundo a amplitude e inclinação das formas.

Amplitude Local	Inclinação Predominante	Formas de Relevo
< 100 m	< 5 %	Rampas
	5 a 15 %	Colinas
	> 15 %	Morrotes
100 a 300 m	5 a 15%	Morros com encostas suaves
	> 15%	Morros
> 300 m	> 15%	Montanhas

O estudo do terreno classifica o espaço segundo suas condições ambientais predominantes, suas qualidades ecológicas e avalia seu potencial de uso, bem como o de suas várias partes. Esse procedimento tem sido utilizado para fornecer uma visão sintética do meio, para estudos científicos e aplicados ao planejamento das atividades antrópicas no meio físico.

A abordagem de terrenos tem como pressuposto a realização de estudos multidisciplinares integrados, o que se mostra muito mais eficiente para o planejamento territorial e para a análise ambiental. Esta análise é baseada no relevo, aspecto do Meio Físico mais facilmente

reconhecido e, portanto, prontamente identificável no campo, facilitando a implantação e a manutenção da compartimentação territorial adotada. Por sua vez, o relevo reflete a síntese histórica e dinâmica das interações entre o substrato rochoso, o clima e os movimentos tectônicos.

O uso das características do relevo e dos solos, como fatores determinantes neste tipo de abordagem, é de grande importância nas regiões tropicais, uma vez que as propriedades e o controle dos diferentes tipos de rocha na superfície são mascarados por espessos mantos de alteração, bem como pela presença de extensas superfícies de aplanamento.

Os parâmetros morfométricos do relevo, referentes ao comprimento das rampas, amplitude e inclinação das encostas, assim como as propriedades texturais e físico-químicas do solo refletem-se também na dinâmica superficial e nas características das formas de relevo. Estas, por sua vez, determinam as diferentes possibilidades de ocupação e de manejo dos terrenos.

A abordagem ainda prevê e incorpora os resultados de estudos de avaliação da aptidão agrícola das terras, ou seja, da capacidade de uso agropecuário, que são usos do Meio Físico importantes a serem considerados seja no planejamento territorial, seja para a compreensão da dinâmica da paisagem, quando a variável antrópica é incorporada à análise.

A adoção das características do relevo, como base para a análise dos terrenos, é fundamentada no fato de que a superfície terrestre resulta da interação entre a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera, cuja interface propicia o desenvolvimento de processos de troca de matéria e energia, condicionando, ao longo do tempo e do espaço, a evolução de diferentes feições do relevo.

Tais processos, que ocorreram no passado e continuam a ocorrer hoje, resultam das relações históricas e dinâmicas entre as formas de relevo, o substrato rochoso, a cobertura detritica e os processos erosivos e deposicionais atuantes, que estão diretamente relacionados ao clima.

O relevo, modelado sobre os diferentes tipos de rocha, controla a distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação, e em consequência dessas interações, assim como a frequência e intensidade dos processos erosivos e de deposição que ocorrem na superfície do terreno.

O presente diagnóstico abrange a bacia hidrográfica do rio Xingu, ou seja, a Área de Abrangência Regional, evidenciando-se os diversos compartimentos, seus principais atributos e dinâmicas, caracterizados com base nos dados de relevo, substrato rochoso e solos, os quais foram analisados para definir os sistemas de terrenos e estabelecer os atributos abióticos dos principais ecossistemas terrestres que caracterizam essa bacia hidrográfica, conforme **Desenho 6365-EIA-DE-G91-001 – Mapa de Sistemas de Terrenos (Volume 10)**.

No Mapa de Sistemas de Terrenos foram incluídas as informações referentes aos recursos minerais, indicando a substância mineral identificada, o grau de importância da mesma (depósito, indícios ou ocorrência) e o “status” econômico (mina e garimpo), de acordo com os mapas geológicos da CPRM (2004). As minas e os garimpos podem ser ativos ou inativos, pois essas informações dependem de atualizações constantes.

Os aspectos relacionados à sismicidade regional são apresentados no “Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Indireta” - Meio Físico – Item 7.4.6.3. Considerações sobre a Sismotectônica da Amazônia Legal.

7.1.4.2 Unidades de Relevo e Tipos de Terrenos

A bacia hidrográfica compreende parte de dez grandes unidades de relevo, que foram diferenciadas com base nos dados do IBGE (1993) e do Projeto RADAM (1973). De montante para jusante ocorrem: Planalto dos Guimarães / Alcantilados, Depressão do Alto Araguaia / Tocantins, Depressão de Paranatinga, Planalto dos Parecis / Alto Xingu, Depressão da Amazônia Meridional, Planaltos Residuais do Sul da Amazônia, Planalto Marginal do Amazonas, Depressão do Amazonas, Planície Fluviolagunar do Amazonas e as Planícies Fluviais. Essas últimas ocorrem em vários trechos da bacia com destaque às planícies situadas a montante da cachoeira de Von Martius, não retratadas no **Desenho 6365-EIA-DE-G91-001 (Volume 10)** devido a escala do mapeamento, e aquelas presentes a jusante da Volta Grande.

O rio Xingu e seus afluentes cortam rochas do embasamento cristalino, rochas sedimentares paleozóicas, mesozóicas e cenozóicas, que constituem unidades de diferentes idades. Condicionados pelos diferentes tipos de rochas e relevos ocorrem na bacia do rio Xingu: Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Afloramentos Rochosos, Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos Pétricos e Gleissolos.

Com base nesses elementos são descritas as principais relações entre o relevo, o substrato rochoso e os solos, que substanciaram a caracterização dos diferentes tipos de terrenos que ocorrem em cada uma das unidades de relevo da bacia do rio Xingu.

7.1.4.2.1 Planalto dos Guimarães /Alcantilados: Rampas Arenosas e Colinas Amplas e Rampas

Unidade de relevo que ocorre no extremo sul da bacia hidrográfica do rio Xingu e que abriga as cabeceiras do rio Culuene, formador do rio Xingu, cujas nascentes encontram-se em altitudes de 750 a 800 m, no divisor de água com o rio das Mortes e com o rio Teles Pires.

Dois tipos de terrenos foram diferenciados nessa unidade de relevo, ambos com encostas de baixa inclinação: as Rampas arenosas em que predominam relevos de topo aplanado e as Colinas amplas e Rampas que apresentam dissecação incipiente e relevos convexos de baixa amplitude.

Esses terrenos são sustentados por rochas do Proterozóico Superior e por rochas paleozóicas e mesozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná. Essas rochas são representadas pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Raizama (arenito e siltitos), Formação Furnas (arenitos, conglomerados e siltitos), Formação Ponta Grossa (folhelhos, siltitos e arenitos argilosos), Formação Aquidauana (arenitos finos) e Grupo Bauru (arenitos). A presença de sedimentos cenozóicos está associada principalmente às planícies fluviais.

As Rampas arenosas são terrenos planos e suave ondulados desenvolvidos sobre arenitos. Predominam Neossolos Quartzarênicos Órticos em associação com Latossolos Vermelho-Amarelos. Ocorrem ainda Argissolos Vermelho-Amarelos associados com Plintossolos Argilúvicos e Cambissolos Háplicos. Em proporções pequenas, ocorrem Latossolos Vermelhos e Gleissolos Háplicos.

As terras são aptas para pastagem e para utilização como abrigo e proteção da fauna e da flora. No que se refere às restrições, tem-se: susceptibilidade a erosão laminar e em sulcos

quando da remoção do solo superficial ou a implantação de obras de drenagem que provoquem a concentração do escoamento superficial e risco de arenização. Os solos são de baixa fertilidade, com problemas de toxidez por alumínio, baixa capacidade de retenção de umidade e de fertilizantes aplicados.

As Colinas amplas e Rampas constituem terrenos suave ondulados a ondulados, pouco dissecados, sustentados por folhelhos, siltitos e arenitos finos argilosos, onde ocorrem predominantemente Argissolos Vermelho-Amarelos associados a Plintossolos Argilúvicos e Neossolos Quartzarênicos Órticos. Latossolos Vermelho-Amarelos também ocorrem em pequenas proporções.

As terras apresentam aptidão regular para lavoura, pastagens e/ou silvicultura com problemas complexos de conservação. A deficiência de água, a estrutura fraca, a textura arenosa, a drenagem deficiente, o gradiente textural e o baixo teor de bases trocáveis dos solos destes dois tipos de terreno são limitações que, associadas à alta susceptibilidade a erosão e à arenização, favorecem a sua utilização para abrigo e proteção da fauna e da flora silvestre.

Esses terrenos apresentam baixo potencial mineral, bem como baixa probabilidade de ocorrência de cavernas, pois embora os arenitos sejam rochas favoráveis à formação destas feições pseudocársticas, o relevo plano inibe o seu desenvolvimento.

7.1.4.2.2 Depressão do Alto Araguaia / Tocantins: Rampas e Morros Residuais Tabulares

Essa unidade ocupa uma pequena área na parte sul da bacia hidrográfica do rio Xingu, onde estão alojadas as nascentes do rio Sete de Setembro, um dos seus formadores.

As nascentes estão em altitudes de 380 - 400 m, associadas à área alagadiça (águas emendadas), onde também nasce o rio Areões, afluente do rio das Mortes, nas proximidades da localidade de Água Boa.

Dois tipos de terrenos foram diferenciados nessa unidade de relevo: as Rampas com encostas de baixa inclinação em que predominam relevos de topo aplanado, e os Morros residuais tabulares que são limitados por escarpas e apresentam topos aplanados ou com dissecção incipiente.

Esses terrenos são sustentados por folhelhos e siltitos (Formação Diamantino) do Proterozóico Superior e por rochas sedimentares paleozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná. As últimas são representadas por arenitos, conglomerados e siltitos da Formação Furnas e folhelhos, siltitos e arenitos argilosos da Formação Ponta Grossa.

As Rampas são terrenos planos e suaves ondulados sustentados por folhelhos e siltitos micáceos, com finas intercalações de arenitos arcoseanos. O solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo que se associa com Latossolo Vermelho-Amarelo. Seguem-se Cambissolos Háplicos e Plintossolos Pétricos Concrecionários, associados a Neossolos Litólicos. Os Cambissolos Háplicos desta unidade de relevo possuem caráter distrófico indicativo de baixa saturação por bases trocáveis e textura média, a qual pode condicionar deficiência hídrica às culturas nas épocas mais secas do ano.

As terras são aptas para a agricultura, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento, e para pastagem e silvicultura nos setores com concreções ferruginosas. Apresentam susceptibilidade a erosão laminar e em sulcos, baixa fertilidade e problemas de toxidez por alumínio.

Os Morros residuais tabulares são terrenos que se destacam pela sua amplitude e pela presença de topos aplanados limitados por escarpas sustentadas por arenitos médios a grossos, ortoquartzíticos e feldspáticos, com lentes de conglomerados e de siltitos argilosos.

Nessa unidade predominam nos topos Latossolos Vermelho-Amarelos em associação com Neossolos Quartzarênicos Órticos. Nas escarpas, ocorrem Plintossolos Pétricos Concrecionários, associados a Neossolos Litólicos e Plintossolos Argilúvicos.

Nos topos tabulares dos morros as terras são aptas para a agricultura, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento, pois apresentam susceptibilidade à erosão laminar e em sulcos, baixa fertilidade e problemas de toxidez por alumínio. Nas escarpas, que limitam os topos dos morros, as terras são aptas para a utilização como abrigo e proteção da fauna e da flora silvestre, pois apresentam solos rasos devido à abundância de afloramentos rochosos e altas declividades.

Os Morros residuais tabulares apresentam alto potencial para a ocorrência de abrigos e cavernas devido à presença de arenitos e de relevos de escarpas que favorecem a formação de feições pseudocársticas. Esses terrenos apresentam baixo potencial mineral.

7.1.4.2.3 Depressão de Paranatinga: Rampas e Colinas Amplas, Médias e Rampas

Essa Unidade de relevo compreende uma depressão interplanáltica ampla, com altitudes de 450 a 680 m, na qual estão inseridas as nascentes do rio Cuiabá (Bacia do Rio Paraná), do rio Teles Pires (Bacia do Rio Tapajós) e dos rios Ronuro, Tamitatoaba ou Batovi e Curisevo, da Bacia do Rio Xingu.

Os afluentes do Xingu nesse compartimento formam “percées”, vales encaixados, que entalham os relevos escarpados no limite entre esta depressão e o Planalto dos Parecis / Alto Xingu.

Dois tipos de terrenos foram diferenciados nessa unidade de relevo, todos com encostas de baixa inclinação: Rampas, que se associam relevos de topo aplanado, e Colinas amplas, médias e Rampas onde se associam relevos com dissecação incipiente em topos convexos de baixa amplitude. Associam-se a esses terrenos morrotes e morros residuais tabulares que, por suas dimensões, não foram individualizados.

Esses terrenos são sustentados por rochas do proterozóico superior, representado pela Formação Raizama (arenitos e siltitos), de ocorrência restrita, e pela Formação Diamantino (folhelhos, siltitos e arcóseos) predominantemente. Intrusões kimberlíticas mesozóicas ocorrem cortando essas rochas e, embora não condicionem terrenos específicos, são responsáveis pelo potencial mineral dos aluviões diamantíferos encontrados na área. Na região têm-se ainda rochas sedimentares mesozóicas representadas pelo Grupo Parecis e sedimentos cenozóicos associados, principalmente, às coberturas detrito-lateríticas que afloram sobre os morrotes e morros residuais.

As Rampas são terrenos suave ondulados que ocorrem na cabeceira do rio Ronuro. Esses terrenos são sustentados por arenitos finos a médios, feldspáticos com níveis de arenitos grossos, conglomeráticos e lentes de argilitos e siltitos (Grupo Parecis) sobre os quais se desenvolvem Neossolos Quartzarênicos Órticos, associados com Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro, na porção oeste deste tipo de terreno.

Na porção leste da unidade predominam Argissolos Vermelho-Amarelos, seguidos de Cambissolos Háplicos. Em menores proporções ocorrem Plintossolos Pétricos Concrecionários, Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos Órticos com caráter álico.

Nas áreas onde ocorrem solos arenosos as terras são aptas para a utilização como abrigo e proteção da fauna e da flora silvestre, para pastagens e para pequena agricultura. Essas terras apresentam suscetibilidade à erosão e risco de arenização. Os solos têm baixa fertilidade, problemas de toxidez por alumínio e baixa capacidade de retenção de umidade e de fertilizantes aplicados.

Na presença de Latossolos Vermelho-Amarelos com Neossolos Quartzarênicos Órticos, as terras das Rampas são aptas para a agricultura e pastagem, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento, correção e adubação. Os solos são profundos com boas características físicas e não apresentam restrições para a mecanização. Apresentam, entretanto, baixa fertilidade e problemas de toxidez por alumínio.

As Colinas amplas, médias e Rampas são terrenos suaves ondulados a ondulados, pouco dissecados, que se desenvolvem sobre folhelhos e siltitos micáceos, com finas intercalações de arenitos arcoseanos (Formação Diamantino) e de modo restrito em arenitos finos a médios, com níveis de arenitos grossos, seixos e siltitos (Formação Raizama).

Nesses terrenos predominam Cambissolos Háplicos, associados com Argissolos Vermelho-Amarelos. Em pequenas proporções, em associação com os Cambissolos e Argissolos, ocorrem Plintossolos Pétricos Concrecionários, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

As terras desta unidade são aptas para a agricultura e pastagem, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento correção e adubação. Os solos são profundos com boas características físicas e não apresentam restrições para a mecanização, embora apresentem baixa fertilidade e problemas de toxidez por alumínio.

As limitações presentes se relacionam com atributos do relevo e do solo. Com relação ao relevo, na maior parte da área as limitações são de grau ligeiro ou moderado, com declividades entre 5% a 15% e 15% a 25%, respectivamente. Nos morrotes e morros residuais que se associam a esses terrenos, no entanto, a limitação ao uso em função do relevo é de grau muito forte, em virtude da ocorrência de inclinações elevadas, superiores a 30%.

Os terrenos desta unidade de relevo nas cabeceiras dos rios Jatobá, Tamitatoaba ou Batovi e Coliseu, em consequência da presença de intrusões kimberlíticas em rochas da Formação Diamantino, apresentam potencial para a ocorrência de diamantes, que vêm sendo explorados em garimpos nos cascalhos fluviais. O restante desse compartimento apresenta baixo potencial mineral, bem como baixa probabilidade de ocorrência de cavernas, pois o relevo plano inibe o seu desenvolvimento.

7.1.4.2.4 Planalto dos Parecis / Alto Xingu: Rampas de Reverso de Escarpa, Rampas Detrítico-Lateríticas e Morrotes e Morros Residuais

Essa unidade de relevo é limitada a sul por uma escarpa transposta em vários pontos pelos afluentes do rio Xingu, que se superimpõem formando vales muito encaixados. A leste, essa escarpa sustenta o divisor de águas rio Xingu – rio Araguaia e constitui a serra do Roncador. No reverso dessas escarpas, em altitudes de 480 - 520 m, desenvolve-se relevo de rampas com caimento para norte, atingindo, no limite da unidade, altitudes de 320–350 m.

O limite norte dessa unidade é marcado por um estreitamento significativo da bacia hidrográfica do rio Xingu, de direção leste/oeste, ao qual se associa a cachoeira de Von Martius, que define uma mudança significativa na forma das planícies fluviais do rio Xingu e de seus afluentes, coincidindo com o contato entre as coberturas detrítico-lateríticas e as rochas do embasamento cristalino.

Essa unidade de relevo apresenta grande homogeneidade caracterizada pelo predomínio de formas de relevo de topo subhorizontal, levemente dissecadas, com encostas de baixa inclinação. Contudo, diferenças no substrato rochoso e no tipo de vegetação associado levaram à diferenciação de três tipos de terrenos: Rampas de reverso de escarpa, Rampas detrítico-lateríticas e Morrotes e Morros residuais.

Esses terrenos são sustentados por rochas do paleoproterozóico da Suíte Colider; rochas paleozóicas e mesozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná, representadas pela Formação Ponta Grossa, rochas cretácicas do Grupo Parecis e por coberturas detrítico-lateríticas cenozóicas, onde se diferenciam as de idade paleogênica que ocorrem no divisor de águas Xingu - rio Verde, e as neogênicas, denominadas de Formação Araguaia, que são predominantes. Ocorre ainda ampla sedimentação aluvial que entulha a calha dos rios nesse compartimento.

As Rampas de reverso de escarpa compreendem a escarpa e as rampas do seu reverso sustentadas por: arenitos finos a médios, feldspáticos, com níveis de arenitos grossos, conglomeráticos e lentes de argilitos e siltitos do Grupo Parecis; folhelhos, siltitos e arenitos finos argilosos da Formação Ponta Grossa e por sedimentos argilo-arenosos com blocos e nódulos de concreções lateríticas e níveis de seixos de quartzo, que por vezes recobrem um horizonte de argila mosqueado de idade paleogênica.

