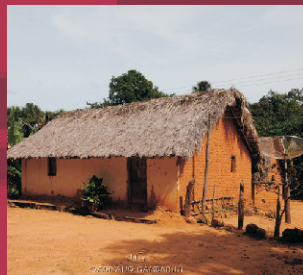
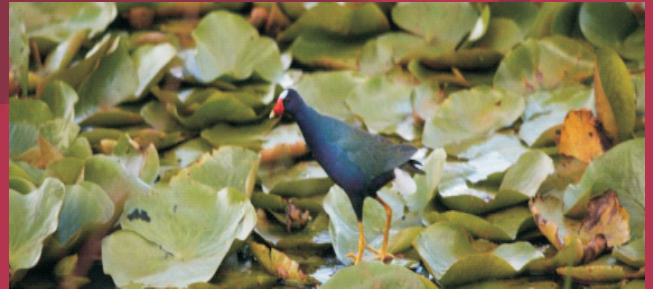
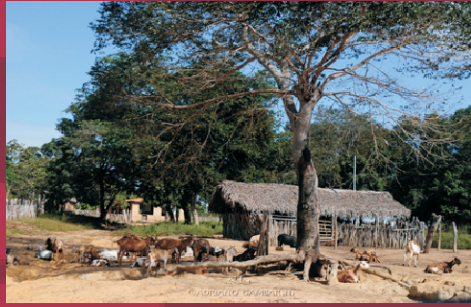


PROJETO PARNÁÍBA



# Estudo de Impacto Ambiental AHE ESTREITO

VOLUME II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL  
TOMO II – AII

Dezembro/2009

# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

## *APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE ESTREITO RIO PARNAÍBA*

### ***Volume II Diagnóstico Ambiental***

**Dezembro de 2009**

## APRESENTAÇÃO

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo RIMA - Relatório de Impacto Ambiental são instrumentos indicados pela Resolução CONAMA 001/86 para a avaliação dos impactos ambientais em empreendimentos potencialmente geradores de impacto ambiental.

Nesse sentido, este documento tem como objetivo apresentar o Estudo de Impacto Ambiental e o RIMA - Relatório de Impacto Ambiental do **Aproveitamento Hidrelétrico - AHE Estreito e Linha de Transmissão em 230 kV**, como partes de seu processo de licenciamento ambiental.

O **AHE Estreito** faz parte de um conjunto de cinco empreendimentos hidrelétricos previstos no âmbito do **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)** para implantação na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, localizada na região Meio-Norte do Brasil, entre os estados do Piauí e Maranhão.

Os Estudos Ambientais, objeto do presente relatório, foram elaborados de acordo com o disposto no Termo de Referência emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em 2005, na esfera do processo de licenciamento Nº 02001.002986/2004-18 e Código da ANEEL - 34.100.020, considerando as disposições da Resolução CONAMA nº 001/86, do anexo I da Resolução CONAMA nº 237/97. Estes foram elaborados pela **Projotec - Projetos Técnicos** para o Consórcio CHESF, ENERGIMP, Construtora Queiroz Galvão e CNEC Engenharia.

Ressalta-se que a revisão do EIA aqui apresentado contou com a colaboração da **CNEC Engenharia S.A.**, na coordenação geral dos estudos e contribuição com parte da equipe ora alocada.

Estes estudos incorporam, ainda, as solicitações do IBAMA constantes nas Instruções Técnicas Nº 37/2008 “Plano de Trabalho dos Ecossistemas Aquáticos”, do Ofício nº 225/2008 – DILIC/IBAMA que trata do “Plano de Trabalho para Levantamento de Campo para Complementação das Informações do Meio Socioeconômico, dos Pareceres Técnicos nº 17/2008 nº 88/2007 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA apresentados em 2008 e finalmente do “Plano de Trabalho de Fauna Terrestre e Vegetação aprovado pelo IBAMA em 21/01/09” e das considerações adicionais a este Plano acordadas e enviadas na Memória de Reunião datada de 21/01/09.

O empreendimento em estudo localiza-se na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, entre os estados do Piauí e Maranhão, na microrregião do Alto Parnaíba. O eixo da barragem situa-se a 1023 km da foz do Parnaíba, a montante da cidade de Ribeiro Gonçalves. O reservatório possui área de inundação na cota máxima normal de 238 km<sup>2</sup> abarcando terras dos municípios de Ribeiro Gonçalves e Santa Filomena, no Piauí e Loreto, Sambaíba e Tasso Fragosso, no estado do Maranhão.

Os estudos foram desenvolvidos entre os meses de fevereiro de 2005 a junho de 2006, tendo sido complementados por solicitação do IBAMA entre fevereiro a junho de 2009 por equipes multidisciplinares, sobretudo no que se refere às informações pertinentes à fauna, flora, limnologia, ictiofauna, estudos sedimentométricos, no que concerne ao meio biótico e físico e aos segmentos sobre a atividade pesqueira, manifestações culturais, saúde e comunidades tradicionais, especialmente no âmbito da AID - Área de Influência Direta, no que se refere aos estudos socioeconômicos. Estas informações complementares, realizadas em atenção ao Parecer Técnico Nº 88/2007 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, emitido em



dezembro de 2007, foram coletadas por meio de pesquisas diretas, cujas metodologias encontram-se explicitadas no Capítulo 1. Volume II, a seguir. No âmbito dos estudos socioeconômicos cabe ressaltar que os levantamentos referentes à AAR – Área de Abrangência Regional e a AII - Área de Influência Indireta, foram atualizados de acordo com as informações bibliográficas disponíveis.

Tanto o EIA como o RIMA apresentados sobre o AHE Estreito seguem, na sua abordagem, a estrutura requerida para esse tipo de estudo e indicada pelo TdR emitido pelo IBAMA, a saber: descrição do empreendimento analisado; definição das áreas de influência; diagnóstico sócio-ambiental; prognóstico, avaliação de impactos e proposição de medidas mitigadoras e respectivos programas ambientais, sendo a mesma organizada em volumes sequenciais, conforme descrição a seguir.

### **VOLUME I – Estudos Preliminares**

Os primeiros dois capítulos abordam a caracterização do empreendedor e da equipe multidisciplinar responsável pela elaboração dos estudos.

O capítulo seguinte (Capítulo 3) corresponde à descrição do empreendimento propriamente dito, voltado a resgatar os aspectos mais relevantes das principais etapas que afetariam a questão ambiental nas áreas de influência definidas para o mesmo.

No quarto capítulo é apresentado um resumo do arcabouço legal que rege a implantação de empreendimentos hidrelétricos, em geral, bem como outros instrumentos legais e normativos aplicáveis ao local do empreendimento, exclusive os aspectos específicos de linha de transmissão, que são tratados no Volume III.

O capítulo final deste volume corresponde à definição das áreas de influência do empreendimento. Para um maior aprofundamento e precisão das informações dos estudos, a abordagem dessas áreas foi efetuada em três níveis complementares: Área de Abrangência Regional – AAR; Área de Influência Indireta – AII; e Área de Influência Direta – AID.

Nos três níveis foram realizadas a descrição e a análise dos fatores ambientais e suas respectivas interações, caracterizando a situação da qualidade ambiental antes da construção e operação do empreendimento.

### **VOLUME II – Diagnóstico Ambiental**

O Diagnóstico Ambiental da área de implantação do empreendimento foi elaborado por meio da utilização de técnicas reconhecidas de prospecção de campo e contempla as diversas áreas, com maior destaque para a de influência direta e indireta. Para essas áreas são apresentadas descrições em detalhe dos meios físico, biótico e antrópico.

O diagnóstico é apresentado em três tomos, correspondentes às áreas de influência:

- Tomo I – Área de Abrangência Regional – AAR
- Tomo II – Área de Influência Indireta – AII
- Tomo III – Área de Influência Direta – AID



O primeiro capítulo aborda os procedimentos metodológicos gerais. Os capítulos seguintes apresentam, seqüencialmente, o diagnóstico do meio físico, do meio biótico e do meio socioeconômico e cultural, para cada uma das áreas acima relacionadas.

### **VOLUME III – Linha de Transmissão**

Este volume é composto de oito capítulos. Os três primeiros descrevem a caracterização geral da linha de transmissão.

O Capítulo 4 apresenta as bases legais para os sistemas de transmissão.

O Capítulo 5 descreve a área de influência do empreendimento, a metodologia e apresenta o diagnóstico para os meios físico, biótico e antrópico.

O capítulo 6 descreve as exigências mínimas necessárias para a implantação da linha de transmissão associada ao AHE Estreito.

Os capítulos 7 a 9 descrevem, respectivamente, os procedimentos para implantação, construção e montagem, e operação das linhas de transmissão.

### **VOLUME IV – Avaliação Ambiental**

O Capítulo 1, denominado “Análise Ambiental Integrada”, constitui-se no primeiro cenário estudado pelo EIA, sendo a base principal de comparação para a formulação dos cenários futuros.

O Capítulo 2 corresponde à avaliação ambiental e apresenta a identificação, caracterização e avaliação dos impactos ambientais, nas diversas fases de implantação do projeto (planejamento, implantação, operação e desativação).

O Capítulo 3 apresenta o prognóstico ambiental, que, diferentemente da fase de diagnóstico, constitui uma etapa de construção de hipóteses, na qual são estudados cenários futuros do território, considerando a implantação ou não do empreendimento.

O Capítulo 4 apresenta as medidas propostas para mitigar ou compensar os impactos negativos, bem como a organização dessas medidas em Programas Ambientais.

## ÍNDICE

### VOLUME II – TOMO II

5.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO MEIO FÍSICO.....	5-1
5.1.	CLIMATOLOGIA.....	5-1
5.1.1.	Caracterização Climatológica.....	5-1
5.1.1.1.	Fundamentos Dinâmicos do Clima.....	5-1
5.1.1.2.	Classificação Climática da Bacia do Rio Parnaíba.....	5-3
5.1.2.	Pluviometria Regional.....	5-4
5.1.2.1.	Regime de Chuvas.....	5-5
5.1.3.	Evaporação Potencial.....	5-7
5.1.4.	Evapotranspiração de Referência.....	5-8
5.1.5.	Balanço Hídrico.....	5-10
5.1.6.	Temperaturas do Ar e Amplitude Térmica.....	5-12
5.1.7.	Nebulosidade (0-10).....	5-17
5.1.8.	Insolação e Duração Efetiva do Dia (Fotoperíodo).....	5-19
5.1.9.	Umidade Relativa do Ar.....	5-21
5.2.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....	5-22
5.2.1.	Caracterização Geral da Bacia Principal.....	5-22
5.2.2.	Rede Hídrica e Estações Fluviométricas.....	5-25
5.2.2.1.	Estações Fluviométricas.....	5-25
5.2.2.2.	Vazões da Rede Hídrica Principal.....	5-27
5.2.3.	Principais estruturas hidráulicas implantadas na bacia.....	5-32
5.2.3.1.	Controle de Cheias.....	5-33
5.2.4.	Estudo de Vazões Mensais, Vazões Extremas, Remanso, Enchimento do Reservatório e Carga de Sedimentos.....	5-35
5.2.4.1.	Vazões Médias Mensais.....	5-35
5.2.4.2.	Vazões Extremas.....	5-44
5.2.4.3.	Amortecimento da Onda de Cheia de Projetos do Vertedor da Barragem.....	5-48
5.2.4.4.	Vazões Mínimas.....	5-49
5.2.4.5.	Remanso.....	5-50
5.3.	GEOLOGIA.....	5-60
5.3.1.	Geologia Regional.....	5-60