Na porção leste desta unidade de terreno predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos, em associação com Plintossolos Pétricos Concrecionários e Neossolos Quartzarênicos Órticos, todos em relevo plano e suave ondulado. Na porção oeste a predominância se dá, também, com Latossolos Vermelho-Amarelos, mas de textura argilosa em relevo plano.

As terras têm aptidão regular e restrita para agricultura e aptidão restrita para pastagem e silvicultura, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento correção e adubação. Os solos, em geral, são profundos, com boa drenagem, boa porosidade e baixa susceptibilidade a erosão, e não apresentam restrições para a mecanização, porém, são de baixa fertilidade e têm problemas de toxidez por alumínio. A suscetibilidade à erosão é alta nas áreas escarpadas.

As Rampas detrítico-lateríticas são terrenos planos a suave ondulados que se desenvolvem sobre silte, areia siltosa, argilas e conglomerados com seixos angulosos, total ou parcialmente laterizados, componentes da Formação Araguaia.

Nos interflúvios amplos deste tipo de terreno, associados à margem direita do rio Xingu, predominam Latossolos Vermelho-Amarelos, que se associam a Neossolos Quartzarênicos Órticos. À margem esquerda e mais ao sul desse tipo de terreno é maior a densidade de drenagem.

Nos locais aplanados associados aos formadores do rio Xingu, repete-se o padrão de ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos. Já mais próximo aos encaixes da drenagem, voltam a ocorrer Latossolos Vermelho-Amarelos associados a Latossolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos Órticos. Outra classe de solos de ocorrência na unidade corresponde aos Plintossolos Argilúvicos.

Na porção sudoeste da unidade de terreno, ocorre uma mancha de Neossolos Quartzarênicos Órticos e na porção nordeste, ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Plintossolos Argilúvicos.

As terras desta unidade são aptas para a agricultura e pastagem, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento correção e adubação. Os solos são profundos, com boa drenagem, boa porosidade e baixa susceptibilidade a erosão, e não apresentam restrições para a mecanização. Nas declividades altas em relevos residuais, entretanto, os solos são rasos e apresentam afloramentos rochosos.

Nos Morrotes e Morros residuais sustentados por rochas vulcânicas e subvulcânicas da Suíte Colider, presentes na região de Marcelândia a noroeste da unidade, ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos em associação com Plintossolos Argilúvicos e com Neossolos Litólicos. Outros solos correspondem aos Plintossolos Pétricos em associação com Neossolos Litólicos.

Esses terrenos apresentam baixo potencial mineral, havendo uma alta probabilidade de ocorrência de abrigos e cavernas nas escarpas associadas aos terrenos Rampas de reverso de escarpa, devido à presença de arenitos que favorecem a formação destas feições pseudocársticas.

7.1.4.2.5 Depressão da Amazônia Meridional: Colinas e Rampas Pedimentares

Essa unidade de relevo constitui uma superfície de aplanamento que se estende desde a cachoeira de Von Martius, onde as altitudes variam entre 380 a 430 m, e cai para norte atingindo altitudes de 150 a 200 m na região de Volta Grande. Associados a essa unidade ocorrem extensos relevos residuais que formam os Planaltos Residuais do Sul da Amazônia.

Nessa unidade de relevo foi diferenciado apenas um tipo de terreno, onde se associam relevos com encostas de baixa inclinação, com dissecação incipiente em topos convexos de baixa amplitude e relevos de topos planos, denominado Colinas e Rampas pedimentares.

Esses terrenos são constituídos por rochas do embasamento cristalino, do Cratón Amazônico, de idade arqueana e paleo-proterozóica, associadas às províncias geocronológicas Amazônia Central e Maraoni-Itacaiunas, correspondentes a uma grande variedade de unidades litológicas, onde se destacam granitóides, greenstonebelts, charnockitóides e unidades metavulcanossedimentares.

Colinas e Rampas pedimentares são terrenos suave ondulados, onde predominam formas colinosas de baixa amplitude que se associam a rampas pedimentares formadas no sopé dos relevos residuais. Esses terrenos são sustentados por rochas ígneas e metamórficas de diferentes composições, mas que foram igualmente arrasadas pelos processos de aplanamento.

Nesses terrenos predominam Argissolos Vermelho-Amarelos e, em menores proporções, Latossolos Vermelho-Amarelos. Associados a estes, ocorrem ainda Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Neossolos Litólicos. Em pequenas proporções, ocorrem Plintossolos Pétricos, Cambissolos Háplicos com caráter álico e afloramentos rochosos.

As terras têm aptidão boa para a agricultura, pastagem e silvicultura, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento correção e adubação. Os solos são profundos com boas características físicas, não apresentam restrições para a mecanização, apresentando fertilidade média a alta.

As Colinas e Rampas pedimentares apresentam baixa probabilidade de ocorrência de cavernas, pois o relevo plano e as rochas inibem o desenvolvimento dessas feições.

A Depressão da Amazônia Meridional é a unidade de relevo que apresenta maior número de pontos com registro de existência de recursos minerais segundo os mapas geológicos do CPRM (2004). Estes pontos foram compilados para o **Desenho 6365-EIA-DE-G91-001 – Mapa de Sistemas de Terrenos (Volume 10)**.

A maior parte das mineralizações refere-se a garimpos, depósitos ou ocorrências de ouro, encontrados em veios de quartzo ou aluviões em áreas, geralmente, associadas a afloramento de granitóides arqueanos, como os do Complexo Xingu, ou unidades Metavulcanossedimentares com destaque à suíte Três Palmeiras na região da Volta Grande do Xingu.

A presença de uma mina de estanho é registrada em terrenos próximos ao Igarapé da Bala, afluente do rio Iriri, logo a montante da foz do rio Curuá, associada a granitóides do Complexo Xingu. Os Mapas da CPRM (2004) não registram se as minas e garimpos estão em atividade ou paralisados.

Na região da Volta Grande do Xingu ocorrem depósitos de ouro explorados por garimpos nos aluviões do rio e nos terrenos adjacentes. Informações detalhadas sobre esses garimpos podem ser encontradas no “Diagnóstico da Área de Influência Direta”.

Na bacia do rio Fresco, nas proximidades de São Felix do Xingu ocorre uma grande concentração de mineralizações, entre as quais se destacam as minas e garimpos de ouro, e estanho. São registrados, ainda, depósitos e ocorrências de níquel e cobre. Mais a montante, são encontradas ocorrências de carvão mineral, quartzo citrino e topázio, além de indícios de Lantânio e Ítrio.

Na bacia do rio Iriri ocorrem garimpos de ouro, estanho e diamantes associados a aluviões, além de ocorrências de fluorita e pirita.

Indícios de mineralizações de estanho e manganês e ocorrências de águas marinhas e granadas são registrados nos terrenos próximos a foz do rio Iriri.

7.1.4.2.6 Planaltos Residuais do Sul da Amazônia: Morrotes, Morros e Serras Residuais e Morros e Serras Residuais Tabulares

Unidade de relevo que, juntamente com a Depressão da Amazônia Meridional, abriga as bacias do médio rio Xingu e seus afluentes Iriri, Fresco e Bacajá.

Esta unidade é constituída por relevos residuais de diferentes dimensões, com altitudes variáveis de 500 a 750m, e por amplitudes de 150 a 300m em relação aos terrenos adjacentes da Depressão da Amazônia Meridional. As diferentes formas de relevo residuais foram agrupadas em duas unidades de terreno: os Morrotes, Morros e Serras residuais e os Morros e Serras residuais tabulares.

Esses terrenos são constituídos por rochas do embasamento cristalino, do Craton Amazônico, de idade arqueana e paleo-proterozóica, associadas às províncias geocronológicas Amazônia Central (> 2,5 Ga), Maraoni-Itacaiunas (2,2 a 1,9 Ga) e Ventuari – Tapajós (1,9 a 1,8 Ga). Os litotipos associados a esta unidade apresentam grande variedade e são descritos junto aos tipos de relevo.

Os Morrotes, Morros e Serras residuais são terrenos constituídos por morrotes residuais isolados, com topos convexos que podem formar agrupamentos, até grandes conjuntos de morros com topos convexos estreitos muito dissecados, vales encaixados e encostas com alta inclinação, formando serras tais como: do rio Iriri, dos Gradaus, do Gorotire, da Fortaleza, dos Carajás, do Bacajá e do Cerrado, entre outras.

Devido à complexidade do substrato rochoso dessa região, os relevos residuais são sustentados por diversos tipos litológicos, predominando os termos mais resistentes com relação às rochas circundantes, como é o caso das intrusões de granitos alcalinos e subalcalinos anorogênicos, que predominam nesses terrenos.

Ocorrem Neossolos Litólicos associados a Afloramentos de Rochas, podendo ainda haver associações com Argissolos Vermelho Amarelo e Cambissolos Háplicos.

O potencial para ocorrência de abrigos e cavernas é considerado médio, pois embora o relevo favoreça a sua formação, há limitações devido ao tipo de substrato rochoso, que permitiria a formação dessas feições em áreas de depósitos de matacões (corpos de tálus), no sopé de encostas íngremes e escarpadas.

Os Morros e Serras residuais tabulares são terrenos que apresentam topos aplanados circundados por escarpas íngremes, podendo em alguns casos apresentar topos tabulares circundados por morros fortemente dissecados, como no caso das serras de Murure, da Casa de Pedra, da Seringa, do Pardo, dos Cubencranquem e da Chapada do Cachimbo. Esses terrenos, de modo geral, estão associados a ortoquartzitos, arenitos, metarenitos, metarcóseos, grauvacas, calcedonitos e calcários da Formação Gorotire e da Formação Cubencraquem, como também a rochas vulcano-sedimentares do Grupo Grão Pará, e das seqüências tipo greenstone do Supergrupo Andorinhas e Grupo Inajá.

A presença de escarpas e de arenitos favorece a ocorrência de cavernas e abrigos nesses terrenos, tendo-se potencial alto para a ocorrência dessas feições pseudocársticas.

Os solos que caracterizam os Morrotes, Morros e Serras residuais e os Morros e Serras residuais tabulares são geralmente rasos, apresentam baixa fertilidade, problemas de toxidez por alumínio, baixa capacidade de retenção de umidade e alta susceptibilidade a erosão hídrica e a movimentos de massa. Essas limitações, associadas às características do relevo forte ondulado e escarpado, definem a aptidão desses terrenos para abrigo e proteção da fauna e da flora.

Os Planaltos Residuais do Sul da Amazônia apresentam potencial mineral para ouro, estanho, fluorita, ferro, cobre, níquel, chumbo, zinco, cobalto e granada, conforme registrado nos mapas geológicos da CPRM (2004). As mineralizações concentram-se na região de São Felix do Xingu. Os garimpos de ouro ocorrem em aluviões ou veios de quartzo em áreas associadas a afloramento de rochas arqueanas.

Os garimpos e minas de estanho estão associados principalmente às áreas com afloramentos de granitos das Suítes Graníticas Anorogências Proterozóicas.

Também, são importantes os depósitos de níquel, em lateritas sobre o Complexo Xingu, e as ocorrências de ferro associadas as formações ferríferas bandadas arqueanas.

7.1.4.2.7 Planalto Marginal do Amazonas: Colinas Amplas e Médias

A unidade de relevo Planalto Marginal do Amazonas compreende uma faixa alongada de direção ENE, com altitudes de 250 a 300 m, que constitui o divisor de águas do baixo rio Xingu e de seu afluente rio Jaraçu. Essa unidade de relevo limita a ria que constitui o trecho inferior do rio Xingu, a jusante da Volta Grande.

Um único tipo de terreno foi diferenciado, denominado Colinas amplas e médias, caracterizado por apresentar fraca dissecação em topos convexos, baixa amplitude e encostas de baixa a média inclinação, que se associam as feições cuestiformes.

Esses terrenos são sustentados por rochas sedimentares paleozóicas e ígneas mesozóicas da Bacia Sedimentar do Amazonas, representadas pelo Grupo Trombetas, Formação Ererê, Formação Curuá, Formação Maecuru e Diabásio Penatecaua e sedimentos cenozóicos associados às planícies fluviais.

As Colinas amplas e médias são terrenos suave ondulados a ondulados dissecados, que se desenvolvem sobre arenitos, siltitos, folhelhos, diamictitos e basaltos. Nesse tipo de terreno predominam associações de Latossolos Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelho–Amarelos. Seguem-se Nitossolos Vermelhos Eutróficos, associados a Chernossolos Argilúvicos e Latossolos Vermelhos Eutróficos.

Essas terras apresentam aptidão regular para a agricultura e pastagem, mas necessitam de práticas complementares de melhoramento correção e adubação. Os solos são profundos com boas características físicas e não apresentam restrições para a mecanização. Ressaltam-se os Nitossolos Vermelhos, que apresentam aptidão boa a regular para culturas de ciclo longo e regular para culturas de ciclo curto nos sistemas de manejo primitivo e desenvolvido sem irrigação.

Esses terrenos apresentam baixo potencial mineral, mas têm alta probabilidade de ocorrência de abrigos e cavernas devido à presença de escarpas associadas aos arenitos da Formação Maecuru.

7.1.4.2.8 Depressão do Amazonas: Rampas de Platô com Lateritas e Colinas e Rampas

Esta unidade de relevo apresenta altitudes de 50 a 200 m, abriga a bacia do rio Jaraçu e o curso inferior do rio Xingu, que constitui uma ria com encostas íngremes por cerca de 120 quilômetros de extensão.

Nessa unidade de relevo foram diferenciados dois tipos de terrenos, todos com encostas de baixa inclinação: Rampas de platô com lateritas, que associam relevos de topo aplanado, e as Colinas e Rampas, onde se associam relevos com dissecação incipiente em topos convexos de baixa amplitude e relevos de topos planos.

Esses terrenos são sustentados por rochas sedimentares mesozóicas representadas pela Formação Alter do Chão e por sedimentos cenozóicos associados, principalmente, às coberturas detrito-lateríticas do Terciário Inferior.

Colinas e Rampas são terrenos de topos amplos convexos e rampas subhorizontais, vales erosivos abertos. Apresentam Latossolos Amarelos Distróficos textura argilosa, Plintossolos Pétricos Concrecionários Distróficos indiscriminado e Latossolos Amarelos Distróficos textura média.

Esses terrenos têm aptidão restrita para agricultura, pois necessitam de cuidados complexos de conservação devido ao relevo. Observa-se baixa probabilidade de ocorrência de cavernas, pois o relevo plano inibe o seu desenvolvimento, e baixo potencial mineral.

Rampas de platô com lateritas são terrenos planos e suave ondulados, delimitados por encostas íngremes que ocorrem margeando o rio Jaraçu. Esses terrenos se desenvolvem sobre sedimentos detritico-lateríticos, constituídos por silte, areia siltosa, argilas e conglomerados com seixos angulosos, total ou parcialmente laterizados, e sobre quartzo-arenitos, arenitos argilosos, argilitos, quartzo-grauvacas e brechas intraformacionais da Formação Alter do Chão, que sustentam as encostas íngremes.

Nesses terrenos predominam Latossolos Amarelos associados aos Plintossolos Pétricos Concrecionários. As terras têm aptidão restrita a regular para a agricultura e pastagem, mas que necessitam de práticas complementares de melhoria correção e adubação. Os solos são profundos com boa drenagem, boa porosidade e apresentam média a alta susceptibilidade a erosão e tem restrições localizadas para a mecanização. Estes terrenos têm pequeno potencial mineral para bauxita, associada às coberturas detrítico-lateríticas.

O potencial para a ocorrência de cavernas é médio, visto que as encostas íngremes que limitam estes platôs são sustentadas por arenitos da Formação Alter do Chão.

7.1.4.2.9 Planície Fluvial do Amazonas: Planície Fluvial do rio Amazonas

Essa unidade é constituída por sedimentos aluviais de composição variada ocorrendo argilas, silte, areias e cascalhos, com predomínio de sedimentos finos nas áreas alagadiças. A planície fluvial do rio Amazonas é formada pela planície alagada e pela planície de inundação. A

planície alagada corresponde às porções que se mantêm submersas mesmo nos períodos de estiagem, formando brejos, alagadiços e lagos. A planície de inundação corresponde às áreas que são alagadas apenas no período das enchentes.

A planície do rio Amazonas, nesse trecho próximo ao rio Xingu, chega a ter quase 40 quilômetros de largura sendo caracterizada pela presença de ilhas, paranás, furos, lagos, diques aluviais, cordões fluviais do tipo *slikke* e *schorre*, praias, canais anastomosados, meandros abandonados, além de feições mais comumente associadas com o período das enchentes, como os igapós, que correspondem a trechos de florestas que ficam inundados durante as enchentes.

Outras feições associadas ao sistema fluvial do rio Amazonas são os rios afogados, também denominados rios - lagos, baía de embocadura, rias fluviais e/ou rias interiores, cuja origem tem sido atribuída aos efeitos da Transgressão Flandriana e também aos efeitos da tectônica recente que afeta a região.

Nesse compartimento tem-se a foz do rio Xingu, caracterizada por uma série de ilhas que se desenvolvem após o barramento da ria, que constitui seu trecho inferior, e a foz de seu afluente da margem esquerda, o rio Juruá, que forma um delta com inúmeros canais dentro da ria.

Essas feições permitiram a identificação dos seguintes formas de relevo, não mapeadas devido à escala de trabalho: Planícies fluviais alagadas com lagoas e alagadiços perenes; Planícies fluviais e baixos terraços com lagoas e inundações periódicas; e Planícies fluviais inundáveis, planícies de inundação com furos, paranás, igarapés, canais abandonados, diques e lagoas.

Nesses terrenos predominam Gleissolos Háplicos Eutróficos associados a Neossolos Flúvicos. Em menores proporções ocorrem Plintossolos Argilúvicos e Neossolos Litólicos, associados a Gleissolos Háplicos.

Os Gleissolos Háplicos apresentam aptidão restrita para culturas de ciclo curto e ciclo longo no sistema de manejo primitivo, e aptidão restrita para cultura de ciclo curto e classe inapta para cultura de ciclo longo no sistema de manejo desenvolvido sem irrigação. Os Neossolos Litólicos são inaptos para uso agrícola e pastoreio intensivo nos sistemas de manejo primitivo e desenvolvido sem irrigação.

Por sofrerem inundações frequentes, esses terrenos apresentam fortes restrições à ocupação antrópica intensiva, sendo comumente utilizado para atividades sazonais como a agricultura de subsistência e a pecuária em pastagem natural.

7.1.4.2.10 Planícies Fluviais: Planícies Fluviais do rio Xingu e Afluentes

Esses relevos acumulativos associados aos principais rios da bacia hidrográfica do rio Xingu constituem um tipo de terreno específico, que intercepta os demais tipos de terreno, e se caracterizam pelo predomínio de feições de sedimentação associadas aos processos de erosão e de deposição fluvial.

São terrenos constituídos por sedimentos aluviais de composição variada, ocorrendo argilas, silte, areias e cascalhos, com predomínio de sedimentos finos e matéria orgânica nas áreas alagadiças.

O tipo de terreno Planícies Fluviais engloba as seguintes formas de relevo: Terraços fluviais com aluviões delgados, Terraços fluviais com lagoas, Terraços e Planícies fluviais com inundações periódicas com canais abandonados e alagadiços.

Esses terrenos compreendem, além das formas de deposição aluvial, o canal fluvial que pode estar encaixado em aluviões, onde geralmente é mais sinuoso, ou em rocha, quando desenvolve rápidos, corredeiras e cachoeiras.

Nesses terrenos predominam associações de Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, ocorrendo também extensos afloramentos rochosos ao longo do canal e das margens. Esses solos apresentam aptidão restrita para agricultura e pastoreio.

Por serem áreas freqüentemente inundadas apresentam limitações à ocupação. O uso desordenado do solo pode provocar problemas de assoreamento dos canais fluviais, além de problemas de contaminação do lençol freático.

7.1.4.3 Aspectos da Dinâmica Superficial

As condições climáticas da bacia hidrográfica do rio Xingu apresentam diferenças que variam de sul para norte, e que se refletem também no regime hidrológico. No médio curso região de São Felix, o período de chuva corresponde aos meses de outubro a maio, e o período seco aos meses de junho a setembro. Na região de Altamira o período chuvoso ocorre entre dezembro e abril e o período seco de julho a novembro. No baixo curso, região de Porto de Moz, o período de chuva se dá nos meses de março a maio, e o período seco entre agosto e dezembro.

Essa situação mostra uma marcha das chuvas de sul para norte, que se inicia em outubro (São Felix do Xingu) e se estende para norte, até maio (Porto de Moz), provocando um atraso de até dois meses no período chuvoso, o que favorece a ocorrência de grandes deflúvios nos trechos do médio e baixo curso do rio, que vão ocorrer entre fevereiro e abril em São Felix, e entre março e maio em Altamira.

A sazonalidade climática da área faz com que se tenha um período de maior atividade morfogenética durante o período chuvoso, quando a remoção de detritos e a carga de material em suspensão é mais significativa, e um período de menor atividade, associado à época seca, em relação à erosão e ao transporte fluvial.

Embora se verifique sazonalidade na atividade morfogenética da região, esta é condicionada pela elevada pluviosidade, que varia de 2050 a 2380 mm por ano, e que favorece a ocorrência de processos erosivos associados ao escoamento das águas pluviais e fluviais, nos relevos mais suaves da Depressão da Amazônia Meridional, do Planalto Marginal do Amazonas e da Depressão do Amazonas, e a ocorrência de movimentos de massa nos relevos mais ondulados e íngremes dos Planaltos Residuais do Sul da Amazônia

Os terrenos mais suaves e menos sensíveis à interferência antrópica da área são representados pelas diferentes dimensões de colinas e pelas rampas. Esses terrenos, embora apresentem diferenças de forma e amplitude, têm encostas com inclinação bastante semelhante, que se reflete no predomínio de vales abertos e erosivos com talvegues superficiais e canais em rocha. A ocorrência de processos erosivos do tipo erosão laminar e em sulcos são ocasionais e de baixa intensidade dinâmica. Essas características tornam esses relevos pouco susceptíveis à

ocupação antrópica, a exceção dos terrenos constituídos por arenitos, que são muito susceptíveis a processos de erosão em sulcos e a formação de boçorocas.

Nos relevos colinosos mais dissecados e nos morrotes, a presença de vales abertos e erosivos com talvegues entalhados e encostas mais íngremes, favorece a ocorrência de um entalhe fluvial mais efetivo, de processos de rastejo e de pequenos escorregamentos, associados aos setores de encostas mais inclinadas, porém localizados e de baixa intensidade.

A interferência antrópica nesses relevos pode alterar os processos superficiais devido à remoção da cobertura vegetal e do solo superficial argiloso e/ou argilo-arenoso e à exposição do horizonte de solo de alteração ou de rocha alterada à ação das águas pluviais. Estas ações acabam provocando aumento em intensidade e frequência de ocorrência dos processos, como por exemplo, formação de ravinas profundas associadas a drenos das estradas, que assoreiam os canais fluviais, aumentando a carga de transporte dos rios.

Os terrenos mais enérgicos da região são representados pelos Morrotes, Morros e Serras residuais e Morros e Serras residuais tabulares e, também, pelas escarpas associadas a esse tipos de relevo, que se caracterizam por apresentar amplitudes médias e altas, associadas às encostas íngremes, que formam vales encaixados e muito encaixados, erosivos, com talvegues entalhados com canais em rocha e blocos, e escoamento torrencial nas vertentes e canais fluviais.

Esses terrenos, em condições naturais, apresentam processos de rastejo, escorregamentos e quedas de blocos nas encostas e escarpas rochosas, ocasionais e de média intensidade, que geralmente são intensificados devido ao desmatamento, a implantação de vias de acesso, a mineração predatória e a implantação de pastagens. Estes terrenos, muito susceptíveis à ocupação antrópica, podem apresentar problemas de estabilidade nos setores de encostas mais íngremes.

As Planícies fluviais e a Planície Fluviolacustre do Amazonas são terrenos em que predominam processos de deposição e erosão associados à ação dos canais fluviais, sendo que a Planície Fluviolacustre tem sua dinâmica associada aos processos fluviais de grande magnitude do rio Amazonas.

As Planícies fluviais dos rios da bacia do Xingu acabam por sofrer grandes alterações, quando as atividades antrópicas nos terrenos adjacentes aceleram processos de erosão e sedimentação, com assoreamento significativo dos canais fluviais, lagoas e da vegetação ciliar.

O aumento de volume do produto da erosão superficial e do entalhe fluvial dos canais acaba sendo incorporado à carga de sedimentos em suspensão da rede de drenagem que flui para o rio Xingu, vindo progressivamente alterar as taxas de sedimentação na bacia.

A dinâmica superficial dos relevos que caracterizam a região é conduzida basicamente pela ação fluvial, que entalha e transporta os sedimentos produzidos para o rio Xingu, porém numa situação de equilíbrio, onde os canais estão ajustados às declividades das encostas e não se observam processos erosivos intensos.

No estado atual de ocupação desse trecho da bacia do rio Xingu ocorre uma baixa intensidade e frequência de processos erosivos nas encostas, sugestivo de uma baixa taxa de transporte fluvial.

Embora a taxa de transporte de sólidos apresente variação significativa durante o ano, em consequência dos meses de estiagem e das épocas de chuva, é importante assinalar que: enquanto a taxa de transporte de sólidos em suspensão tende a diminuir significativamente durante o período de estiagem, a taxa de transporte de fundo também diminui, porém é um processo que se mantém ativo durante todo ano, fornecendo areia e seixos pequenos para a manutenção das barras.

Na análise das diferentes zonas da bacia hidrográfica do rio Xingu (SCHUMM, 1977), nota-se que elas apresentam características e comportamentos que sugerem anomalias condicionadas pelo jovem processo de ajustamento do perfil longitudinal do rio, onde a presença de soleiras litoestruturais controla a dinâmica de erosão e deposição da bacia. Assim constata-se que:

A Zona 1 (cabeceira), que deveria ser uma região de produção de sedimentos para a bacia, é caracterizada pelo predomínio de canais aluviais com planícies largas e extensas, que caracterizam os rios principais e pela presença de canais em rocha, erosivos nas cabeceiras de drenagem. Tal situação sugere que devido o nível de base local representado pela cachoeira de Von Martius, essa parte da bacia retém os sedimentos produzidos, contribuindo para baixa carga de sedimentos verificada no rio Xingu.

A Zona 2 corresponde a uma área de transferência de detritos, onde a corrente move água e sedimentos da Zona 1 para a Zona 3, ou seja, da área de produção de detritos para a área de deposição. Esta situação reflete-se nos afluentes de ambas as margens do rio Xingu, cujas bacias caracterizam-se pela presença de canais em rocha, baixa incidência de processos erosivos e ausência de planícies fluviais significativas, à exceção daquelas condicionadas às soleiras litoestruturais e tectônicas, que também controlam os diferentes setores de erosão e deposição no canal do rio Xingu.

A Zona 3, que corresponde à área de deposição, mostra uma sedimentação pouco significativa, quando comparada ao tamanho da bacia do Rio Xingu. Nesta zona a sedimentação mais intensa é observada em Belo Monte e na Ilha Grande que forma um delta no início da ria, não havendo em superfície outras evidências de sedimentação nesse trecho da bacia.

Essas características anômalas evidenciam o papel das estruturas neotectônicas no condicionamento das formas de relevo, das feições de erosão e deposição fluvial, e que acabam por interferir na dinâmica superficial da área de estudo.

Nesse sentido, a região de Volta Grande, que constitui um alto estrutural de orientação noroeste, seria responsável pela retenção intensa de sedimentos na forma de ilhas e barras no canal fluvial, a montante dessa estrutura, limitando o volume de sedimento transportado para jusante desse trecho do rio e justificando assim, a pequena taxa de sedimentação observada na região da ria fluvial.

7.1.5 Recursos Hídricos

7.1.5.1 Regime Fluvial

A caracterização hidrológica da bacia do rio Xingu fica bem definida pela existência de duas regiões com regimes pluviométricos distintos, com ocorrência defasada de períodos secos e chuvosos. Em linhas gerais, a maior parte da bacia se enquadra no regime de chuvas tropicais,

com máxima pluviosidade no verão e mínima no inverno. Das cabeceiras até a parte média alta da bacia, o período chuvoso compreende os meses de dezembro a março. Da faixa média até o baixo curso, o período chuvoso vai de janeiro a maio.

O rio Xingu caracteriza-se por variações significativas de volume escoado, entre épocas de cheias e de estiagem, com regime fluvial fortemente marcado pela sazonalidade. As descargas mínimas são da ordem de 10% da vazão média, enquanto as cheias chegam a atingir valores quatro vezes superiores a essa média. Com base nas vazões médias diárias dos postos fluviométricos situados ao longo da bacia do rio Xingu (vide **QUADRO 7.1.5-1**), foram estimadas as vazões características, conforme apresentado na **TABELA 7.1.5-1**.

QUADRO 7.1.5-1
Postos Fluviométricos da Bacia

Código	Posto	Rio	Tipo	AD (km ²)	Período de Dados
18 850 000	Altamira	Xingu	F DS T	446.203	Jan/1971 a Mar/2007
18 880 000	Faz. Cipaúba	Bacajá	FD	21.592	Nov/77 a Mar/2007
18 420 000	Faz. Itaguaçu	Ronuro	FD	3.860	Jan/76 a Jaqn/2007
18 435 000	Com. Fontoura	Com. Fontoura	FD	5.432	Out/99 a Fev/2007
18 500 000	Boa Esperança	Fresco	FD	43.030	Jan/76 a Fev/2007
18 700 000	Pedra do Ó	Iriri	F DS T	123.827	Set/76 a Abr/2007
18 409 000	Passagem BR-309	Culuene	FD	1.890	Jan/94 a Jan/2007

Fonte: Hidroweb-ANA

Obs: F DS T (posto tele-fluviométrico com medição de descarga líquida) e FD (posto fluviométrico)

TABELA 7.1.5-1
Vazões Características Estimadas para os Cursos d'Água da Bacia

Rio/Posto	AD (km ²)	Vaz. Máx. / Data (m ³ /s)	Vaz. Média (m ³ /s)	Vaz. Mín. (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{90%} (m ³ /s)
Xingu / Altamira	446.203	34.795 (17/03/80)	7.851	461 (12/10/71)	654	1.193
Bacajá/Fz. Cipaúba	21.592	1.385 (24/02/80)	296	0,234 (6/12/83)	2,20	3,90
Ronuro / Fz Itaguaçu	3.860	327 (28/01/82)	80	36,1 (11/10/87)	19,6	46,0
Comand. Fontoura / Comand. Fontoura	5.432	234 (08/03/04)	97	21,0 (30/08/02)	20,7	32,0
Fresco / Boa Esperança	43.030	4.449 (11/03/80)	851	2,0 (30/9/81)	4,2	28,3
Iriri / Pedra do Ó	123.827	12.235 (23/03/80)	2.748	49 (9/10/83)	41,8	169
Culuene / Pass. da BR-309	1.890	99,3 (18/12/05)	13,9	0,02 (20/9/01)	1,58	3,70

Fonte: Hidroweb-ANA

Na **FIGURA 7.1.5-1** apresenta-se a variação sazonal das vazões em diferentes postos situados ao longo da bacia. Nota-se claramente a defasagem existente entre as vazões das cabeceiras e o trecho baixo da bacia.

Visando aquilatar o potencial de cheias da bacia, foram calculados para cursos d'água representativos, o coeficiente de compacidade (Kc), relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo com área igual à da bacia, e do fator de forma (Kf), relação entre a área da bacia e o quadrado de seu comprimento axial ou comprimento total do curso d'água. Os cálculos efetuados são apresentados na **TABELA 7.1.5-2**, a seguir.

FIGURA 7.1.5-1 – Sazonalidade das Vazões – AAR – Folha 1 de 2

FIGURA 7.1.5-1 – Sazonalidade das Vazões – AAR – Folha 2 de 2

TABELA 7.1.5-2
Características Físicas da Bacia

Curso D'Água	AD (km ²)	Comprimento L (m)	Perímetro (km)	$K_c=0,282* P/A^{0,5}$	$K_f=A/L^2$	Declividade Média (*)
Comandante Fontoura	13.140	419	903	2,22	0,07	0,41
Culuene	38.100	361	1.070	1,55	0,29	1,23
Curisevo	7.000	200	375	1,26	0,18	2,28
Suiá-Miçu	19.425	441	750	1,52	0,10	0,68
Ronuro	6.613	235	428	1,48	0,12	0,94
Manissauá Miçu	13.775	403	860	2,07	0,08	0,60
Iriri	136.232	1.450	3.290	1,79	0,14	0,22
Fresco	34.650	490	1.010	1,53	0,14	0,39
Bacajá	24.000	379	1023	1,86	0,17	0,62

Obs: (*) Dados estimados via carta 1:1.000.000

Quando mais próximo de 1 (um) o coeficiente de compacidade, mais a forma da bacia se aproxima de um círculo, sendo maior o potencial de ocorrência de picos elevados de enchentes. Já o fator de forma próximo à unidade, mostra que a forma da bacia se aproxima de um quadrado, também sendo grande o potencial de ocorrência de picos de enchentes.

Todas as bacias apresentam fator de forma baixo e fator de compacidade elevado, indicando, sem levar em conta outros fatores, que estão sujeitas a ocorrência de cheias de curta duração.

Com base em material bibliográfico, pode-se dizer que à exceção das cabeceiras, os cursos d'água possuem baixas declividades, percorrendo extensa planície, com trajetos sinuosos e formando lagoas e braços mortos. O rio Xingu, por sua vez, no trecho compreendido entre a rodovia BR-080 e a cidade de Altamira apresenta declividade média da ordem de 0,15 m/km, que se eleva, acentuadamente, na chamada Volta Grande do Xingu, entre Altamira e Belo Monte, alcançando 0,53 m/km.

Para o curso do rio Bacajá, entre as cabeceiras e o curso médio, a declividade média é de cerca de 0,73 m/km, enquanto que entre o trecho baixo até sua foz junto ao rio Xingu, este valor cai para 0,62 m/km.

A bacia do rio Xingu é formada por uma infinidade de pequenos cursos d'água onde o escoamento está sujeito basicamente as disponibilidades hídricas do período chuvoso.

Na parte baixa da bacia onde predominam os arenitos da bacia amazônica, as chuvas alimentam os reservatórios subterrâneos, todavia, na estiagem toda a recarga do subterrâneo já se perdeu, provocando o déficit de escoamento nos pequenos cursos d'água.

No trecho médio da bacia predominam solos do pré-cambriano que provocam o rápido escoamento das precipitações com pouco armazenamento, isto leva a um forte déficit no escoamento nos meses de estiagem.

Na alta bacia, região conhecida como “Espanador do Xingu”, predominam os sedimentos terciários da Formação Ronuro recobrimo as formações do Grupo Parecis (predominantemente arenitos), que favorecem a recarga do freático.

As explanações expostas acima foram efetuadas de maneira expedita em consonância com a equipe de geologia, tendo mais caráter indicativo do que conclusivo.

Pelo exposto, estima-se que para bacias até 150 km², durante os meses mais severos de estiagem, estes pequenos cursos d’água apresentem regime intermitente.

7.1.5.2 Sedimentologia

A bacia do rio Xingu é mal servida no quesito medições de transporte sólido, ao longo dos seus 509.000 km² somente 6 postos contam com medições de descargas sólidas, mesmo assim com número reduzido de medições e concentrados na sua totalidade no trecho médio baixo e baixo da bacia.

As principais campanhas de medições de descargas sólidas realizadas na bacia remontam aos estudos de Inventário realizados na segunda metade da década de 70 e aos estudos de viabilidade desenvolvidos na região de Altamira.

No **QUADRO 7.1.5-2** estão listados os postos da bacia onde são ou foram realizadas medições, sendo a localização dos mesmos apresentada na **FIGURA 7.1.5-1**. Merece destaque os postos de Altamira, com o maior número de dados, 44 medições entre janeiro/1984 a novembro/2003, e Belo Horizonte com 22 medições entre janeiro/1984 a dezembro/1997.

QUADRO 7.1.5-2
Postos Fluviométricos com medições de descargas sólidas

Código	Posto	Rio	Coordenadas		Área (km ²)
			Latitude	Longitude	
18 500 000	Boa Esperança	Fresco	-6° 43' 09''	-51° 46' 58''	43.030
18 520 000	Belo Horizonte	Xingu	-5° 24' 29''	-52° 54' 07''	277.265
18 640 000	Aldeia Baú	Curuá	-7° 20' 46''	-54° 49' 25''	5.600
18 650 000	Cajueiro	Curuá	-5° 39' 14''	-54° 31' 16''	34.693
18 700 000	Pedra do Ó	Iriri	-4° 32' 30''	-54° 00' 03'	123.827
18 850 000	Altamira	Xingu	-3° 12' 44''	-52° 12' 38''	446.203

Fonte: Hidroweb-ANA.