5.3.1.1. Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-61
5.3.1.2. Principais Estruturas Tectônicas.....	5-61
5.3.2. Geologia Local.....	5-64
5.3.3. Potencial Mineral.....	5-73
5.4. GEOTECNIA REGIONAL.....	5-78
5.5. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS E HIDROGEOLOGIA.....	5-80
5.5.1. Aspectos Hidrogeológicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba.....	5-80
5.5.1.1. Aquífero Serra Grande.....	5-84
5.5.1.2. Aquitardo Pimenteiras.....	5-85
5.5.1.3. Aquífero Cabeças.....	5-86
5.5.1.4. Aquitardo Longá.....	5-88
5.5.1.5. Sistema Aquífero Poti–Piauí.....	5-88
5.5.1.6. Aquitardo Pedra de Fogo e Pastos Bons.....	5-91
5.5.1.7. Aquíferos Sambaíba e Corda.....	5-91
5.5.2. Potenciometria e Hidrogeologia.....	5-92
5.5.2.1. Potenciometria.....	5-92
5.5.2.2. Hidrogeologia.....	5-93
5.5.2.3. Qualidade e Características Principais das Águas Subterrâneas na Região.....	5-103
5.6. GEOMORFOLOGIA.....	5-105
5.6.1. Geomorfologia Regional.....	5-105
5.6.2. Geomorfologia Local.....	5-105
5.6.3. Ocorrência de Cavidades Naturais.....	5-108
5.7. PEDOLOGIA.....	5-108
5.7.1. Descrições Geral das Classes de Solos.....	5-109
5.7.1.1. Critérios Utilizados na Classificação dos Solos.....	5-109
5.7.2. Descrição das Unidades de Mapeamento.....	5-111
5.8. APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS.....	5-115
5.9. SUSCETIBILIDADE À EROSÃO DOS SOLOS.....	5-117
5.10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	5-115
Anexo I – Mapa Geológico	
Anexo II – Mapa Geomorfológico	
Anexo III – Mapa Pedológico	



Anexo IV – Mapa Aptidão Agrícola

Anexo V – Mapa de Erodibilidade

6.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII DO MEIO BIÓTICO .....	6-1
6.1.	ECOSSISTEMAS TERRESTRES .....	6-1
6.1.1.	Introdução .....	6-1
6.1.2.	Procedimentos Metodológicos .....	6-1
6.1.2.1.	Metodologia Geral .....	6-1
6.1.3.	Mapeamento, Caracterização e Análise do Uso das Terras e da Cobertura Vegetal .....	6-1
6.1.4.	Vegetação .....	6-2
6.1.4.1.	Métodos .....	6-2
6.1.4.2.	Fitofisionomia .....	6-7
6.1.4.3.	Florística .....	6-10
6.1.4.4.	Fitossociologia .....	6-21
6.1.4.5.	Declividade e Granulometria .....	6-33
6.1.4.6.	Considerações Gerais .....	6-34
6.1.4.7.	Referências Bibliográficas .....	6-35
	Anexo VI – Mapa de Vegetação/ Uso e Ocupação do Solo	
	Anexo VII – Documentação Fotográfica - Vegetação	
6.1.5.	Fauna .....	6-40
6.1.5.1.	Avifauna .....	6-40
	Anexo VIII – Documentação Fotográfica – Avifauna	
6.1.5.2.	Mastofauna .....	6-55
	Anexo IX – Documentação Fotográfica – Mastofauna	
6.1.5.3.	Herpetofauna .....	6-70
	Anexo X – Documentação Fotográfica – Herpetofauna	
6.2	ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS .....	6-103
6.2.1	Introdução .....	6-103
6.2.2.	Procedimentos Metodológicos .....	6-103
6.2.3.	Qualidade da Água .....	6-104
6.2.4.	Fitoplâncton .....	6-114

6.2.5. Zooplâncton.....	6-118
6.2.6. Macroinvertebrados Bentônicos.....	6-122
6.2.7. Comparação dos Perfis Longitudinais.....	6-125
6.2.8. Macrófitas Aquáticas .....	6-128
6.2.9. Ictiofauna e Recursos Pesqueiros Aquáticas .....	6-132
6.2.10. Referências Bibliográficas.....	6-140
7. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII DO MEIO SOCIOECONOMICO E CULTURAL.....	7-1
7.1. DEFINIÇÃO E ABRANGÊNCIA.....	7-1
7.2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS PÓLO.....	7-3
7.2.1. Pólo Regional - Município de Floriano (PI).....	7-3
7.2.2. Pólo Sub- Regional - Teresina (MA).....	7-9
7.3. QUADRO SÍNTESE – PRINCIPAIS INDICADORES SÓCIOECONOMICOS DOS MUNICÍPIOS DA AII.....	7-21
7.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7-25



**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ***IMP**

 **queiroz galvão**

## **5. Área de Influência Indireta (AII) do Meio Físico.**



## 5. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII DO MEIO FÍSICO

### 5.1. CLIMATOLOGIA

#### 5.1.1. Caracterização Climatológica

A análise climatológica da área da bacia hidrográfica do aproveitamento hidrelétrico de Estreito foi baseada na publicação estudo agrometeorológico para o estado do Piauí, que dispõe de dados de “Normais Climatológicas” (DHME, 2004). Essas variáveis estão disponibilizadas através dos valores médios mensais e anuais dos seguintes parâmetros meteorológicos: precipitação climatológica, número de anos com precipitações observadas, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, temperatura média do ar, amplitude térmica, evaporação e evapotranspiração de referência, umidade relativa do ar, nebulosidade, direção e velocidade do vento, insolação total, fotoperíodo, cômputo do Balanço Hídrico, além do banco climatológico de precipitação mensal e os valores de precipitação máxima em 24 horas.

No **Quadro 5.1-1** são relacionados os municípios considerados nas análises, identificados através das coordenadas geográficas e que foram utilizados para a caracterização climática da área de influência do AHE Estreito. Na **Figura 5.1-1** é apresentada a localização espacial contendo a rede de estações meteorológicas consideradas.