Com base nos dados de Altamira e Belo Horizonte e aplicando-se o Método Simplificado de Colby, foi estimada a descarga sólida total nos dois postos. Feito isto, foi definida a relação entre a descarga sólida e a descarga líquida, aplicando-se as equações obtidas às respectivas séries de vazões médias mensais.

A taxa média anual de descarga sólida total obtida nos dois postos indica, para a bacia hidrográfica do rio Xingu, um valor entorno de 12,4 ton/km².ano, compatível com valores esperados para a região, segundo consta da publicação “Hidrossedimentologia Prática” de

Newton de Oliveira Carvalho, 2ª edição revisada e ampliada, 2008. As regiões com produção de sedimentos entre 5 e 70 ton/km².ano são consideradas áreas de baixa produção de sedimentos, mostrando assim que por ora não existe a preocupação com o transporte sólido na bacia do rio Xingu.

7.1.5.3 Usos da Água na Bacia

No sentido de identificar os usos das águas e eventuais conflitos na bacia do rio Xingu, inicialmente é apresentada uma abordagem global sobre a região hidrográfica Amazônica, onde se insere a área de estudo. A seguir, são descritos os principais usos consuntivos e não consuntivos relacionados à bacia hidrográfica do rio Xingu. Na sequência, são abordados aspectos institucionais, com destaque à classificação dos cursos d'água e os mecanismos de outorga existentes nos estados do Mato Grosso e Pará, onde se insere a área de estudo.

7.1.5.3.1 Panorama Regional

De acordo com as macro-divisões hidrográficas adotadas pela Agência Nacional de Águas – ANA (MMA, 2005) (Resolução nº32/03), a região Amazônica compreende a bacia do rio Amazonas situada em território nacional, as bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das áreas de drenagem dos rios situados no estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte, perfazendo um total de 3.870.000 km².

A bacia hidrográfica do rio Xingu, com 509.000 km², está compreendida na Bacia 1 – Amazônica, especificamente na Sub-bacia 18.

A dimensão da disponibilidade hídrica regional é perceptível quando se verifica que a vazão média anual dos rios da bacia Amazônica em território brasileiro é de 179 mil m³/s, valor que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade de água doce mundial e 73% da oferta de água doce do país.

Na região hidrográfica Amazônica ocorrem as maiores precipitações anuais do Brasil, com chuvas abundantes e regulares que se concentram nos meses de novembro a maio. Os picos de vazão na foz do rio Amazonas ocorrem entre os meses de maio a julho e, as menores vazões, nos meses de outubro e novembro.

O balanço hídrico simplificado nesta região aponta uma precipitação média de 2.239 mm anuais, índice de evapotranspiração que chega a 52%, resultando em escoamento da ordem de 48% da vazão natural.

Segundo estimativas publicadas pela ANA (2005, *op. cit.*), a vazão específica na região Amazônica chega a 40 l/s.km² na porção noroeste. Particularmente, a vazão específica na bacia hidrográfica do Xingu oscila entre 10 a 20 l/s.km², similar à média nacional.

Ao lado dessa oferta natural de água, a Amazônia concentra apenas 5% da população do país. A associação entre a alta vazão específica e a baixa densidade populacional resulta para a região uma alta disponibilidade hídrica por habitante.

Apesar de não expressar a real disponibilidade de água da bacia, uma vez que a vazão média não está disponível em todas as circunstâncias, o quociente entre a vazão média anual e a população residente é frequentemente utilizado pelas Nações Unidas como indicador de

disponibilidade hídrica por habitante em grandes regiões mundiais (UNESCO, 2003; Alcamo, 2000).

Considera-se uma situação de escassez quando este quociente é inferior a 500 m³/hab/ano; entre 500 a 1.700 m³/hab/ano a condição é de stress, e acima de 1.700 m³/hab/ano é tida como confortável.

Nesse contexto, o Brasil é avaliado como sendo um país rico em disponibilidade hídrica, atingindo em média 33 mil m³/hab/ano, embora apresente grande variação espacial e temporal das vazões. Para a região hidrográfica Amazônica, esse valor chega a 533 mil m³/hab/ano. Adotando-se para a bacia hidrográfica do Xingu uma vazão média anual da ordem de 10 mil m³/s e levando-se em conta o contingente total de habitantes dos municípios que integram da bacia, em torno de 781 mil habitantes (IBGE, 2000), chega-se a um quociente acima de 390 mil m³/hab.ano, muito superior, portanto, ao índice de disponibilidade hídrica considerado mais favorável.

Do ponto de vista de demanda de recursos hídricos em escala regional, dados publicados pela ANA (2005, *op. cit.*) apontam que a vazão média retirada na região hidrográfica Amazônica é de 47 m³/s. Desse total, aproximadamente 57%, ou seja, 27 m³/s, são efetivamente consumidos e o restante (20 m³/s) retorna às bacias hidrográficas.

Levando em conta os usos consuntivos, as maiores vazões de retirada na Amazônia, em torno de 35%, devem-se ao uso urbano, constituindo exceção no panorama nacional, onde praticamente a metade do total derivado e cerca de 70% do total consumido destina-se à atividade de irrigação. O restante do consumo nessa região é atribuído ao uso animal (30%) e à irrigação (30%) e, em menor proporção (5%), às atividades industriais e ao abastecimento rural.

Quando avaliada pelo lado do consumo, a vazão destinada à irrigação na Amazônia chega ao patamar de 40%, percentual ligeiramente superior ao uso animal. Segundo dados do censo demográfico do IBGE, a região hidrográfica Amazônica detinha em 2000 um total de 91.970 ha de terras irrigadas, resultando em uma vazão específica para irrigação estimada em 0,150 l/s/ha (ANA, 2005, *op.cit.*).

O consumo humano, embora importante do ponto de vista socioeconômico, representa a menor parcela do consumo total de água na Amazônia, atingindo aproximadamente 15%. Apenas uma pequena proporção do consumo global nessa região hidrográfica se destina aos demais usos, tais como abastecimento industrial e rural.

Finalmente, para avaliar o confronto das demandas regionais frente à disponibilidade dos recursos hídricos na Amazônia, pode ser utilizado como indicador o coeficiente que define cinco classes distintas de oferta de água. Considera-se excelente quando a demanda representa 5% da disponibilidade hídrica; confortável entre 5 a 10%, preocupante entre 10 a 20%; crítica entre 20 a 40% e, muito crítica quando é superior a 40%. Os estudos publicados pela ANA (*op. cit.*) revelam para toda a região hidrográfica Amazônica um índice inferior a 5%, tido como excelente.

Conforme apresentado a seguir, a bacia do Xingu se insere neste panorama, antevendo-se que não há conflitos do ponto de vista quantitativo quando se considera os usos das águas no contexto global da bacia hidrográfica. No entanto, a faixa de nascentes dos formadores e de

alguns importantes afluentes do rio Xingu, região considerada estratégica para preservação da qualidade dos recursos hídricos, já demonstra níveis preocupantes de degradação ambiental que poderiam no futuro se refletir nos demais setores da bacia hidrográfica a jusante.

Acrescente-se que os rios da Bacia Hidrográfica do Xingu apresentam variações importantes de vazão ao longo do ciclo hidrológico, o que implica variações também na disponibilidade durante o ano, sendo mais restritivos os meses de julho a outubro, quando as vazões são inferiores a $2.500\text{m}^3/\text{s}$.

Com base na Carta ao Milionésimo do IBGE, edição 2004, estão apresentados na **FIGURA 7.1.5-2** os cursos d'água intermitentes e perenes da bacia. Com relação aos cursos d'água poluídos, somente foram identificados o igarapé Panelas, o igarapé Altamira e o igarapé Ambé, todos localizados na área da cidade de Altamira e que apresentam alto grau de poluição advindo, principalmente, das palafitas existentes ao longo de seus cursos.

FIGURA 7.1.5-2 – Cursos D'água – Perene Intermitentes e Poluídos

7.1.5.3.2 Usos Preponderantes das Águas na Bacia Hidrográfica do Xingu

Os usos preponderantes das águas na bacia hidrográfica do Xingu estão distribuídos pelo seu território, o que resulta em uma exploração difusa e, conseqüentemente, de mensuração e controle mais complexos. Assim, a partir do conjunto de informações e de estatísticas levantadas na bibliografia, tendo como elemento norteador o panorama regional, é possível caracterizar os recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Xingu, considerando os usos consuntivos e não consuntivos mais relevantes.

7.1.5.3.3 Usos Consuntivos

Os principais usos dos recursos hídricos que envolvem derivação de águas na área de estudo estão associados ao abastecimento humano e à agropecuária, particularmente irrigação das culturas de grãos, sobressaindo nesse aspecto o estado do Mato Grosso, e a dessedentação do gado, em ambos os estados. O uso industrial é pouco significativo na bacia, motivo pelo qual não foi incluído na estimativa global das demandas hídricas.

Face ao objetivo do presente trabalho, que visa sinalizar eventuais conflitos associados aos recursos hídricos, a avaliação realizada nos itens a seguir compreende um panorama global das demandas hídricas segundo os principais usos estabelecidos na bacia hidrográfica em questão.

Nesse sentido, a caracterização proposta não contempla as vazões de retirada e as vazões de retorno à bacia hidrográfica. Embora seja feita menção aos municípios que utilizam manancial subterrâneo para abastecimento público, tampouco foi considerado nesta avaliação o consumo de água subterrânea, pressupondo-se que a vazão destinada a diversas finalidades seja derivada apenas dos mananciais superficiais da bacia. Os resultados apresentados na seqüência representam, pois, um panorama conservador, servindo apenas como elemento de referência para avaliar o confronto entre a oferta e a demanda de água na bacia do rio Xingu.

Deve-se também levar em conta que a área de estudo tem como particularidade a inserção do Parque Indígena do Xingu, além de outras Terras Indígenas e Unidades de Conservação, que atuam como fatores de preservação dos recursos hídricos do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

A seguir, são apresentadas as estimativas visando a determinação das demandas de água para abastecimento humano, à dessedentação animal e à irrigação de grãos.

a) **Abastecimento Humano**

A maioria dos municípios que integram a bacia hidrográfica do rio Xingu, 35 deles situados no estado de Mato Grosso e 14 localizados no estado do Pará, é atendida por sistemas públicos de abastecimento. Esse serviço, a cargo de prefeituras municipais ou de companhias autônomas, apresenta variação no índice de atendimento à população urbana.

Pesquisas conduzidas nas sedes municipais da bacia do rio Xingu no estado do Mato Grosso (SENHA ENGENHARIA, 2005) evidenciam um quadro geral de condições insatisfatórias e mesmo precárias, tanto no que diz respeito à satisfação das demandas e dos requisitos sanitários, quanto ao atendimento de padrões técnicos e operacionais.

Os problemas mais críticos na prestação dos serviços de abastecimento de água são a falta de desinfecção, expondo permanentemente a água distribuída aos riscos de pós-contaminação, e a ocorrência de intermitências no abastecimento (SENHA ENGENHARIA, *op. cit.*).

Observa-se, normalmente, uma discrepância entre as condições dos serviços de saneamento nas cidades mato-grossenses localizadas nas margens esquerda e direita do rio Xingu, separadas pelo Parque Indígena, especialmente quanto ao abastecimento de água.

Nos núcleos urbanos mato-grossenses situados a oeste (margem esquerda) do Xingu, a exemplo de Feliz Natal e União do Sul, as ocorrências de falta d'água no abastecimento público são bem menos frequentes, em contraste com as cidades localizadas a leste (margem direita) que apresentam baixos índices de cobertura e rodízios de abastecimento. Nesse contexto, destacam-se os municípios de Ribeirão Cascalheira, São José do Xingu e Santa Cruz do Xingu, que mostram condições mais críticas de saneamento, com serviços precários de abastecimento de água e de limpeza urbana.

Via de regra, as sedes dos municípios de Mato Grosso compreendidos na bacia do Xingu são abastecidas com água subterrânea, por meio de poços profundos. Mesmo em Canarana e Marcelândia, que utilizam mananciais superficiais, o suprimento é complementado por meio de poços. Também se verifica algum nível de utilização de águas superficiais nas sedes dos distritos municipais.

Na porção da bacia inserida no estado do Pará, as condições gerais de saneamento também podem ser consideradas insatisfatórias. Algumas sedes urbanas, como Cumarú do Norte, não dispõem de serviços de abastecimento de água. Com exceção de Altamira, cujo suprimento público é feito por meio de água captada no rio Xingu, a maioria das sedes municipais no Pará utiliza poços.

a.1) Estimativa da Demanda Urbana

Para elaborar a estimativa da demanda de abastecimento populacional urbano e rural, levou-se em consideração no presente trabalho a localização das sedes urbanas e o grau de inserção dos territórios municipais na bacia hidrográfica do rio Xingu.

Inicialmente, foram destacados os municípios cujas sedes estão compreendidas no limite da bacia hidrográfica. Do conjunto de 49 municípios que integram a área de estudo, apenas 27 sedes municipais encontram-se na bacia do Xingu. Desse total, 13 delas pertencem ao estado de Mato Grosso e 11 ao estado do Pará.

Em seguida, computou-se, para cada uma dessas 27 sedes municipais, a população urbana segundo o censo demográfico do IBGE (2000), aplicando-se o consumo per capita de 180 l/hab/dia.

Especificamente para os municípios de Água Boa e Ribeirão Cascalheira (MT), cujas sedes ocupam a região do divisor de águas do Xingu e Araguaia, considerou-se a totalidade dos habitantes destes núcleos urbanos na bacia do rio Xingu. Para os municípios de Santa Cruz do Xingu e Santo Antônio do Leste, recentemente instituídos no estado de Mato Grosso, os quais não dispõem de dados segregados referentes à população rural e urbana, foram adotados os percentuais disponíveis no estudo realizado pela Senha Engenharia SC (2005, *op. cit.*).

a.2) Estimativa da Demanda Rural

Embora o abastecimento rural na bacia do rio Xingu seja efetuado de forma difusa por pequenos proprietários, sendo pouco expressivo, optou-se por elaborar a estimativa das demandas desse contingente populacional, permitindo assim uma avaliação global da demanda para abastecimento humano na área de estudo.

Admitiu-se, para a estimativa de cálculo, uma distribuição uniforme da população rural no respectivo território municipal. Tendo como base os dados do censo demográfico do IBGE (2000), considerou-se que o número de habitantes residentes na zona rural da bacia é proporcional ao percentual de inserção de cada município na área de estudo, conforme índices apresentados na **TABELA 7.1.5-3**.

Assim, para o conjunto de municípios totalmente compreendidos na área de drenagem do rio Xingu, como Feliz Natal (MT) e Altamira (PA), o total de habitantes da zona rural equivale, no presente estudo, à população rural contabilizada pelo censo demográfico. Para os demais municípios, entre os quais Vera (MT) e Porto de Moz (PA), cujos territórios estão inseridos parcialmente na bacia hidrográfica do rio Xingu, o contingente rural resultante é proporcional ao índice de inserção territorial adotado.

A partir da estimativa do contingente rural residente na bacia hidrográfica, adotou-se o índice per capita de 90 l/hab/dia, que corresponde à metade do consumo urbano.

Cabe destacar que não foram computados nessa avaliação os dados da população rural residente nos municípios de Nova Santa Helena e Bom Jesus do Araguaia (MT) por não se disporem de informações segregadas do contingente rural e urbano.

A **TABELA 7.1.5-3** a seguir, apresenta a demanda potencial urbana, rural e total da bacia hidrográfica do rio Xingu.

TABELA 7.1.5-3
Estimativa da Demanda de Água para Abastecimento Humano na Bacia Hidrográfica do Xingu (m³/dia)

continua

UF	Nome do Município	Inserção Territorial na Bacia (%)	Sede Municipal na Bacia	População Municipal (2000)*			População da Bacia (2000)			Demanda para Abastecimento Urbano					
				Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Demanda Urbana (m ³ /dia)	Demanda Urbana Relativa (%)	Demanda Rural (m ³ /dia)	Demanda Rural Relativa (%)	Demanda Total (m ³ /dia)	Demanda Total Relativa (%)
MT	Água Boa	68,6	3.	x	11.795	4.942	16.737	11.795	3.390	15.185	5,89	305	1,79	2428	4,57
MT	Alto Boa Vista	58,1			1.961	4.245	6.206		2.466	2.466	-	222	1,30	222	0,42
MT	Bom Jesus do Araguaia	61,9					3777			3.777	-	0	0,00	0	0,00
MT	Campinápolis	70,2			5.717	6.702	12.419		4.705	4.705	-	423	2,48	423	0,80
MT	CanaBrava do Norte	12,4			1.835	3.154	4.989		391	391	-	35	0,21	35	0,07
MT	Canarana	86,0	x		11.657	3.751	15.408	11.657	3.226	14.883	5,82	290	1,70	2389	4,50
MT	Cláudia	67,5	x		7.852	2.397	10.249	7.852	1.618	9.470	3,92	146	0,85	1559	2,94
MT	Confresa	50,8			6.209	11.632	17.841		5.909	5.909	-	532	3,12	532	1,00
MT	Feliz Natal	100	x		5.123	1.646	6.769	5.123	1.646	6.769	2,56	148	0,87	1070	2,02
MT	Gaúcha do Norte	100	x		1.467	3.138	4.605	1.467	3.138	4.605	0,73	282	1,65	546	1,03
MT	Guarantã do Norte	30,0			19.365	8.835	28.200		2.651	2.651	-	239	1,40	239	0,45
MT	Itaúba	2,0			4.876	3.689	8.565		74	74	-	7	0,04	7	0,01
MT	Marcelândia	76,0	x		9.161	5.287	14.448	9.161	4.018	13.179	4,58	362	2,12	2011	3,79
MT	Matupá	41,8			8.786	2.503	11.289		1.046	1.046	-	94	0,55	94	0,18
MT	Nova Brasilândia	0,6			4.074	1.712	5.786		10	10	-	1	0,01	1	0,00
MT	Nova Santa Helena	27,5					3.313			3.313	-	0	0,00	0	0,00
MT	Nova Ubiratã	95,0	x		1.635	4.019	5.654	1.635	3.818	5.453	0,82	344	2,01	638	1,20
MT	Nova Xavantina	2,0			14.506	3.326	17.832		67	67	-	6	0,04	6	0,01
MT	Paranatinga	81,3			11.081	4.261	15.342		3.464	3.464	-	312	1,83	312	0,59
MT	Peixoto de Azevedo	85,0			20.180	5.976	26.156		5.080	5.080	-	457	2,68	457	0,86
MT	Planalto da Serra	1,8			1.682	1.199	2.881		22	22	-	2	0,01	2	0,00
MT	Porto Alegre do Norte	7,9			4.616	4.007	8.623		317	317	-	28	0,17	28	0,05
MT	Primavera do Leste	18,0			36.539	3.318	39.857		597	597	-	54	0,31	54	0,10
MT	Querência	100	x		3.920	3.354	7.274	3.920	3.354	7.274	1,96	302	1,77	1007	1,90
MT	Ribeirão Cascalheira	28,9	x		4.781	4.085	8.866	4.781	1.181	5.962	2,39	106	0,62	967	1,82
MT	Santa Carmem	100	x		2.148	1.451	3.599	2.148	1.451	3.599	1,07	131	0,77	517	0,97
MT	Santa Cruz do Xingu	100	x		3.599	668	4.267	443	668	1.111	0,22	60	0,35	140	0,26

Tabela 7.1.5-3
Estimativa da Demanda de Água para Abastecimento Humano na Bacia Hidrográfica do Xingu (m³/dia)

continuação

UF	Nome do Município	Inserção Territorial na Bacia (%)	Sede Municipal na Bacia	População Municipal (2000)*			População da Bacia (2000)			Demanda para Abastecimento Urbano					
				Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Demanda Urbana (m ³ /dia)	Demanda Urbana Relativa (%)	Demanda Rural (m ³ /dia)	Demanda Rural Relativa (%)	Demanda Total (m ³ /dia)	Demanda Total Relativa (%)
MT	Santo Antônio do Leste	42,9		821	1.051	1.872	451	451		-	41	0,24	41	0,08	
MT	São Félix do Araguaia	57,5		5.916	4.771	10.687	2.743	2.743		-	247	1,45	247	0,46	
MT	São José do Xingu	100	x	3.245	2.699	5.944	3.245	2.699	5.944	1,62	243	1,42	827	1,56	
MT	Sinop	22,6		67.706	7.125	74.831	1.610	1.610		-	145	0,85	145	0,27	
MT	Sorriso	0,7		31.529	4.076	35.605	29	29		-	3	0,02	3	0,00	
MT	União do Sul	100	x	2.771	1.425	4.196	2.771	1.425	4.196	1,38	128	0,75	627	1,18	
MT	Vera	41,7		8.294	761	9.055	317	317		-	29	0,17	29	0,05	
MT	Vila Rica	51,5		10.030	5.553	15.583	2.860	2.860		-	257	1,51	257	0,48	
Subtotal MT				334.877	126.758	468.725	65.998	66.440	139.528	11.880	33,0	5.980	35,0	17.859	33,6
PA	Altamira	100,0	x	62.285	15.154	77.439	62.285	15.154	77.439	11.211	31,11	1364	7,99	12575	23,68
PA	Anapu	68,7		3.083	6.324	9.407	4.345	4.345		-	391	2,29	391	0,74	
PA	Bannach	100,0	x	1.189	2.591	3.780	1.189	2.591	3.780	214	0,59	233	1,37	447	0,84
PA	Brasil Novo	100,0	x	4.371	12.822	17.193	4.371	12.822	17.193	787	2,18	1154	6,76	1941	3,65
PA	Cumaru do Norte	100,0	x	1.374	4.604	5.978	1.374	4.604	5.978	247	0,69	414	2,43	662	1,25
PA	Gurupá	10,7		6.593	16.505	23.098	1.766	1.766		-	159	0,93	159	0,30	
PA	Medicilândia	80,0	x	6.759	14.620	21.379	6.759	11.696	18.455	1.217	3,38	1053	6,17	2269	4,27
PA	Ourilândia do Norte	100,0	x	9.689	9.782	19.471	9.689	9.782	19.471	1.744	4,84	880	5,16	2624	4,94
PA	Porto de Moz	85,5	x	10.230	13.315	23.545	10.230	11.384	21.614	1.841	5,11	1025	6,00	2866	5,40
PA	Prainha	2,9		7.149	20.152	27.301	584	584		-	53	0,31	53	0,10	
PA	São Félix do Xingu	100,0	X	12.530	22.091	34.621	12.530	22.091	34.621	2.255	6,26	1988	11,65	4244	7,99
PA	Senador José Porfírio	100,0	X	5.331	10.390	15.721	5.331	10.390	15.721	960	2,66	935	5,48	1895	3,57
PA	Tucumã	100,0	X	16.496	8.813	25.309	16.496	8.813	25.309	2.969	8,24	793	4,65	3762	7,09
PA	Vitória do Xingu	100,0	X	3.932	7.210	11.142	3.932	7.210	11.142	708	1,96	649	3,80	1357	2,55
Subtotal Pará				151.011	164.373	315.384	134.186	123.232	257.418	24.153	67,0	11.091	65,0	35.244	66,4
Total Geral				485.888	291.131	784.109	200.184	189.672	396.946	36.033	100,0	17.070	100,0	53.104	100,0

Com base nos dados constantes na **TABELA 7.1.5-3**, é possível tecer as seguintes considerações sobre a demanda para abastecimento humano na bacia hidrográfica do rio Xingu:

- Tendo como referência o ano base 2000, verifica-se que, para satisfazer a demanda de água potável na bacia do Xingu são necessários aproximadamente 53.104 m³/dia ou 0,615m³/s. Desse valor, a maior parte (66,4%) é destinada ao estado do Pará e, a menor proporção (33,6%), ao estado de Mato Grosso.
- Os resultados da demanda urbana refletem a configuração espacial das sedes municipais. Apesar de o estado de Mato Grosso deter na bacia o maior número de municípios (35) e de núcleos urbanos (13), as cidades mato-grossenses mais populosas dessa região, como Sinop, Sorriso e Primavera do Leste, estão localizadas em outras bacias hidrográficas, como dos rios Teles Pires e Araguaia.
- Em contrapartida, do total de 14 municípios pertencentes ao estado do Pará, 11 deles contêm a sede na bacia hidrográfica do Xingu, inclusive os mais populosos, como Altamira, onde residem cerca de 62.000 pessoas, representando 31% do contingente urbano da bacia.
- Assim, no estado do Pará, a demanda para abastecimento da população urbana alcança em média 24.153 m³/dia, ou seja, quase a metade da demanda total para abastecimento humano calculada para a área de estudo.
- A demanda para abastecimento da população residente na zona rural do Pará, estimada em 11.091 m³/dia, está particularmente concentrada no município de São Félix do Xingu (22.091 habitantes), seguido de Altamira (15.154 habitantes), Brasil Novo (12.822 habitantes), além de Medicilândia e Porto de Moz que possuem cada um cerca de 11.000 habitantes na zona rural.
- Por sua vez, a demanda para atendimento de toda a população do estado de Mato Grosso na bacia do Xingu está estimada em 17.860 m³/dia, sendo 11.880 m³/dia (66,5%) relativos à população urbana e 5.980 (33,5%) à população rural.
- Nesse estado, a demanda urbana na bacia está mais concentrada nos municípios de Água Boa e Canarana, onde vivem cerca de 11.795 e 11.657 habitantes, respectivamente, enquanto que a demanda rural assume alguma relevância em Campinápolis e Peixoto de Azevedo, municípios que abrigam, respectivamente, cerca de 5.080 e 4.705 habitantes na zona rural na bacia hidrográfica do Xingu.

b) Dessedentação Animal

Pelo fato de predominar, na Bacia do rio Xingu, basicamente a bovinocultura de corte, computou-se para cálculo da demanda relativa à dessedentação animal apenas o rebanho de bovinos. Como fonte de informações, utilizou-se a Pesquisa Pecuária Municipal – PPM do IBGE relativa ao ano 2004.

Na elaboração da estimativa da demanda animal na bacia, adotou-se a mesma sistemática utilizada para cálculo da demanda de abastecimento da população rural, considerando uma distribuição uniforme do rebanho no respectivo território municipal. Assim, o número de

cabeças de gado de cada município é proporcional ao grau de inserção do território municipal na bacia hidrográfica do Xingu, conforme índices anteriormente apresentados na **TABELA 7.1.5-3**.

Aplicou-se na determinação da demanda animal o parâmetro BEDA (unidade de equivalente animal) que corresponde ao total da pecuária em bovino equivalente, aplicando-se o consumo de 50 l/BEDA/dia. Essa taxa está recomendada no Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da Água elaborado pelo Comitê da Bacia do Paraíba do Sul, divulgado na página do Comitê dessa bacia (pbs2.ana.gov.br).

Os resultados estimados da demanda para dessedentação na área de estudo são apresentados na **TABELA 7.1.5-4**.

Com base nas informações da **TABELA 7.1.5-4**, podem ser feitas as seguintes considerações sobre a demanda de água atribuída à dessedentação animal na área de estudo:

- A demanda total de água destinada à dessedentação de animais na bacia do rio Xingu, calculada em torno de 374,6 mil m³/dia, ou 4,34 m³/s (ano base 2004), está dividida em percentuais próximos em ambos os estados integrantes da área de estudo, tendendo a ser ligeiramente superior no estado do Pará (53,5%).
- O estado de Mato Grosso mantém ainda hoje a posição de um dos principais criadores de gado do país; a tendência de expansão da pecuária no estado do Pará, captada nos municípios integrantes da Bacia do rio Xingu, é recente, devendo-se principalmente ao papel desempenhado por São Félix do Xingu. Esse município concentra um rebanho superior a 1,5 milhão de bovinos, o que resulta em uma demanda hídrica em torno de 20% do total da bacia (76.351 m³/dia).
- Em Mato Grosso, a distribuição do rebanho se sobressai nos municípios de Paranatinga, São José do Xingu, Canarana e Vila Rica que, juntos, perfazem cerca de 17,5% da demanda de água para dessedentação animal estimada na Bacia Hidrográfica do Xingu.
- De acordo com a configuração espacial dos principais produtores de gado em ambos os estados, verifica-se que a demanda hídrica destinada a esse uso está mais concentrada nos formadores do Xingu e nos seus afluentes, a exemplo dos rios Sete de Setembro e Comandante Fontoura (MT), o rio Fresco e parte de seus afluentes, como o igarapé Carapanã (PA).
- Importante considerar que, além do aspecto quantitativo, as áreas de pastagem estão associadas aos processos de desmatamento de mata ciliar e ao assoreamento generalizado que interferem na disponibilidade hídrica e na qualidade das águas da bacia.

TABELA 7.1.5-4

Demanda potencial de dessedentação animal na bacia hidrográfica do rio Xingu

continua						
UF	Município	Inserção Territorial na Bacia (%)	Rebanho Bovino/ Município *	Estimativa Rebanho Bovino na Bacia	Demanda Dessedentação na Bacia (m3/dia)	Demanda Relativa (%)
MT	Água Boa	68,6	390.597	267.950	13.397	3,58
MT	Alto Boa Vista	58,1	82.125	47.715	2.386	0,64
MT	Bom Jesus do Araguaia	61,9	95.639	59.201	2.960	0,79
MT	Campinápolis	70,2	244.838	171.876	8.594	2,29
MT	Canabrava do Norte	12,4	182.673	22.651	1.133	0,30
MT	Canarana	86,1	347.630	299.309	14.965	4,00
MT	Cláudia	67,5	47.372	31.976	1.599	0,43
MT	Confresa	50,8	351.045	178.331	8.917	2,38
MT	Feliz Natal	100	9.980	9.980	499	0,13
MT	Gaúcha do Norte	100	188.471	188.471	9.424	2,52
MT	Guarantã do Norte	30,0	274.929	82.479	4.124	1,10
MT	Itaúba	2,0	145.273	2.905	145	0,04
MT	Marcelândia	82,0	189.350	155.267	7.763	2,07
MT	Matupá	41,8	176.826	73.913	3.696	0,99
MT	Nova Brasilândia	0,6	138.589	832	42	0,01
MT	Nova Santa Helena	27,5	136.037	37.410	1.871	0,50
MT	Nova Ubiratã	95,0	39.619	37.638	1.882	0,50
MT	Nova Xavantina	2,0	270.929	5.419	271	0,07
MT	Paranatinga	81,3	473.473	384.934	19.247	5,14
MT	Peixoto de Azevedo	85,0	254.839	216.613	10.831	2,89
MT	Planalto da Serra	1,8	119.674	2.154	108	0,03
MT	Porto Alegre do Norte	7,9	103.320	8.162	408	0,11
MT	Primavera do Leste	18,0	54.519	9.813	491	0,13
MT	Querência	100,0	167.497	167.497	8.375	2,24
MT	Ribeirão Cascalheira	28,9	267.939	77.434	3.872	1,03
MT	Santa Carmem	100,0	27.426	27.426	1.371	0,37
MT	Santa Cruz do Xingu	100	92.887	92.887	4.644	1,24
MT	Santo Antônio do Leste	42,9	53.277	22.856	1.143	0,31
MT	São Félix do Araguaia	57,5	209.728	120.594	6.030	1,61
MT	São José do Xingu	100,0	348.287	348.287	17.414	4,65
MT	Sinop	22,6	61.000	13.786	689	0,18
MT	Sorriso	0,7	65.148	456	23	0,01
MT	União do Sul	100	39.288	39.288	1.964	0,52
MT	Vera	41,7	17.537	7.313	366	0,10
MT	Vila Rica	51,5	526.000	270.890	13.545	3,62
	Subtotal Mato Grosso		6.193.761	3.483.713	174.186	46,50
PA	Altamira	100,0	314.217	314.217	15.711	4,19
PA	Anapu	68,7	118.600	81.478	4.074	1,09
PA	Bannach	100,0	257.085	257.085	12.854	3,43
PA	Brasil Novo	100,0	245.507	245.507	12.275	3,28
PA	Cumaru do Norte	100,0	611.151	611.151	30.558	8,16
PA	Gurupá	10,7	3.936	421	21	0,01
PA	Medicilândia	76,0	124.373	94.523	4.726	1,26
PA	Ourilândia do Norte	100,0	202.944	202.944	10.147	2,71

Fonte*: Censo Agropecuário - n.o. cabeças (IBGE, 2004)

TABELA 7.1.5-4

Demanda potencial de dessedentação animal na bacia hidrográfica do rio Xingu

continuação

UF	Município	Inserção Territorial na Bacia (%)	Rebanho Bovino/ Município *	Estimativa Rebanho Bovino na Bacia	Demanda Dessedentação na Bacia (m ³ /dia)	Demanda Relativa (%)
PA	Porto de Moz	85,5	20.451	17.486	874	0,23
PA	Prainha	2,9	79.581	2.308	115	0,03
PA	São Félix do Xingu	100,0	1.527.017	1.527.017	76.351	20,38
PA	Senador José Porfírio	100,0	36.546	36.546	1.827	0,49
PA	Tucumã	100,0	372.073	372.073	18.604	4,97
PA	Vitória do Xingu	100,0	245.590	245.590	12.280	3,28
Subtotal Pará			4.159.071	4.008.346	200.417	53,50
Total Geral			10.352.832	7.492.059	374.603	100,00

Fonte*: Censo Agropecuário - n.o. cabeças (IBGE, 2004)

c) Irrigação

Estatísticas oficiais sobre os percentuais de irrigação da lavoura de soja no estado de Mato Grosso, não se encontram disponíveis. Entretanto, têm-se informações de cultivo de soja irrigada para o município de Primavera do Leste, parcialmente inserido na bacia do Xingu. De acordo com a Federação da Agricultura do estado de Tocantins, o município de Primavera do Leste concentra atualmente cerca de 90% da soja irrigada de todo o estado de Mato Grosso (FAET, 2006). Apesar de a área total de soja neste município ocupar cerca de 47.282 ha na bacia do rio Xingu, estima-se que apenas 1.800 ha foram efetivamente irrigados na safra relativa ao período 2005/2006. Adotando-se, para esta área, a vazão específica de 0,150 l/s/ha (ANA, 2005, *op. cit*), estima-se que o município de Primavera do Leste demande efetivamente em torno de 270 l/s, ou cerca de 23,3 m³/dia. Esse valor foi utilizado no cálculo da demanda total de água da bacia, conforme apresentado a seguir, sendo considerado representativo para a bacia do rio Xingu no estado de Mato Grosso, uma vez que as áreas irrigadas nos demais municípios integrantes da bacia podem ser consideradas, até o momento, desprezíveis.

c.1) Demanda Total

A partir das informações sobre as demandas hídricas globais sintetizadas na **TABELA 7.1.5-5**, Demandas Hídricas Totais da Bacia do Xingu, é possível tecer as seguintes considerações para a bacia do rio Xingu:

- No quadro representativo da situação atual, no qual a demanda de água para irrigação está estimada apenas para o município de Primavera do Leste, em torno de 23.328 m³/dia, nota-se que o estado do Pará tende a apresentar ligeira preponderância nos usos consuntivos, cerca de 52,2% da bacia, enquanto que o estado de Mato Grosso representa 47,8% do total global previsto, da ordem de 451 mil m³/dia.
- Assume maior relevância nesse contexto a demanda para uso animal que representa 83% da demanda da área de estudo, seguido pelo uso destinado ao abastecimento humano (11,8%) e à irrigação da lavoura (5,2%).

- Confrontando-se com uma disponibilidade hídrica média anual na bacia do rio Xingu, estimada em 10 mil m³/s ou 864 milhões m³/dia, verifica-se que a demanda potencial para as diversas finalidades da Bacia Hidrográfica representa em média 0,052% da vazão superficial.
- Nestes cálculos não foram consideradas as vazões efetivamente consumidas, pois não foram descontadas as vazões de retorno, tampouco as vazões derivadas dos mananciais subterrâneos. Portanto, os índices apresentados são bastante conservadores, e é importante salientar que a disponibilidade hídrica não deverá constituir fator limitante para a expansão de atividades agropecuárias, e tampouco da geração de energia elétrica.

Desta forma, dada a insignificância da demanda em relação à disponibilidade, não é apresentado um balanço detalhado por sub-bacia.

TABELA 7.1.5-5
Demandas Hídricas Totais da Bacia do Xingu

Estado	Abastecimento Humano		Animal		Irrigação		Demanda Global	
	Demanda Total (m ³ /s)	Demanda Relativa*	Demanda Total (m ³ /s)	Demanda Relativa*	Demanda Total (m ³ /s)	Demanda Relativa*	Demanda Total (m ³ /s)	Demanda Relativa*
Mato Grosso	0,207	3,960	2,016	38,619	0,270	5,172	2,493	47,751
Pará	0,408	7,814	2,320	44,435	0,000	0,000	2,728	52,249
Total da Bacia	0,615	11,774	4,336	83,054	0,270	5,172	5,220	100,000

7.1.5.3.4 Usos Não Consuntivos

Os principais usos não consuntivos dos recursos hídricos na Bacia do rio Xingu estão associados à geração de energia hidrelétrica, à diluição e afastamento de efluentes líquidos e à preservação dos ecossistemas aquáticos, em especial nas Terras Indígenas, além de navegação e, em menor escala, turismo.

a) Geração de Energia Elétrica

Em termos de geração de energia, destaca-se a presença de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) em diversos municípios da bacia do rio Xingu.