**Quadro 5.1-1** Relação dos Municípios considerados para a caracterização climática.

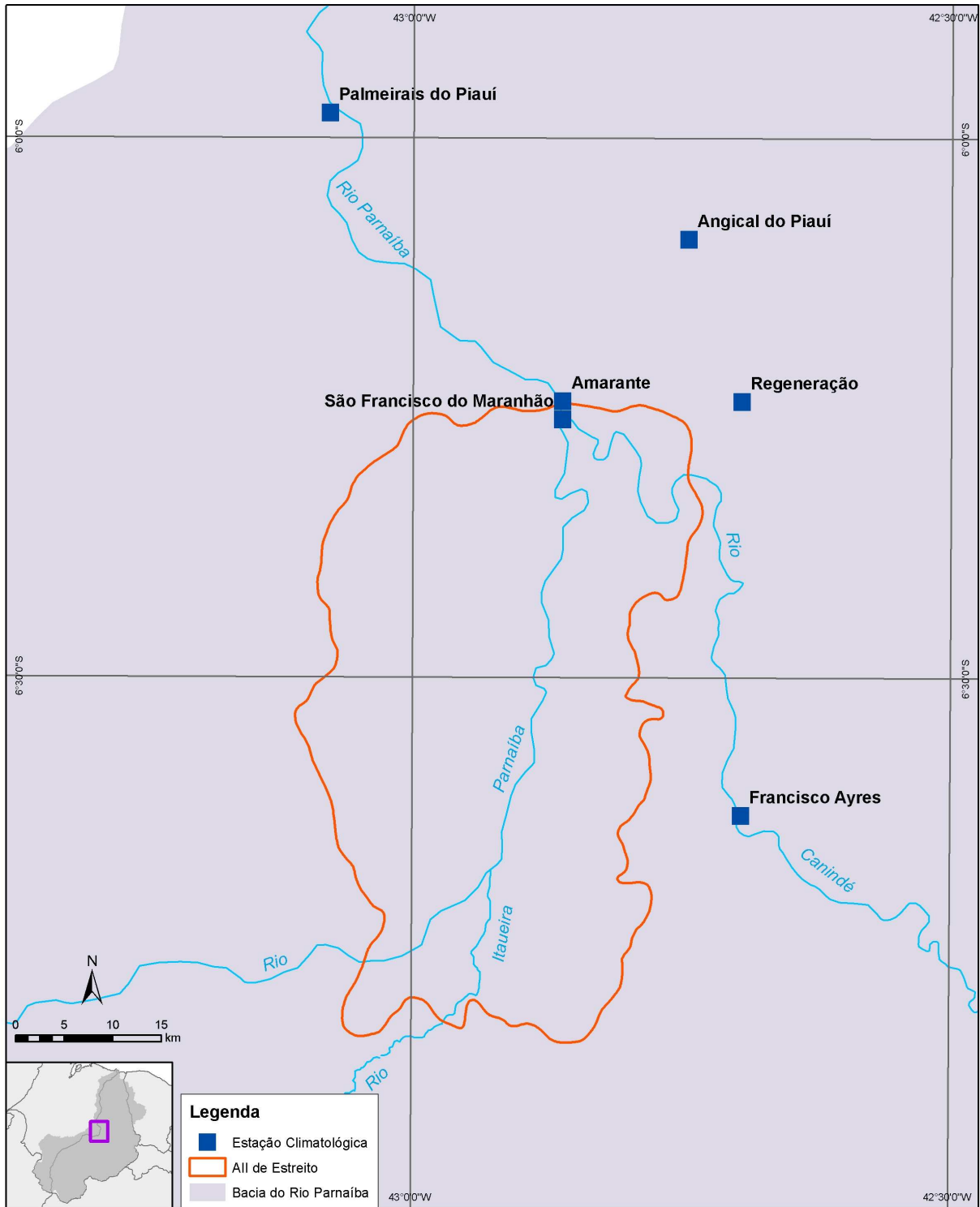
MUNICÍPIO/COORDENADAS	Latitude		Longitude		Altitude (m)
	(°)	(')	(°)	(')	
AMARANTE	-6	14	-42	51	72
ANGICAL DO PIAUÍ	-6	5	-42	44	220
FRANCISCO AYRES	-6	37	-42	41	130
PALMEIRA DO PIAUÍ	-8	48	-42	18	268
REGENERAÇÃO	-6	14	-42	41	164
S. FRANCISCO MARANHÃO	-6	15	-42	51	76

Fonte: DHME (2004).

Os municípios relacionados acham-se localizados, entre 06° 05' e 06° 48' de latitude Sul e 42° 18' e 42° 51' de longitude oeste de Greenwich, inserindo-se em uma zona de baixa latitude, o que lhes conferem caráter tropical. A continentalidade é outro fator que, ao lado da latitude, assegura as características fundamentais do clima regional. O relevo, também fator climático determinante, tem destaque nessa área uma vez que as terras dos municípios têm altitudes variando de 72,0 m a 268,0 m.

##### 5.1.1.1. Fundamentos Dinâmicos do Clima

O clima da região se caracteriza por uma ampla diferenciação, traduzida principalmente pela distribuição espacial das precipitações. Dos sistemas de circulação atmosférica responsáveis pelo regime e instabilidade de chuvas na região, dois atuam com maior frequência na região Nordeste (MEDEIROS, 1996; 1999; 2000a; 2000b; MEDEIROS & CAVALCANTI, 1993; MEDEIROS & PINHEIRO, 1993; MEDEIROS *et al.* 1989):



**Figura 5.1-1.** Localização das Estações climatológicas na All do futuro AHE Estreito.

- Sistemas de norte, representado pela Convergência Intertropical (CIT). Este sistema compreende uma faixa complexa situada entre dois fluxos de ar equatorial marítimo, o dos alísios de NE (do anticiclone dos Açores) e o dos alísios de SE (do anticiclone do Atlântico Sul). A CIT constitui uma superfície de descontinuidade provocada pelo fluxo dos alísios dos dois hemisférios, em posição oblíqua, constituindo-se em estreita faixa oscilante (depressão equatorial), produtora de perturbações e de uma pluviosidade característica. Sua posição média situa-se entre o paralelo 5° N e o Equador geográfico e seus deslocamentos meridionais mais significativos se dão no verão-outono. Na região este sistema atua com maior frequência no final de verão e principalmente em outubro, época que alcança sua posição mais meridional, produzindo, conseqüentemente, os máximos índices pluviométricos e,
- Sistemas de oeste, representado por linhas de instabilidades tropicais (IT) com predomínio de ventos de W e NW que alcançam o estado do Piauí, acarretando chuvas, principalmente no verão e outono.