O **QUADRO 7.1.5-3** mostra as pequenas centrais hidrelétricas previstas e implantadas na bacia do rio Xingu. Estas PCHs estão concentradas nos trechos altos dos formadores do Xingu e do seu principal afluente, o rio Iriri. No próprio rio Xingu o único empreendimento hidrelétrico previsto é o AHE Belo Monte, conforme aponta a “Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do rio Xingu – Consolidação dos Estudos Realizados” (CAMARGO CORRÊA; ODEBRECHT; ANDRADE GUTIERREZ, 2007).

A localização das PCH's está mostrada na **FIGURA 7.1.5-3**.

QUADRO 7.1.5-3
PCHs Previstas e Implantadas na Bacia do rio Xingu

Usina	Potência (kW)	Proprietário/Agente Interessado	Município	Status	Rio
Salto Buriti	10.000	Eltan – Eletrotécnica Tangará Ltda	Novo Progresso	(*)	Curuá
Salto Curuá	30.000	Curuá Energia S/A	Novo Progresso	(*)	Curuá
Salto 3 de Maio	15.000	Eletricidade Paraense Ltda	Novo Progresso	(*)	Três de Maio
Culuene	1.920	VP Energia S/A	Paranatinga/ Primavera do Leste	em operação	Culuene
ARS	6.660	Tecnovolt Centrais Elétricas Ltda	Nova Ubitatã	em construção	Von Den Steinen
Paranatinga II	29.020	Paranatinga Energia Ltda	Paranatinga/ Campinópolis	em construção	Culuene
Paranatinga I	22.300	Paranatinga Energia Ltda	Paranatinga/ Campinópolis	em outorga	Culuene

Fonte: Banco de Informações de Geração (BIG) – Agência Nacional de Energia Elétrica e SIPOT

Obs.: (*) Projeto Básico de Pequenas Centrais Hidrelétricas aprovado a partir de 1995 (PCH) com outorga de Autorização.

FIGURA 7.1.5-3 – Bacia Hidrográfica do Rio Xingu

De acordo com as informações disponíveis, a Bacia do rio Xingu estão em operação duas Pequenas Centrais Hidrelétricas, outras duas em construção e quatro com outorga de Autorização. No total perfazem 114.900 kW.

A PCH em operação é Culuene (1.920 kW) situada nos municípios de Paranatinga e Primavera do Leste, na região das cabeceiras da Bacia Hidrográfica. Em Nova Ubiratã está sendo construída a PCH denominada ARS, no rio Von Den Steinen, com potência de 6.660 kW. O município de Paranatinga deverá comportar outras duas centrais hidrelétricas no rio Culuene, no total de 51.320 kW, uma delas em construção (Paranatinga II) e outra em processo de outorga (Paranatinga I). No município Novo Progresso (região oeste da bacia) tem três usinas com outorga de Autorização: Salto Bariti, Salto Curuá e Salto Três de Maio, somando 55.000 kW instalados, sendo as duas primeiras no rio Curuá e a última no rio Três de Maio.

Embora em número limitado na Bacia Hidrográfica do rio Xingu, a seqüência de pequenas centrais hidrelétricas projetadas no rio Culuene tende a apresentar algum nível de conflito pelo uso do recurso hídrico nos trechos de vazão reduzida, entre a barragem e a Casa de Força, relativo à vazão sanitário, por utilização de moradores ribeirinhos, dessedentação animal, irrigação etc.

b) Diluição e Afastamento de Efluentes

O panorama atual de saneamento na Bacia do rio Xingu, tanto no estado de Mato Grosso quanto no Pará, aponta déficits relevantes no setor de esgotamento sanitário.

De acordo com o trabalho elaborado pela Senha Engenharia (2005), o município de Cláudia é o único do estado de Mato Grosso na bacia do Xingu que apresenta sistema público de esgotamento sanitário já implantado na região. Mesmo assim, o índice de adesão da população nesse município ao sistema é muito baixo, sendo computado pequeno número de ligações na rede pública. Predomina em grande parte das áreas urbanas a utilização de sumidouros - sem fossas e geralmente preenchidos com pedras “tapiocanga”.

Os municípios de Ribeirão Cascalheira, São José do Xingu e Santa Cruz do Xingu, em Mato Grosso, na margem direita do rio Xingu, são os que apresentam situação considerada mais crítica em termos de saneamento básico, incluindo limpeza urbana.

No estado do Pará, a deficiência de sistema de coleta e tratamento de esgotos nos núcleos urbanos mais populosos, como Altamira, Tucumã e São Félix do Xingu, tende a comprometer a qualidade das águas superficiais, especialmente no que se refere à contaminação fecal, contribuindo para a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

c) Mineração

Segundo levantamentos realizados pelo Instituto Socioeconômico Ambiental (ISA), atualmente são dois os pólos principais de garimpo de ouro na bacia do rio Xingu. Um deles, situado no município de Cumaru do Norte (PA), ocupando parcialmente a área de drenagem do rio Arraias, afluente da margem direita do rio Xingu, e o outro localizado em Marcelândia (MT), abrangendo contribuintes da margem esquerda do Xingu.

Em geral, as atividades de garimpo implicam intervenções na rede de drenagem dos rios, que resultam na descaracterização do leito natural e das margens, altos níveis de turbidez e contaminação por mercúrio, representando conflito com os demais usos das águas superficiais.

d) Turismo, recreação e lazer

Os usos dos recursos hídricos superficiais na área de estudo destinados à recreação e lazer são difusos na bacia, adquirindo grande relevância nas cidades ribeirinhas mais populosas como Altamira e São Félix do Xingu. As principais restrições associadas à recreação de contato primário nesses locais dizem respeito ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, o que compromete localmente a balneabilidade das águas, podendo favorecer a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Entretanto, a pesca tem despontado como atividade turística na região, notadamente no Alto Xingu, que começa a despontar também como uma opção para o turismo fotográfico e de aventura. Há também, ainda incipiente, o turismo cultural, com a proximidade das comunidades indígenas, no Parque Xingu. De acordo com agências turísticas, há um aumento crescente de turistas na região do Alto Xingu não somente na temporada de pesca, mas também em outras datas.

No Baixo Xingu, a exploração turística é ainda pouco expressiva. Ressalta-se, contudo, a existência de algumas pousadas em ilhas do rio Xingu, no município de Altamira, bem como a criação do Sítio Estadual de Pesca, que não se caracteriza como Unidade de Conservação, na Volta Grande do rio Xingu, destinado à pesca esportiva.

e) Pesca

A atividade de pesca na bacia do Xingu não apresenta, em seu alto curso, caráter comercial expressivo. Contudo, seu produto consiste em importante fonte de proteína às comunidades ribeirinhas e aos povos indígenas e passa a ter certa expressão no médio curso, em São Félix do Xingu, onde existe uma Colônia de Pescadores. Também na região de Altamira e a jusante a pesca passa a assumir importância.

A construção de pequenas centrais hidrelétricas nas cabeceiras de alguns afluentes, nas regiões sul e oeste da bacia, pode provocar interferência local na pesca.

Da mesma forma, o aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte deverá interferir com a pesca na região da Volta Grande.

f) Proteção das Comunidades Aquáticas

A proteção das comunidades aquáticas, incluindo peixes, assume grande relevância na bacia hidrográfica do Xingu, devido especialmente às extensas áreas ocupadas pelas populações indígenas, cujo modo de vida depende da manutenção desses ecossistemas.

Nesse contexto, merece especial atenção o Parque Indígena do Xingu, com área de 2.642.003 ha, incidente em parte nos municípios mato-grossenses de Canarana, Paranatinga, São Félix do Araguaia, São José do Xingu, Gaúcha do Norte, Feliz Natal, Querência, União do Sul, Nova Ubitatã e Marcelândia.

Importante destacar que a demarcação administrativa do Parque, homologada em 1961, exclui do domínio indígena praticamente toda a faixa de nascentes. Nesse sentido, a área do Parque atua como receptora de águas que percorrem trechos já marcados pela ação de desmatamento, plantio de soja e pontos eventuais de garimpo.

Tendo em vista a dependência que os povos indígenas mantêm em relação aos rios, a qualidade de vida desses grupos passa a ser diretamente relacionada ao nível de preservação dos sistemas hídricos que, apesar do uso mais intensivo nas nascentes, apresentam em geral condição adequada para manutenção da fauna aquática.

g) Navegação

O rio Xingu tem suas cabeceiras a uma altitude de 600 metros e extensão em torno de 2.045km. Independente desta significativa extensão, o rio Xingu não se caracteriza como apropriado para a navegação em larga escala.

A navegação comercial de grande calado e sem restrições significativas é possível apenas no Baixo Xingu, entre a localidade de Belo Monte (travessia da rodovia Transamazônica) e a sua foz no rio Amazonas.

Por outro lado, no trecho do rio Xingu entre a foz do rio Bacajá (afluente pela margem direita) e o furo de Boa Esperança, trecho de aproximadamente 120 km de extensão, que conta com a cidade de Altamira na margem esquerda, a navegação é possível e bastante utilizada, chegando a ser o único meio de transporte da população ribeirinha e comunidades indígenas que vivem ao longo do rio. Entretanto, apenas embarcações de pequeno porte, como canoas e pequenos barcos, são capazes de navegar nesse trecho. Tal dificuldade ocorre devido à presença de canais rochosos, corredeiras e cachoeiras, que não permitem a navegação de embarcações de médio e de grande porte.

Já o Baixo Xingu antes mencionado possui melhores condições para a navegação. É constituído pela ria, com baixa declividade e apresentando grande largura (quase em forma de estuário), estreitando-se apenas na sua foz.

No Baixo Xingu o subtrecho de montante, entre Belo Monte e o município de Senador José Porfírio (aproximadamente 70 km), possui boas condições de navegação nos períodos de águas altas e médias, de janeiro a julho. Durante os meses de estiagem (agosto a dezembro) a profundidade, devido a presença de pedras e bancos de areia, não ultrapassa 2,3 m em algumas passagens, limitando a navegação a embarcações de até 1,8 m de calado.

O subtrecho entre Senador José Porfírio e a foz do Xingu no Amazonas, de aproximadamente 160 km de extensão, as condições de navegação mostram-se mais adequadas. As larguras atingem 7 km de largura e as profundidades são superiores a 6 metros no período de águas altas e médias. Durante a estiagem este valor se aproxima aos 2,7 metros. Este trecho é navegável durante todo o ano, sem maiores preocupações quanto ao calado das embarcações.

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA, no Caderno de Recursos Hídricos – A Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos (2005), o rio Xingu é utilizado principalmente para o transporte de combustível e cargas gerais, como madeira, além de servir para o transporte de passageiros entre localidades próximas.

O embarque de passageiros ocorre quase sempre em condições precárias e na maioria das vezes junto a cais destinados a movimentação de cargas. A maioria das embarcações é constituída de madeira e a precariedade das embarcações e a falta de fiscalização são as principais causas de acidentes.

Os principais portos, obedecendo ao sentido nascente-foz, são encontrados nos municípios de Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Porto de Moz, todos localizados no trecho denominado Baixo Xingu.

Dentre os portos citados destaca-se o de Vitória do Xingu, na margem esquerda, o único registrado no Ministério dos Transportes, que foi criado no ano de 1974 para o escoamento da produção das agrovilas que seriam implantadas na BR-230 (Transamazônica).

7.1.5.3.5 Aspectos Institucionais

Os usos das águas superficiais no estado de Mato Grosso são regidos pela Lei nº 6.945, de 05 de novembro de 1997, que dispõe sobre a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos do estado do Mato Grosso. Neste estado, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água é um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (MATO GROSSO, 1997).

No Pará, a Lei nº 6.381, de 25 de julho de 2001, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Esta lei estabelece como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, cuja proposta faz parte do conteúdo mínimo dos Planos de Recursos Hídricos (PARÁ, 2001). Estes Planos serão elaborados pelas respectivas Agências de Bacias Hidrográficas, com atualizações periódicas de no máximo quatro anos, e aprovados pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica (PARÁ, 2001).

Até o momento os cursos d'água na bacia do rio Xingu não foram objeto de enquadramento nos estados de Mato Grosso e no Pará. Segundo o Artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições atuais de qualidade forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa.

A mesma Resolução considera como classe 1 as águas destinadas à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas (TIs). Nesse sentido, nos rios que drenam TIs, os limites dos parâmetros de qualidade da água relacionados à contaminação fecal, ao teor de matéria orgânica, aos níveis de cor e turbidez, são mais restritivos que os limites determinados para águas de classe 2.

Assim, os processos de outorga deverão respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado. Contudo, segundo levantamentos realizados pela ANA (*op. cit*), em toda a região Amazônica, é inexpressivo o número de outorgas, estimando-se um índice inferior a 1% da água utilizada para as distintas finalidades.

7.1.5.3.6 Conclusões

Em função da análise dos principais usos consuntivos e não consuntivos hoje identificados na bacia hidrográfica do Xingu não se antevê conflitos de natureza consuntiva que possam interferir na implantação de empreendimentos hidrelétricos. Aponta-se, no entanto, que o uso pecuário na bacia aliado à expansão do cultivo de soja poderá acarretar o aporte de nutrientes minerais e induzir eventuais conflitos de natureza qualitativa nas águas dos aproveitamentos previstos. No que se refere à atividade pesqueira, entretanto, interferências são antevistas, uma vez que a implantação de empreendimentos hidrelétricos que impliquem redução de vazão a jusante determinam interferências nos habitats aquáticos e, por conseqüência, nas comunidades ícticas.

7.1.5.4 Caracterização Limnológica da Bacia do Rio Xingu

O rio Xingu pertence ao sistema central fluvial amazônico e possui uma extensa rede de igarapés e igapós (em rios de águas negras e claras), onde a floresta marginal é periodicamente inundada durante o período de enchente (JUNK *et al.* 1989). É um dos principais afluentes da margem direita do rio Amazonas, desembocando nas proximidades da cidade de Porto de Moz (PA), aproximadamente 300 km a leste de Santarém e a 400 km da cidade de Belém.

Os rios amazônicos são caracterizados por uma série de fatores que controlam a variação anual do nível de água, como a precipitação pluviométrica e o degelo dos Andes. Desta maneira, passam por um processo anual de enchente e vazante, conhecido como pulso hidrológico (JUNK *et al.* 1989). O regime fluvial do médio e baixo Xingu acompanha, em linhas gerais, o regime pluviométrico dominante na região, apresentando o período de enchentes de dezembro a maio, com picos em fevereiro e março. Em contrapartida, o período de vazante está concentrado entre os meses de abril e novembro, tendo seus picos nos meses de agosto a outubro.

O rio Xingu é derivado da província do Escudo Arcaico das Guianas e se enquadra na classificação de Sioli, como rio de águas claras. Percorre preferencialmente áreas de drenagem onde afloram rochas cristalinas no Cráton Amazônico, constituídas por materiais pouco solúveis. Desta forma, apresenta, normalmente, baixas concentrações de sólidos em suspensão, elementos minerais e nutrientes, principalmente quando comparados a rios de águas brancas. Dentre os tributários do Xingu, destacam-se o rio Bacajá e o igarapé Panelas com águas brancas.

No **QUADRO 7.1.5-4** se encontram os locais amostrados para obtenção de dados sobre qualidade da água para o EIA/RIMA de Kararaô, e na **TABELA 7.1.5-6** estão apresentados os principais resultados obtidos (CNEC, 1988).

QUADRO 7.1.5-4

Localização dos pontos de amostragem do EIA/RIMA da UHE Kararaô (CNEC 1988).

Rios	Pontos	Localização	Rios	Pontos	Localização
Iriri	PI-01	Pedra do O	Xingu- trecho I	PX-11	Igarapé Ipixuna
	PI-01A	Morada de Santa Luzia		PX-12	Foz do Igarapé Ipixuna
	PI-02	A montante do Rio Novo		PX-12A	Volta do Padre
	PI-03	Rio Novo		PX-13	Aliza
	PI-04	A jusante do Rio Novo		PX-14	A jusante do Igarapé Baliza
	PI-05	Igarapé Bom Princípio		PX-15	Igarapé Piranhaquara
	PI-06	A jusante do Igarapé Bom Princípio		PX-16	Foz do Ig. Piranhaquara
	PI-07	Igarapé Bem Bom		PX-17	Igarapé Ipiacava
	PI-08	Igarapé João Ribeiro		PX-18	Foz do Igarapé Ipiacava
	PI-09	Igarapé Mossoró		PX-19	Morro do Gavião
	PI-10	A jusante do Igarapé Mossoro		PX-20	Acampamento Central
	PI-10A	Aldeia Crambe		PX-21	Ilha de Babaquara
PI-11	Ponta da Ilha	PX-22		Tira Dúvida	
PI-12	Kararao	PX- 22A		Igarapé Ambé	
Xingu - trecho II	PX-01	Belo Horizonte		PX-23	Parati
	PX-02	Igarapé Cipó		PX-31	Rio Ituna
	PX-03	Igarapé Humaitá		PX-24	Ilha da Fazenda
	PX-04	A jusante do Ig. Humaitá		PX-32	Rio Itatá
	PX-05	Igarapé Forte da Várzea	PX-34	Cachoeira do Landi	
	PX-06	Igarapé Mãozinha	PX-33	Bacajá	
	PX-06J	Igarapé Jatobá	PX-25	Babacaja	
	PX-07	A jusante do Ig. Mãozinha	PX-27	Belo Monte	
	PX-09	A jusante do Ig. Estragado	PX-28	Boca de Santo Antonio	
	PX-10	Monte Alegre	PX-29	Porto Vitória	
	PX-11	Igarapé Ipixuna	PX-30	Rio Tucuruí	

TABELA 7.1.5-6

Síntese dos resultados de qualidade da água do EIA/RIMA de Kararaô (CNEC, 1988).

		Rio Iriri		Rio Xingu – trecho II		Rio Xingu - trecho I	
		estiagem	cheia	estiagem	cheia	estiagem	cheia
pH		5,5 - 7,2	5,2 - 6,8	6,1 - 7,6	6,1 - 7,4	6,0 - 7,4	5,5 - 7,0
condutividade	uS/cm	23,0 - 42,0	21,0 - 29,0	12,0 - 40,0	17,0 - 27,0	14,0 - 24,0	21,0 - 32,0
oxigênio dissolvido	mg/L	6,1 - 7,8	5,2 - 7,9	6,4 - 7,9	4,9 - 8,1	6,0 - 8,0	5,1 - 9,6
transparência	m	1,00 - 2,40	0,62 - 1,28	1,50 - 2,40	0,45 - 1,27	1,35 - 3,30	0,95 - 1,28
turbidez	NTU	0,40 - 3,10	2,30 - 3,20	0,40 - 5,30	2,80 - 4,20	0,60 - 4,70	3,00 - 13,00
cor	UC	2,5 - 30,0	70,0 - 150,0	3,7 - 21,0	57,5 - 140,0	2,5 - 20,0	37,5 - 195,0
alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	11,5 - 19,0	5,2 - 17,0	7,5 - 19,8	7,7 - 13,0	8,5 - 13,7	6,0 - 22,5
dureza	mgCaCO ₃ /L	6,0 - 9,2	4,5 - 9,0	4,5 - 14,0	4,0 - 13,5	4,5 - 6,5	7,0 - 25,0
calcio	mg/L	1,40 - 2,40	1,2 - 2,6	0,80 - 4,00	1,2 - 2,6	0,80 - 1,80	1,2 - 3,2
magnésio	mg/L	0,60 - 0,73	0,2 - 1,00	0,20 - 1,50	0,20 - 1,80	0,30 - 0,70	0,50 - 1,40
sódio	mg/L	1,50 - 1,60	1,23 - 1,87	0,30 - 2,40	0,69 - 0,91	0,50 - 1,10	1,01 - 1,83
potássio	mg/L	1,60 - 1,80	1,17 - 1,46	0,50 - 1,90	0,68 - 0,88	0,40 - 1,80	0,89 - 2,21
DBO	mg/L	0,10 - 1,70	0,7 - 1,0	0,10 - 0,45	0,4 - 2,35	0,20 - 0,60	0,2 - 0,8
DQO	mg/L	3,90 - 10,00	10,6 - 17,2	3,50 - 8,46	13,2 - 22,2	1,40 - 5,40	13,6 - 25,6
ferro total	mg/L	0,10 - 0,30	0,20 - 1,33	0,10 - 0,60	0,20 - 2,00		0,20 - 1,17
cloreto	mg/L	1,60 - 3,50	1,3 - 2,7	0,60 - 3,80	1,0 - 2,2	0,80 - 1,50	1,0 - 3,3
silica	mg/L	10,20 - 11,10	9,74 - 12,30	7,30 - 16,00	7,44 - 12,71	7,40 - 17,70	7,93 - 10,82
STS	mg/L	19,20 - 34,0	26,7 - 46,70	11,2 - 22,80	14,30 - 24,30	4,8 - 53,4	23,90 - 35,90
STD	mg/L	8,8 - 18,0	14,74 - 19,30	1,6 - 26,70	11,30 - 18,10	5,10 - 26,20	14,10 - 21,30

Fonte: CNEC, 1988.

No **QUADRO 7.1.5-5** estão apresentados os pontos de coleta de dados do Projeto HiBAm – Hidrologia e Geoquímica da bacia Amazônica, e na **TABELA 7.1.5-7** estão representados os dados pontuais obtidos na bacia do rio Xingu em duas das campanhas realizadas pelo Projeto ORSTOM-CNPq (1998, 2002).

QUADRO 7.1.5-5

Localização dos pontos de coleta do projeto HiBAm na bacia do rio Xingu (ORSTOM-CNPq, 1998, 2002).

Rio	Município	Latitude	Longitude	obs	Código ANA
Rio Xingu	São José do Xingu			balsa	
Rio Xingu	São Felix do Xingu	s 06°37'29"	w 052°02'13"	montante do rio Fresco	18510000
Rio Xingu	São Felix do Xingu	s 06°44'37"	w 051°46'26"	jusante do Rio Fresco	18510000
Rio Fresco	São Felix do Xingu	s 06°42'20"	w 051°59'25"		18500000
Rio Xingu	Altamira	s 03°15'35"	W 052°11'45"		18850000
Rio Xingu	Belo Monte	s 03°07'21"	w 051°41'56"		18900000

Fonte: ORSTOM-CNPq, 1998, 2002.

TABELA 7.1.5-7

Resultados da qualidade da água obtidos pelo projeto HiBAm na bacia do rio Xingu (ORSTOM-CNPq, 1998, 2002).

	Rio Xingu (S. José do Xingu)	Rio Xingu (S. Felix do Xingu) montante da foz do Rio Fresco	Rio Xingu (S. Felix do Xingu) jusante da foz com o Fresco	Rio Fresco (S. Felix do Xingu)	Rio Xingu (Altamira)	Rio Iriri	Rio Xingu (Belo Monte)
data	1/7/2001	11/10/1997	11/10/1997	11/10/1997	16/10/1997	15/10/1997	15/10/1997
Condutividade uS/cm	9	8,2	12,3	91,4	14,9	31,3	15,1
pH	6,1	6,8	6,8	7,44	6,69	6,05	6,94
Turbidez NTU		4	5	20	6	2	2
STS mg/L	8,7	18	18	39,6	3	4,23	0,9
Alcalinidade mg HCO ₃ /L		4,58	5,34	39,65	6,86		6,86

Fonte: ORSTOM-CNPq, 1998, 2002.

No **QUADRO 7.1.5-6** estão descritos os pontos de amostragem do zoneamento do PRODEAGRO, no rio Xingu e alguns tributários do alto curso. Os resultados das variáveis que podem sofrer interferência das atividades existentes na bacia estão apresentados nas **TABELA 7.1.5-8** e **TABELA 7.1.5-9**.

QUADRO 7.1.5-6

Localização dos pontos de amostragem de qualidade da água do PRODEAGRO.

Sub- Bacia	Ponto	Longitude	Latitude	Observação	Código ANA
	XI - 1	52° 48' 00"	12° 52' 00"	Rio Xingu - Jus. Rio Sete de Setembro com Rio Culuene	
	XI - 2	53° 26' 00"	13° 01' 00"	Rio Cuvisero	
Alto Xingu	XI - 3	54° 20' 30"	12° 50' 30"	Rio Ronuro	18420000
	XI - 4	54° 17' 00"	11° 06' 30"	Rio Manissuá - Miçu (Marcelândia)	
	XI - 5	53° 06' 00"	10° 47' 00"	Rio Xingu	18430000
Médio Xingu	XI - 6	52° 05' 00"	10° 10' 00"	Rio Com. Fontoura e (Santa Cruz do Xingu)	
	XI - 7	52° 54' 00"	10° 23' 30"	Rio Paturi (São José do Xingu)	

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2000 a.

TABELA 7.1.5-8

Resultados de qualidade da água na bacia do Xingu, dados do PRODEAGRO.

PARÂMETROS	RESOLUÇÃO	XI-01												Valores		
		Laudo n°	Laudo N°	Laudo n°	Laudo N°	Laudo n°	Laudo N°	Laudo n°	Laudo N°	Laudo n°	Laudo N°	Laudo n°	Laudo N°	min	med	max
	CONAMA N. 20	43566	26	43567	27	43719	28	43611	29	30	43633	31	32			
		1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.	2ª Camp.	1ª Camp.	2ª Camp.	2ª Camp.			
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,02	ND	0,555	ND	0,659	ND	0,484	ND	0,91	0,293	ND	0,235	0,636	0,24	0,54	0,91
Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/l)	-	ND	0,373	ND	0,121	ND	0,015	ND	0,539	0,010	ND	0,005	0,245	0,01	0,19	0,54
Nitrogênio Nitrate (mg/l)	10	0,22	0,010	0,08	0,004	0,12	0,002	0,08	0,003	0,003	0,10	0,005	0,009	0,00	0,05	0,22
Nitrogênio Nitrite (mg/l)	1,0	ND	0,164	ND	0,533	ND	0,865	ND	0,368	0,28	ND	<0,001	0,381	0,16	0,43	0,87
Nitrogênio Orgânico (mg/l)	-	2,80		1,70		ND		1,10			3,40			1,10	2,25	3,40
Nitrogênio Total (mg/l)	-		0,300		0,090		0,215		0,350	0,38		0,060	0,52	0,06	0,27	0,52
Ortofosfato Solúvel (mg/l)	-	ND	5,6	ND	6,1	ND	6,4	0,15	5,2	7	ND	5,6	5,2	0,15	5,16	7,00
Oxigênio Dissolvido (OD)	5,0	5,50	7,9	6,40	7,8	5,60	6,5	6,50	5,25	6,2	5,10	6,5	5,95	5,10	6,27	7,90
pH (campo)	6,0 a 9,0	6,18	7,26	6,31	7,6	5,86	6,2	5,56	6,25	6,81	6,06	6,53	6,2	5,56	6,40	7,60
pH (lab.)	-					5,35										
Sólidos Totais (mg/l)	-	28,0	9,0	160,0	35,0	22,0	31,0	35,0	25,0	3,0	38,0	12,0	56,0	3,0	37,8	160,0

TABELA 7.1.5-9

Resultados das variáveis indicadoras de atividade mineradora na bacia do Xingu, dados do PRODEAGRO.

SUB-BACIA XINGU	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS					
	PARÂMETROS	RESOLUÇÃO	XI-02		XI-03	
		CONAMA N. 20	1aCamp	2aCamp	1aCamp	2aCamp
Alcalinidade Total (mg/l)	-	7	17	5	4	
Alumínio Total (mg/l)	0,1	ND	0,279	ND	0,289	
Berílio (mg/l)	0,1	ND	<0,050	ND	<0,050	
Chumbo (mg/l)	0,03	ND	<0,050	ND	<0,050	
Cobre (mg/l)	0,02	ND	<0,010	ND	<0,010	
Dureza Total (mg/l)	-	5	32	8	14	
Estanho (mg/l)	2	ND	<0,50	ND	<0,50	
Ferro Solúvel (mg/l)	0,3	0,31	0,079	ND	0,030	
Ferro Total (mg/l)	-	5,80	0,505	0,72	0,152	
Manganês Total (mg/l)	0,1	0,03	<0,015	ND	<0,015	
Mercúrio (ug/l)	0,2	ND	<0,10	ND	<0,10	
Óleos e Graxas (mg/l)	ausente	3	4,8	2	3,3	
Prata (mg/l)	0,01	ND	<0,010	ND	<0,010	
Sulfato (mg/l)	250	16	3,40	6	0,50	
Zinco (mg/l)	0,18	0,01	<0,008	0,01	0,06	

FONTE: CNEC, 2000.

OBS.: ND = Não Detectado

Os valores em branco indicam que não houve registro do dado

1 campanha de março a abril de 1997

2 campanha de agosto a outubro de 1997

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2000.

No **QUADRO 7.1.5-7** se encontra a localização dos pontos de amostragem do Projeto Brasil das Águas na bacia do Xingu. Os resultados obtidos estão apresentados na **TABELA 7.1.5-10**.

QUADRO 7.1.5-7

Localização dos pontos de coleta do Projeto Brasil das Águas na bacia do rio Xingu.

Código	Nome	ES	Município	Observações	Latitude	Longitude
106	Rio Xingu	PA	Porto de Moz		s 01 44 37.08	o 52 15 07.56
155	Rio Xingu	PA	Porto de Moz		s 02 31 10.08	o 52 03 31.62
189	Rio Xingu	PA	Altamira	Jusante cidade de Altamira	s 03 12 37.56	o 52 11 02.34
216	Rio Xingu	PA	Altamira		s 04 04 02.1	o 52 37 03.96
221	Rio Xingu	PA	Altamira	Após confluência com o Rio Iriri	s 03 43 17.76	o 52 27 34.56
344	Rio Xingu	PA	São Félix do Xingu	Jusante São Félix do Xingu	s 06 38 15.9	o 52 01 44.16
349	Rio Xingu	PA	São Félix do Xingu	Montante de São Félix do Xingu	s 06 45 17.76	o 51 59 37.02
429	Rio Xingu	PA	São Félix do Xingu	Área Indígena Caiapó	s 08 08 01.44	o 52 42 38.82
440	Rio Xingu	PA	São Félix do Xingu		s 07 35 27.18	o 52 41 24.36
471	Rio Xingu	PA	São Félix do Xingu	Próx. Rio Capivara/ Serra da Capivara	s 09 14 56.88	o 52 00 25.62
497	Rio Xingu	MT	Peixoto de Azevedo/São José do Xingu	Rio largo, água marrom	s 08 52 04.56	o 52 47 22.5
531	Rio Xingu	MT	São José do Xingu/Peixoto de Azevedo	Cruzamento Rodovia BR-080/ esverdeada	Água s 10 43 01.62	o 53 05 58.98
575	Rio Xingu	MT	Querência/Gaúcha do Norte	PN Xingu entre confluência Cuelene e Curisevo	s 12 10 30.72	o 53 18 40.8
586	Rio Xingu	MT	Gaúcha do Norte/Querência	Lagoa do Itavuna/ PN do Xingu	s 12 30 46.74	o 53 01 44.94
603	Rio Cuelene	MT	Gaúcha do Norte/Canarana		s 13 04 43.44	o 52 53 06.6
547	Rio Suiá-Miçu	MT	Querência/São Felix do Araguaia	Embocadura no Rio Xingu	s 11 13 17.82	o 53 14 39.18
558	Rio Suiá-Miçu	MT	Querência/São Felix do Araguaia	Água esverdeada	s 11 35 36.42	o 52 56 32.46
350	Rio Fresco	PA	São Félix do Xingu	Montante São Félix do Xingu	s 06 39 38.1	o 51 52 36.96
381	Rio Fresco	PA	Ourilândia do Norte	Próximo ao Rio Riozinho	s 07 10 00.42	o 51 38 01.08
414	Rio Fresco	PA	Cumaru do Norte	Jusante da Aldeia Gorotire/ água barrenta	s 07 44 30.54	o 51 10 16.74
232	Rio Iriri	PA	Altamira		s 04 00 58.5	o 53 16 32.52
258	Rio Iriri	PA	Altamira		s 04 49 37.68	o 54 39 08.28
296	Rio Iriri	PA	Altamira		s 05 25 35.22	o 54 22 24.24
327	Rio Iriri	PA	Altamira	região de Relógio do Sol	s 06 08 33.9	o 54 05 34.92
2154	Rio Iriri	PA	Altamira	prox aldeia Caiapo; floresta intocada; água turva	s 08 00 49.44	o 53 18 24.24
456	Rio Iriri Novo	PA	Altamira	Rio raso, azulado	s 09 01 57.24	o 53 24 51
494	Rio Iriri Novo	MT	Peixoto de Azevedo/Matupa	Estreito, marrom	s 09 38 15.96	o 53 36 05.58
208	Rio Bacajá	PA	Vitório do Xingu	Montante foz no rio Xingu	s 03 32 11.7	o 51 42 01.92
601	Ribeirão Sete de Setembro	MT	Canarana		s 13 05 18.12	o 52 41 46.32

TABELA 7.1.5-10

Resultados de qualidade da água obtidos pelo Projeto Brasil das Águas na bacia do rio Xingu

Cód	Nome	Município	Data	Condutividade	OD	pH	Turbidez	Clorofila	Nitrato	Ortofosfato	Sulfato	Amônio	P total
				uS/cm	mg/L		NTU	ug/L	ug/L	ug/L	mg/L	mg/L	ug/L
106	Rio Xingu	Porto de Moz	26/8/2004	77	6,05	7,02	9	12,2	32,10	4,86	58,78	0,53	18,20
155	Rio Xingu	Porto de Moz	26/8/2004	74	6,37	7,32	13,6	1,3	3,23	1,95	29,87	0,00	20,60
189	Rio Xingu	Altamira	27/8/2004	75	6,29	7,62	1,7	11,7	62,58	16,54	30,99	0,00	27,94
216	Rio Xingu	Altamira	27/8/2004	73	6,53	7,69	3	17	10,18	6,81	20,23	0,00	22,03
221	Rio Xingu	Altamira	27/8/2004	74	6,28	7,56	3,6	9,7	11,52	1,95	20,01	0,53	18,04
344	Rio Xingu	São Félix do Xingu	21/6/2004	29	6,86	7,6	29,4	16,4	1,90	11,67	14,18	0,00	16,12
349	Rio Xingu	São Félix do Xingu	24/6/2004	31	7,02	7,53	3,6	6,3	8,05	2,92	13,96	0,00	22,03
429	Rio Xingu	São Félix do Xingu	24/6/2004	30	6,35	7,13	21,5	8	0,29	1,95	10,15	0,00	13,89
440	Rio Xingu	São Félix do Xingu	24/6/2004	29	6,37	7,56	13,1	6,5	5,64	1,95	11,94	0,00	14,05
471	Rio Xingu	São Félix do Xingu	11/11/2003	18	6,82	7,14	8,1	6,5	43,55	Nulo	31,42	66,44	23,02
497	Rio Xingu	Peixoto de Azevedo/São José do Xingu	11/11/2003	13	6,67	7,14	17,9	5,3	39,36	nulo	33,85	78,58	31,47
531	Rio Xingu	São José do Xingu/Peixoto de Azevedo	8/11/2003	11	6,86	6,75	10,6	34,4	13,04	6,93	34,02	54,29	27,65
575	Rio Xingu	Querência/Gaúcha do Norte	8/11/2003	19	7	6,61	17,3	608,2	71,22	Nulo	36,93	54,29	16,64
586	Rio Xingu	Gaúcha do Norte/Querência	9/11/2003	17	6,88	6,78	37,9	64,3	63,66	Nulo	33,69	66,44	47,58
603	Rio Cuelene	Gaúcha do Norte/Canarana	6/11/2003	24	6,63	6,74	15,4	46,5	86,47	3,13	38,72	17,85	51,97
547	Rio Suiá-Miçu	Querência/São Félix do Araguaia	8/11/2003	9	6,71	6,58	15,3	5,4	13,71	Nulo	16,84	54,29	23,18
558	Rio Suiá-Miçu	Querência/São Félix do Araguaia	8/11/2003	10	6,87	6,26	12,8	6,3	14,52	7,62	22,02	54,29	25,41
350	Rio Fresco	São Félix do Xingu	21/6/2004	68	6,78	7,89	13,6	7	53,38	0,97	0,078	0,00	25,55
381	Rio Fresco	Ourilândia do Norte	21/6/2004	75	7,54	7,97	17,3	9,8	62,40	3,09	0,137	0,00	29,86
414	Rio Fresco	Cumaru do Norte	21/6/2004	74	7,56	7,57	19,1	12,3	129,74	1,16	0,093	0,00	24,27
232	Rio Iriú	Altamira	27/8/2004	79	6,46	7,94	62,6	9,8	21,95	4,06	0,063	9,48	25,39
258	Rio Iriú	Altamira	20/8/2004	49	5,96	7,52	2	9	0,89	0,00	0,059	0,00	23,47
296	Rio Iriú	Altamira	20/8/2004	51	4,88	7,49	1,8	13,9	1,38	0,00	0,054	0,00	21,56
327	Rio Iriú	Altamira	20/8/2004	50	5,13	7,42	1,9	12,8	0,38	0,58	0,054	0,00	22,04
2154	Rio Iriú	Altamira	24/6/2004	38	7,25	7,21	3,8	6,2	17,82	9,67	0,043	0,00	28,11
456	Rio Iriú Novo	Altamira	11/11/2003	29	6,49	7,57	13,5	3,3	48,68	Nulo	39,85	102,87	22,86
494	Rio Iriú Novo	Peixoto de Azevedo/Matupa	11/11/2003	30	6,64	7,23	17	13,9	122,65	nulo	48,60	54,29	44,23
208	Rio Bacajá	Vitório do Xingu	27/8/2004	121	6,20	7,89	6,5	13,7	9,77	0,97	1,022	0,00	34,01
601	Ribeirão Sete de Setembro	Canarana	6/11/2003	13	7,13	6,67	22,1	152,5	94,30	3,58	46,82	5,71	27,33

Fonte: Projeto Brasil das Águas

Fonte: www.brasildasaguas.com.br

De acordo com os dados levantados e apresentados anteriormente é possível descrever que o rio Xingu possui pH relativamente ácido, águas transparentes (baixa coloração e pouco material em suspensão), brandas, com baixa capacidade de tamponamento, e com baixas concentrações de íons, nutrientes e matéria orgânica dissolvida. A baixa concentração de íons, nutrientes e matéria orgânica dissolvida resulta em baixos valores de DBO, DQO e conseqüentemente em altas concentrações de oxigênio dissolvido em suas águas.