#### 5.1.1.2. Classificação climática da bacia do rio Parnaíba

O mecanismo do clima atuante na região é muito complexo, decorrente da conjugação de vários fenômenos atmosféricos aos quais se superpõem fatores de ordem física ditados pela geografia, como a presença de serras e a proximidade do mar. Dentre as conseqüências dessa complexidade cita-se a destacada variabilidade pluviométrica registrada no tempo e no espaço geográfico (MEDEIROS, 1996; MEDEIROS & CAVALCANTI, 1993; MEDEIROS *et al.* 1989).

No setor sul os índices pluviométricos variam de 700 a 1.300 mm, enquanto na região central os valores se situam entre 500 e 1.450 mm durante o ano. Na região norte, os registros anuais variam de 800 a 1.600 mm precipitados.

Condicionado principalmente ao regime de precipitações atuantes na região, a bacia do rio Parnaíba enquadra-se quase totalmente na categoria dos climas secos, excetuando-se pequenas porções situadas a noroeste e a sul do estado. Considerando-se a variação espacial dos índices de umidade, a tipologia climática regional é característica dos climas secos do tipo sub-úmido e semi-árido, em que os excedentes hídricos são sazonalmente concentrados em curto período de tempo.

Em relação às extensas áreas do nordeste brasileiro, a bacia não está, a rigor, incluída nas áreas mais críticas do polígono das secas, uma vez que os totais anuais de chuvas mais baixos situam-se em torno de 600 mm, enquanto na região mais seca do sertão nordestino são observados valores em torno de 300 a 400 mm. A questão climática fundamental está condicionada à irregularidade das chuvas, com ocorrência de valores extremos de precipitações cuja grande variabilidade temporal constitui o principal fator limitante natural, principalmente quanto ao aproveitamento agrícola.

Verifica-se que as áreas normalmente mais chuvosas e as de baixa pluviosidade alternam-se periodicamente, provocando significativas anomalias no regime de precipitações e conseqüentemente a ocorrência de situações extremas de enchentes e de secas.

Segundo a classificação climática de Köppen, a bacia do rio Parnaíba é dominada por três tipos de clima:

- Tipo Aw': Clima quente e úmido com chuvas de verão e outono que ocorrem no norte do estado do Piauí, como resultado dos deslocamentos sazonais da Convergência Intertropical (CIT), sob a forma de massa de ar convectiva. A estação chuvosa dessa região ocorre de janeiro a maio, sendo fevereiro, março e abril o trimestre mais chuvoso



e agosto, setembro e outubro o mais seco. As precipitações pluviométricas variam de 1.000 a 1.800 mm anuais;

- Tipo Aw: Clima quente e úmido com chuvas de verão que ocorrem no centro-sul e sudoeste do estado do Piauí, determinado pela massa Equatorial Continental (EC), de ar quente e nevoento, responsável pela ocorrência de precipitações em forma de aguaceiros. A estação chuvosa ocorre de novembro a março, sendo dezembro, janeiro e fevereiro o trimestre mais chuvoso e junho, julho e agosto o mais seco. As precipitações pluviométricas variam de 1.000 a 1.400 mm anuais;
- Tipo BShw: Clima semi-árido caracterizado por uma curta estação chuvosa no verão e responsável pelos efeitos das secas, consequência da diminuição das precipitações da massa de ar Equatorial Continental (EC), de oeste para leste, bem como no aumento da duração do período seco, no leste e sudeste do estado. A estação chuvosa ocorre de dezembro a abril, sendo janeiro, fevereiro e março o trimestre mais chuvoso. Os meses de julho, agosto e setembro são os mais secos. As precipitações anuais variam de 400 a 1.000 mm.

### 5.1.2. Pluviometria Regional

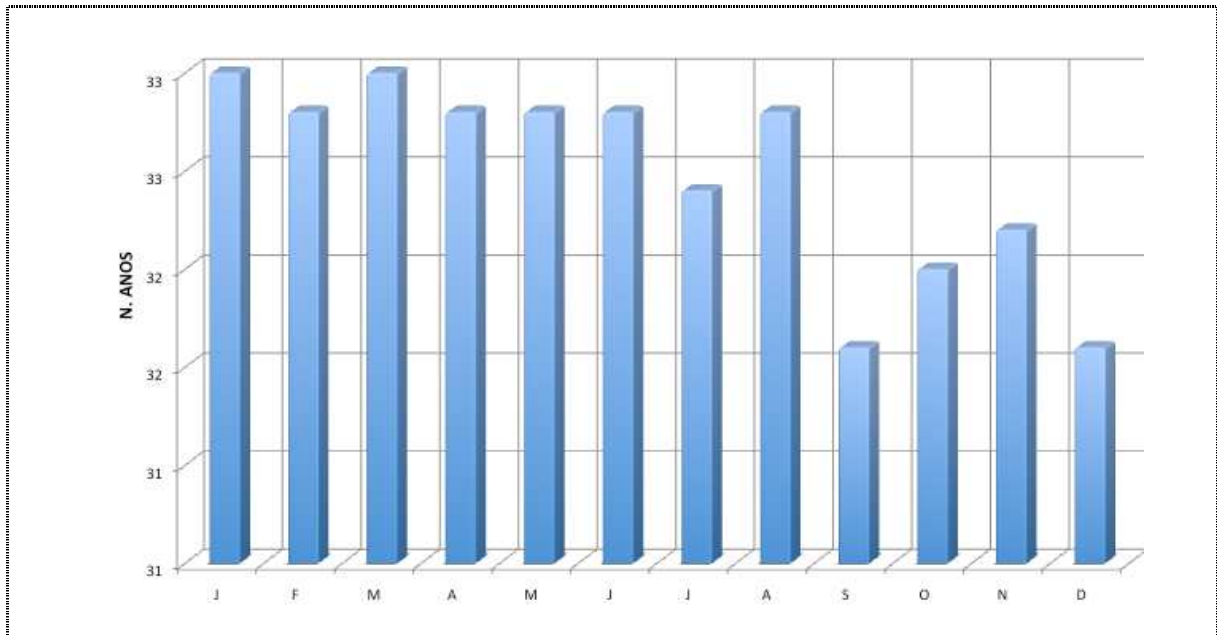
Para a caracterização do regime pluviométrico da região do AHE Estreito, período anual e mensal, foram considerados 06 postos localizados na área e vizinhanças da bacia de contribuição do AHE Estreito e que possuem melhor disponibilidade e qualidade de dados.