Possivelmente, as baixas concentrações de fósforo sejam o principal fator limitante da produção primária no rio Xingu (ELETRONORTE/ELETRÓBRÁS, 2001). No entanto, o aporte de matéria orgânica que sustenta as comunidades aquáticas é de origem predominantemente alóctone, estando vinculado aos pulsos de inundação do rio e os biótopos associados a ele, como as matas de igapó e as lagoas marginais.

As cabeceiras dos rios são caracterizadas como sistemas dependentes da entrada de matéria orgânica alóctone para sustento da comunidade aquática devido ao seu pequeno volume de água e declividade acentuada,. Devido a esta característica essas regiões sofrem intensa pressão oriunda da alteração da bacia de drenagem. Esta alteração pode se refletir a jusante, apesar do efeito diluidor representado pelo aumento progressivo das vazões.

As áreas de cabeceiras da bacia do rio Xingu apresentam intensa atividade agropecuária e significativa redução de sua cobertura vegetal original, o que influencia as características de qualidade da água e das comunidades aquáticas.

Na região do alto curso do rio até a cachoeira de Von Martius existem extensas planícies de inundação, com a formação de lagos de várzea, praias e vegetação flutuante. Estas condições associadas à sazonalidade da precipitação, costumam influenciar as características das águas, seja pela atenuação dos efeitos do uso do solo, seja pelo fornecimento de matéria orgânica originada de sua produção autóctone nas planícies de inundação.

Dos dados de qualidade da água disponíveis para a bacia do rio Xingu devem ser ressaltados os baixos valores de condutividade dos rios amostrados na época seca e seu aumento significativo na época chuvosa, mostrando a influência da sazonalidade do clima e o efeito das áreas alagadas sobre o rio. Notam-se também valores altos de fósforo e nitrogênio em alguns pontos de amostragem, o que não seria o esperado na porção superior da bacia de um rio, uma vez que o grau de trofia costuma aumentar no sentido de jusante. No caso do rio Xingu, entretanto, a fisiografia determina a presença de planícies no Alto Curso, com áreas alagadas nesse trecho, o que permite um maior aporte de matéria orgânica e nutrientes. Nessa região do alto curso encontram-se também extensas áreas agropecuárias e de cultivo de grãos.

No médio curso do rio Xingu, considerado aqui o trecho entre a cachoeira Von Martius e o núcleo urbano de Belo Monte, os rios apresentam águas transparentes, ligeiramente ácidas, com baixa concentração de íons, nutrientes e matéria orgânica dissolvida.

Nesse trecho, os dados existentes mostraram alterações por atividades antrópicas nas áreas com maior ocupação, como nas proximidades de Altamira, onde se observam valores mais elevados de nitrogênio, fósforo, condutividade, nitrato e carbono dissolvido e nas áreas da Ressaca e Ilha da Fazenda.

A condutividade elétrica indica a quantidade total de íons presentes na água, estando relacionada ao substrato geológico da bacia e às influências antrópicas nela presentes. Considerando esta fonte de contribuição, observa-se no rio Xingu um aumento da condutividade elétrica da água, o que é esperado ao longo do eixo longitudinal de um rio pelo aporte de matéria a partir de suas margens. Tal fenômeno, neste caso, pode estar relacionado à entrada de tributários. A partir de São Félix do Xingu, o rio Xingu apresenta valores mais elevados de condutividade com a entrada do rio Fresco que apresenta valores de condutividade elétrica superiores aos medidos no Xingu, além de cargas de material em suspensão superiores a dos demais rios da bacia. Essa condição está relacionada a processos geoquímicos característicos de sua bacia, em função de variações do substrato geológico, e a influências antrópicas, como no caso do rio Fresco, onde as taxas de desflorestamento são elevadas, inclusive nas áreas de nascentes de seus afluentes da margem direita.

No baixo curso do rio, à jusante de Belo Monte, os dados de qualidade da água não indicam uma grande diferenciação das condições à montante, mesmo que as características

fisiográficas e hidrológicas desse trecho se diferenciem dos demais. Neste trecho o rio apresenta maior largura e sofre a influência da maré do rio Amazonas.

Ao longo do rio Xingu, não há um padrão espacial bem definido em relação às variáveis: condutividade, turbidez, nitrogênio total, fósforo total, carbono total e potencial de oxidação-redução. O pH é um pouco mais ácido a montante, a concentração de oxigênio é maior a jusante de Belo Monte e os íons amônio, sulfato e nitrato apresentam maiores concentrações nas regiões mais povoadas.

Outro aspecto a ser ressaltado pelos dados obtidos é a concentração de amônia no trecho mais a montante do Xingu, a partir de São Felix do Xingu, e também no rio Suiá-Miçu e no Iriri Novo. Os resultados indicam condições mais redutoras no curso d'água, talvez possibilitada por um acúmulo maior de matéria orgânica em função de uma topografia mais suave nos trechos amostrados, associada ao aporte de material alóctone em função do uso do solo.

A comparação dos dados obtidos na região de influência da AHE Belo Monte em ocasiões diferentes mostra valores similares ao longo do tempo, indicando que, de modo geral, não ocorreram nesses locais, alterações na bacia que refletissem em mudanças significativas da qualidade da água. As únicas variáveis que apresentaram valores sensivelmente maiores e que podem estar indicando o resultado de pressões antrópicas foram as concentrações de nitrato, amônio e carbono nas regiões com maior concentração de habitantes. Essas pressões talvez expliquem também a maior condutividade observada nos dados mais recentes quando comparados aos obtidos anteriormente na mesma região.

7.1.5.5 Fontes de contaminação na Área de Abrangência Regional

As fontes de contaminação nas Áreas de Abrangência Regional e de Influência Indireta do AHE Belo Monte estão relacionadas com as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Xingu, as quais em linhas gerais são:

a) Desflorestamento da bacia de drenagem

A supressão da vegetação natural em áreas de alta pluviosidade provoca o carreamento de nutrientes e partículas do solo para os rios pelo escoamento superficial, contribuindo para a eutrofização, aumento da turbidez, e assoreamento. No caso da atividade madeireira, se há o beneficiamento da mesma, existe o risco de contaminação com combustíveis, metais pesados e outros produtos utilizados nessa atividade. O desflorestamento é maior no alto rio Xingu, ao leste, na região de São Félix do Xingu e ao norte sob a influência da Transamazônica.

b) Queimadas

No caso de retirada da vegetação por queimada os efeitos do desmatamento são potencializados uma vez que as cinzas, ricas em nutrientes minerais, são transportadas pela chuva até os cursos de água por escoamento superficial.

c) Atividades mineradoras

As atividades mineradoras, principalmente os garimpos, provocam efeitos desde a destruição de habitats ribeirinhos, aumento da turbidez, e assoreamento dos cursos de água pelo

desmonte dos barrancos devido ao jateamento com água até a contaminação com óleos e combustíveis das máquinas empregadas na extração.

Os rios também podem ser contaminados com elementos altamente tóxicos aos organismos aquáticos e ao ser humano, como o mercúrio. Não existem muitos dados sobre a bacia do rio Xingu, porém existem áreas de garimpo expressivas na região do alto rio Fresco.

As queimadas e a degradação do solo podem, também, constituir fontes de contaminação por mercúrio e outros metais que se encontram naturalmente na região, principalmente chumbo, níquel e zinco.

d) Atividade agropecuária

Além da maior exposição do solo à ação das chuvas a atividade agropecuária pode contribuir com nutrientes minerais dos adubos químicos e agrotóxicos, por meio do escoamento superficial.

Na bacia do rio Xingu a expansão da fronteira agrícola tem causado erosão, assoreamento e contaminação da água com agrotóxicos. As regiões mais afetadas são as nascentes no Alto Xingu onde foram eliminadas as florestas de proteção.

7.1.6 Referências Bibliográficas AAR Meio Físico

2nd Workshop on Greenhouse Status of Freshwater Reservoir. Disponível em: <www.hidroinformatica.org.br>

ABE, D S ; SIDAGIS-GALLI, C; ADAMS, D D ; TUNDISI, J G ; MATSUMURA-TUNDISI, T ; Tundisi, J E ; CIMBLERIS, A P; BARROS, P B. Greenhouse Gas Concentrations and Diffusive Flux at the Sediment-Water Interface From 5 Tropical Reservoirs In Brazil: Trophic Status Consideration, ASLO 2006

ALCAMO, J.; HENRICHS, T.; RÖSCH, T. World Water in 2025 – Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century. Report A0002. Center for the Environmental Systems Research. University of Kassel. Germany. Apud. ANA, 2005.

ANA. Cadernos de Recursos Hídricos. 2005

____. Cadernos de Recursos Hídricos. 2006.

____. Cadernos de Recursos Hídricos. 2007.

ANA/HIDROWEB, Inventário das Estações Fluviométricas.

ANA/HIDROWEB, Inventário das Estações Pluviométricas.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS Superintendência de Outorga e Cobrança, Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração – Bacia do Paraíba do Sul, Brasília 2002.

ANEEL – Banco de Informações de Geração (BIG) Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15>>.

AUSTIN, M.P.; COCKS, K.D. Land use on the south coast of new south wales. A study in methods of acquiring and using information to analyse regional land use options. Austrália, v.1 e 2. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (General Report). 1978.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA, FAZENDA E PLANEJAMENTO. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geografia do Brasil, v.1 Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 23-34.

____. Geografia do Brasil, v.3 Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 61-71.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. SECRETARIA GERAL. Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Araguaia vol. 04, Rio de Janeiro 1973.

____. (1973). Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Belém vol. 05, Rio de Janeiro.

____. (1973). Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Juruena vol. 20,

Rio de Janeiro.

_____. (1973). Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Tocantins vol. 22, Rio de Janeiro.

_____. (1973). Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Goiás vol. 25, Rio de Janeiro.

_____. (1973). Projeto RADAM. Levantamento de recursos naturais. Folha Cuiabá vol. 26, Rio de Janeiro.

CAMARGO CORRÊA; ODEBRECHT; ANDRADE GUTIERREZ. Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do rio Xingu – outubro 2007.

CIMBLERIS, A P ; BRUM, P R ; SOARES, C B ; ROLAND, F; CESAR, D E ; ROSA, L P ; SANTOS, M A ; SIKAR, B M ; TUNDISI, J G ; ABE, D S. Carbon Budget in Two Neotropical Reservoirs, ASLO 2006. Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa de Hidrelétricas. (Contrato ECE 925/1997 entre COPPE/UFRJ e ELETROBRÁS). Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/21458.html>>

CIMBLERIS, A. C. ; SANTOS, M. A. ; MATVIENKO, B. ; MOZETO, A. ; STECH, J. L. ; LIMA, I. B. T. ; TUNDISI, J. G. ; ABE, D. S. ; SIDAGIS-GALLI, C. V.; ROLAND, F. CESAR, D. E. ; BARROS, P. R. H. B. Carbon Budget in Hydroelectric Reservoirs of FURNAS Centrais Elétricas S.A., Brazil, SIL 2005

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Carta Geológica da Brasil ao Milionésimo. Folhas SA.22 Belém, Folha SB.21 Tapajós, Folha SB. 22 Araguaia, Folha SC.22 Tocantins, Folha SD.21 Cuiabá, SD. 22 Goiás e Folha SC. 21 Juruena – Edição 2004 (SIG).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL / DNPM Mapa Geológico do Brasil e da área Oceânica Adjacente Incluindo Depósitos Minerais. Escala 1: 2.500.000. 1995.

ELETROBRÁS, COPPE/UFRJ. Contribuições Históricas Brasileiras das Emissões de GEE: Setores de Energia e Mudança no Uso da Terra. Relatório Final. 2005

ELETROBRÁS; COPPE/UFRJ; AMARAL,A.C; MUNDIM,R.N; ROSA,L.P. Emissões de Metano e Dióxido de Carbono de Hidrelétricas na Amazônia Comparadas às de Térmicas Equivalentes. ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, 1994. Disponível em:<<http://www.eletrobras.com.br/elb/portal/data/Pages/LUMISAE282FECPTBRIE.htm>>

ELETROBRÁS. Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT – janeiro 2007.

ELETRONORTE/ELETROBRÁS. (2001) Estudo de Impacto Ambiental/Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (Convênio FADESP – ELETRONORTE).

Emissões de Gases de Efeito Estufa do Reservatório Hidrelétrico de Belo Monte – Fase de pré-enchimento. (Contrato ECE 1802/2003 entre COPPE/UFRJ e ELETROBRÁS)

FAET - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE TOCANTINS. Ano 17, boletim data 20/06/2006. Disponível em: <<http://www.fatrural.com.br/rapidadas%5Crapidas.asp?pid=406>>. Acesso em: 12/10/06, às 22h:34min.

GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO – SEPLAN/BIRD. Relatório técnico de bacias pesqueiras: zoneamento da ictiofauna. DSEE-DE-RT-009 (Zoneamento sócio-econômico-ecológico: Diagnóstico sócioeconômico-ecológico do Estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação - PRODEAGRO). Cuiabá. 2000.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Disponível em: <<http://www.pa.gov.br>>. Acesso em diversas datas.

GOVERNO FEDERAL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Senha Engenharia SC. Diagnóstico das Condições de Saneamento das Sedes dos Municípios Inseridos na Bacia Hidrográfica do Xingu. 2005. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/inst/camp/xingu/doc/relatoriosintese.pdf>>. Acesso em: 12/10/06, às 15h:30min.

HASTENRATH, S. Climate Dynamics of the Tropics Updated Edition from Climate and Circulation of the Tropics. London, Kluwer Academic Publishers. 1991. 463p.
IBGE. Censo Demográfico Nacional 2000.

IPCC Guidelines ver. 2006, Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm>>

INMET, Normais Climatológicas, período 1966 a 1990.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ISA. Povos Indígenas do Brasil, 1996-2000/ [Carlos Alberto Ricardo (editor.)]. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

_____. O Xingu na Mira da Soja. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/esp/soja/8.shtm>>. Acesso em: 2006.

_____. Disponível em: <www.socioambiental.org>. Acesso em diversas datas.

KOUSKY, V.E. Atmospheric Circulation Changes Associated With Rainfall Anomalies over Tropical Brazil *Mon. Weather Rev.*, (1985). 113.

KOUSKY, V. E., CAVALCANTI, I. F. A. Precipitation and atmospheric circulation anomaly patterns in the South American Sector. *Rev. Bras. Meteorol.*, v.3, 1988. p.199-206.

MABBUTT, J.A. Review of concepts of land classification. In STEWARTT, G. A. ed. Land Evolution. Melbourne. Macmillan, p.11 – 28. 1968.

MADDEN, R.A. & P. R. JULIAN. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 28, 1971. 702-708.

MILAZZO, Maria Luiza; Mesquita, E. Emissão de Gases de Efeito Estufa de Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. XXVII Seminário Nacional de Grandes Barragens. Comitê Brasileiro de Barragens, Junho 2007

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO. SUPERINTENDÊNCIA DE USOS MÚLTIPLOS. Cadernos de Recursos Hídricos. Disponibilidades e Demandas dos Recursos Hídricos no Brasil, 2005. 134 pp.

PAEGLE, J. Interactions Between Convective and Large Scale Motions Over Amazonia. In: Geophysics of the Amazon, ed. Dickinson. John Wiley and Sons, Chap. 7, 1987. pp. 347-387.

PESQUISA PECUÁRIA MUNICIPAL – PPM. IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/11/05.

PIRES NETO, A.G. As abordagens sintético- histórica e analítico- dinâmica, uma proposição metodológica para a geomorfologia. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. 302 p.

PONÇANO et al. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo - IPT - Publicação no 1183 – São Paul 1981.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL – PAM. IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/11/05.

Projeto “Balanço de Carbono nos Reservatórios de Furnas”. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/projetofurnas/panorama.html>>

SATYAMURTY, P. E MATTOS, L.F.. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the midlatitudes due to horizontal deformation and divergence. *Mon. Wea. Rev.* 1989, 117, 1355 – 64.

SCHUMM, S. A. The fluvial system. New York: Wiley - Interscience, 1977. 388p.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL DO MATO GROSSO (SEPLAN-MT). Disponível em: <www.seplan.mt.gov.br>. Acesso em diversas datas.

SENHA ENGENHARIA SC/ GOVERNO FEDERAL: MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Diagnóstico das Condições de Saneamento das Sedes dos Municípios Inseridos na Bacia Hidrográfica do Xingu, 2005 Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/inst/camp/xingu/doc/relatoriosintese.pdf>>. Acesso em: 12/10/06, às 15h:30min.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As ondas de frio da bacia amazônica. Rio de Janeiro: Ed. do Serviço de Meteorologia. 1942.

UNESCO. The United Nations World Water Development Report. Water for people, water

for life. (Disponível em <http://www.unesco.org/water/wwap>). Apud. ANA, 2005 (op. Citado).

UNFCCC, Ad Hoc Group on the Berlin Mandate. Implementation of the Berlin Mandate: Additional proposals from Parties - Addendum - Note by the secretariat. 1997: United Nations Framework on Climate Change.

UNFCCC, Convenção do Clima. 1995. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil.

UNFCCC, Scientific and Methodological Aspects of the Proposal by Brazil. *10 July 2001*. 2001: FCCC/SBSTA/2001/INF.2. Disponível em: <www.unfccc.int>

UNFCCC, Scientific and Methodological Aspects of the Proposal by Brazil. *16 October 2002*. 2002: FCCC/SBSTA/2002/INF.14. disponível em: <www.unfccc.int>

ZONNEVELD, I. Land evolution and landscape science. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). The Netherlands, 22 p. 1992.