A variabilidade de número de anos de observações dos postos pluviométricos na área de influência do AHE Estreito é muito grande, visto que os pluviômetros foram instalados em tempo e espaço muito diferenciados (**Quadro 5.1-2**), ou seja, as implantações e desativações dos referidos postos pluviométricos estão restritas aos setores que os operam. No cômputo médio geral são 33,8 anos de observações, variando de 16 anos para Francisco Ayres a 92 anos em Amarante (**Gráfico 5.1-1**).

**Quadro 5.1-2** Número de anos com observações de chuvas por posto.

NÚMERO DE ANOS COM OBSERVAÇÃO DE CHUVA													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANUAL
AMARANTE	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	90,0	90,0	91,0	90,0	91,0	92,0	92,0	90,0
ANGICAL DO PIAUÍ	19,0	20,0	20,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	17,0	17,0	18,0	17,0	19,0
FRANCISCO AYRES	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	17,0	17,0	16,0	16,0	17,0	17,0	18,0
PALMEIRA DO PIAUÍ	19,0	17,0	18,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	17,0	15,0	14,0	20,0
REGENERAÇÃO	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	20,0	18,0	19,0	19,0	18,0	20,0
S. FRANC. MARANHÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MÉDIA</b>	<b>33,0</b>	<b>32,8</b>	<b>33,0</b>	<b>32,8</b>	<b>32,8</b>	<b>32,8</b>	<b>32,4</b>	<b>32,8</b>	<b>31,6</b>	<b>32,0</b>	<b>32,2</b>	<b>31,6</b>	<b>33,8</b>

Fonte: DHME (2004).



**Gráfico 5.1-1.** Número médio de anos com observações de chuvas.

Fonte: DHME (2004).

#### 5.1.2.1. Regime de Chuvas

A área de influência climatológica do AHE Estreito está incluída no regime de precipitação das regiões sul e central do estado do Piauí. Na região sul, o período chuvoso inicia-se com chuva de pré-estação no mês de outubro e prolonga-se até o mês de março. Para a região central, as chuvas de pré-estação iniciam-se no mês de novembro e prolongam-se até o mês de abril (**Quadro 5.1-3**). Os meses de maiores incidências de chuvas vão de dezembro a março na região Central e de novembro a março na região Sul. Exceto para Palmeira do Piauí que apresenta valores em torno de 750 mm, para os demais municípios considerados, o índice pluviométrico médio anual é superior a 1.000 mm. Esse relativamente elevado índice pluviométrico local contribui para amenizar o “déficit hídrico” na região.

A distribuição espacial dos totais anuais de chuvas dos municípios varia de 750 a 1.280 mm. Apesar de se ter índices pluviométricos bastante elevados, as distribuições espacial, temporal, inter e intramensal e anual são irregulares devido aos fatores provocadores de chuvas nas regiões sofrerem bloqueios atmosféricos.

A compreensão do ritmo climático completa-se com a análise do regime pluvial, ou seja, da distribuição mensal das chuvas. Embora as regiões sul e central dos regimes de precipitação do estado tenham uma distribuição regular de chuvas durante o ano, dois períodos se destacam, definindo um limite zonal bem marcante. As precipitações se concentram mais fortemente nos meses de dezembro a abril (região central) e de novembro a março (região sul). março é o mês mais chuvoso, com uma precipitação média de 22% da precipitação anual; janeiro, fevereiro, abril e dezembro representam 61% da precipitação anual.

A compreensão do ritmo climático completa-se com a análise do regime pluvial, ou seja, da distribuição mensal das chuvas. Embora as regiões sul e central dos regimes de precipitação do estado tenham uma distribuição regular de chuvas durante o ano, dois períodos se destacam, definindo um limite zonal bem marcante. As precipitações se concentram mais fortemente nos meses de dezembro a abril (região central) e de novembro

a março (região sul). março é o mês mais chuvoso, com uma precipitação média de 22% da precipitação anual; janeiro, fevereiro, abril e dezembro representam 61% da precipitação anual.

**Quadro 5.1-3** Precipitações médias mensais em municípios situados na região do AHE Estreito.

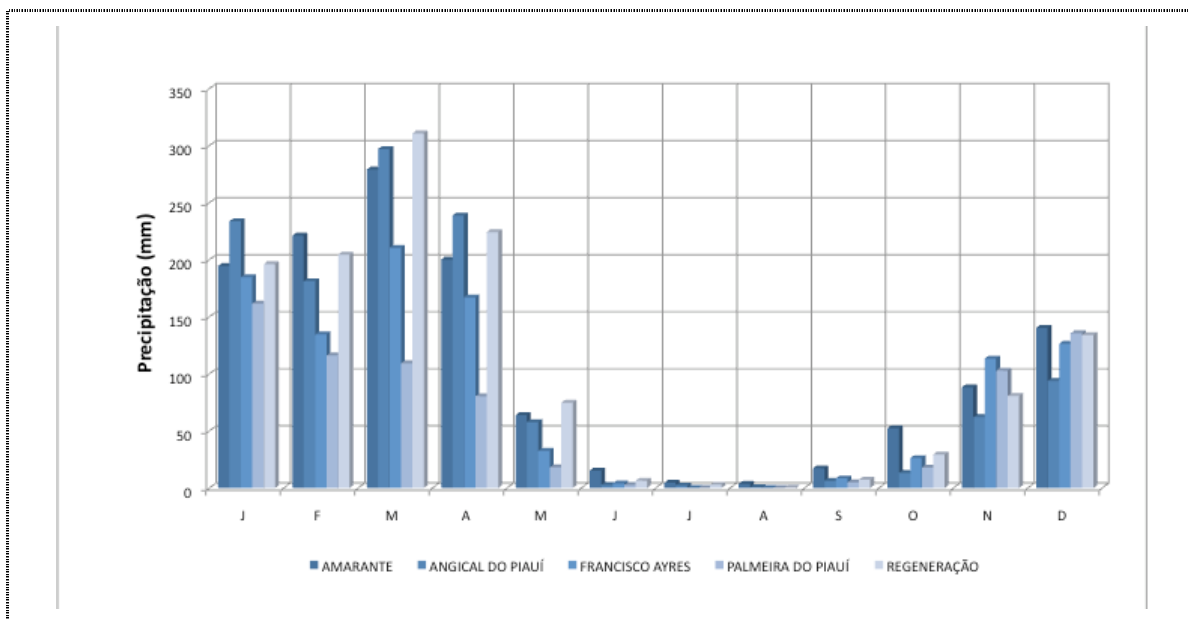
PRECIPITAÇÃO CLIMATOLÓGICA (mm)													ANUAL
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
AMARANTE	194,5	221,1	279,1	200,2	63,8	15,3	4,6	3,7	17,3	52,2	88,2	140,3	<b>1280,3</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	233,8	181,2	297,0	238,8	57,7	2,7	2,2	0,7	6,3	13,1	62,2	93,8	<b>1189,5</b>
FRANCISCO AYRES	184,7	134,6	210,5	167,1	32,7	3,9	0,0	0,0	8,4	26,2	113,4	126,3	<b>1007,7</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	161,6	116,1	109,2	80,5	18,1	2,7	0,0	0,0	4,9	17,9	102,9	135,6	<b>749,5</b>
REGENERAÇÃO	196,2	204,5	310,8	224,3	74,7	6,4	2,8	0,5	7,3	29,3	80,7	134,0	<b>1271,4</b>
S. FRANC. MARANHÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MÉDIA</b>	<b>194,2</b>	<b>171,5</b>	<b>241,3</b>	<b>182,2</b>	<b>49,4</b>	<b>6,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,0</b>	<b>8,8</b>	<b>27,8</b>	<b>89,5</b>	<b>126,0</b>	<b>1099,7</b>

Fonte: DHME (2004).

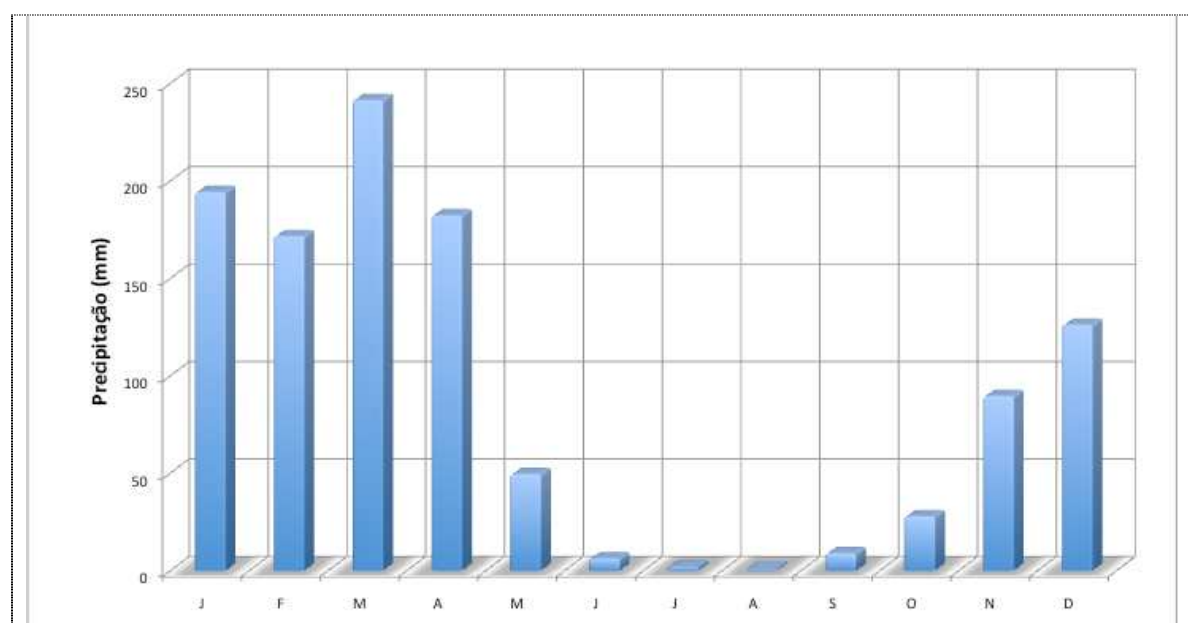
A compreensão do ritmo climático completa-se com a análise do regime pluvial, ou seja, da distribuição mensal das chuvas. Embora as regiões sul e central dos regimes de precipitação do estado tenham uma distribuição regular de chuvas durante o ano, dois períodos se destacam, definindo um limite zonal bem marcante. As precipitações se concentram mais fortemente nos meses de dezembro a abril (região central) e de novembro a março (região sul). março é o mês mais chuvoso, com uma precipitação média de 22% da precipitação anual; janeiro, fevereiro, abril e dezembro representam 61% da precipitação anual.

Entre os meses de maio a outubro ocorre o período de menor precipitação com valores médios mensais para os municípios da área de influência da AHE Estreito variando de 1,0 a 49,4 mm. O trimestre mais seco nesses municípios é de junho a agosto, com valores médios mensais inferiores a 6,2 mm. Ademais, o período de junho a setembro registra 17,9 mm de chuva para as médias mensais no grupo de municípios em questão.

Os veranicos nessa área de estudo acontecem nos meses de dezembro a março, com intensidade moderada, sendo registrados entre 17 e 19 dias de ocorrência do citado elemento climático. Para uma melhor visualização e entendimento dos dados de precipitações são apresentados os valores históricos por município da área climatológica do AHE Estreito, com a representação média dos referidos elementos apresentados nos **Gráficos 5.1-2 e 5.1-3**.



**Gráfico 5.1-2** Precipitações médias mensais em municípios situados na área de influência do AHE Estreito.  
Fonte: DHME (2004).



**Gráfico 5.1-3** Precipitações médias mensais na área de influência do AHE Estreito.  
Fonte: DHME (2004).

### 5.1.3. Evaporação potencial

A estimativa da evaporação para a área em estudo foi realizada a partir de método específico para o estado do Piauí, onde se utilizaram os elementos temperatura média e umidade relativa do ar para se estimar a evaporação pelo método de Penman (Tucci, 1993).

O comportamento sazonal e espacial da evaporação é apresentado na **Quadro 5.1-4**, no qual se observam valores de evaporação mensal, compreendidos entre 87 mm, no mês de março no município de São Francisco do Maranhão (MA) a 307 mm, no mês de outubro no



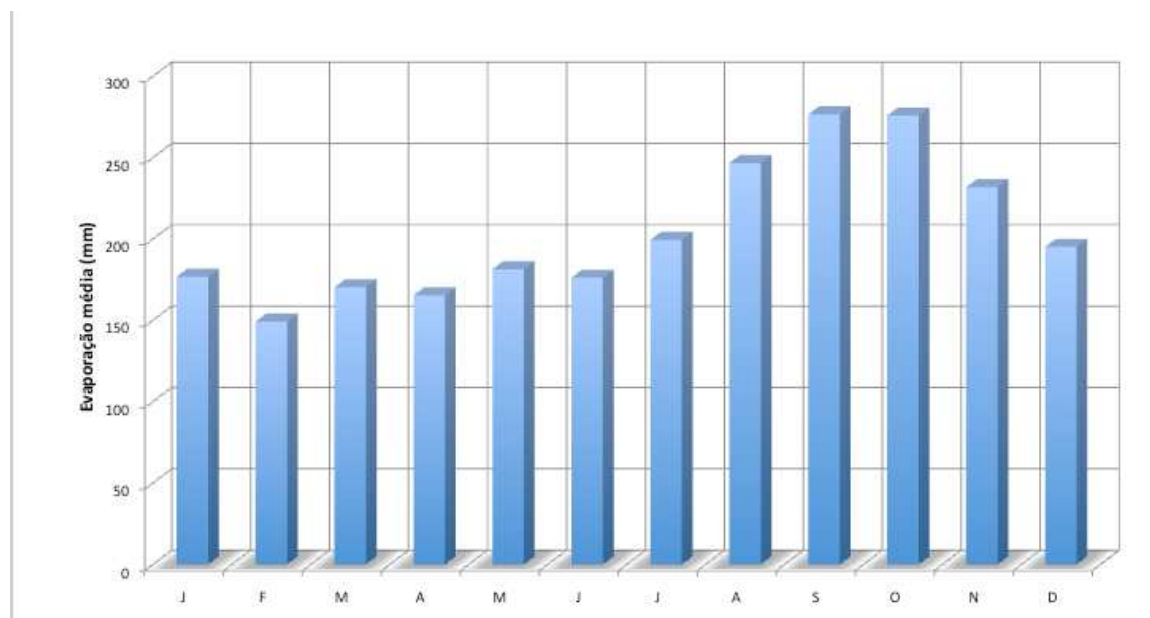
município de Amarante (PI). Os valores médios anuais assinalados nos municípios oscilam de 2.040 a 2.748 mm.

O **Gráfico 5.1-4** mostra os valores médios mensais da evaporação de referência para a área de influência do AHE Estreito. A taxa de evaporação média anual nos municípios considerados é de 2.445 mm, valor bastante alto quando comparado à precipitação média anual de 1.100 mm.

**Quadro 5.1-4** Evaporação de referência (mm) da área de influência do AHE Estreito.

EVAPORAÇÃO DE REFERÊNCIA TANQUE "A" (mm)													ANUAL
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
AMARANTE	202,4	166,8	193,8	188,7	203,8	198,8	217,4	264,0	301,6	307,3	274,5	229,3	<b>2748,4</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	188,7	156,4	179,8	173,0	179,5	168,2	183,1	210,8	244,2	260,6	232,7	213,3	<b>2390,4</b>
FRANCISCO AYRES	205,1	171,5	197,8	189,3	202,1	197,1	208,2	255,1	289,2	298,2	272,1	227,9	<b>2713,7</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	168,0	146,8	177,8	171,1	176,4	161,6	171,6	207,8	251,5	259,0	205,9	179,5	<b>2277,1</b>
REGENERAÇÃO	194,7	161,5	185,6	178,6	187,4	177,9	192,9	225,0	258,1	272,3	245,7	219,5	<b>2499,1</b>
S. FRANC. MARANHÃO	102,0	92,5	87,0	91,5	139,0	153,5	223,5	317,5	315,0	257,5	160,0	101,5	<b>2040,5</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>176,8</b>	<b>149,3</b>	<b>170,3</b>	<b>165,4</b>	<b>181,4</b>	<b>176,2</b>	<b>199,5</b>	<b>246,7</b>	<b>276,6</b>	<b>275,8</b>	<b>231,8</b>	<b>195,2</b>	<b>2444,9</b>

Fonte: DHME (2004).



**Gráfico 5.1-4** Evaporação de referência da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

#### 5.1.4. Evapotranspiração de referência

Corresponde ao fenômeno associado à perda conjunta de água do solo pela evaporação e pela vegetação através da transpiração. Por ser a água total perdida pelo sistema, deve ser determinada com o maior cuidado possível. Como é sabida, a planta retém em torno de 1,0

a 2,0% da água disponível, portanto, quanto maior a disponibilidade de água melhor o desempenho da planta. A evapotranspiração é influenciada pela radiação solar, vento, umidade e temperatura do ar. Dessa forma, a precisão da estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) depende dos fatores climáticos.

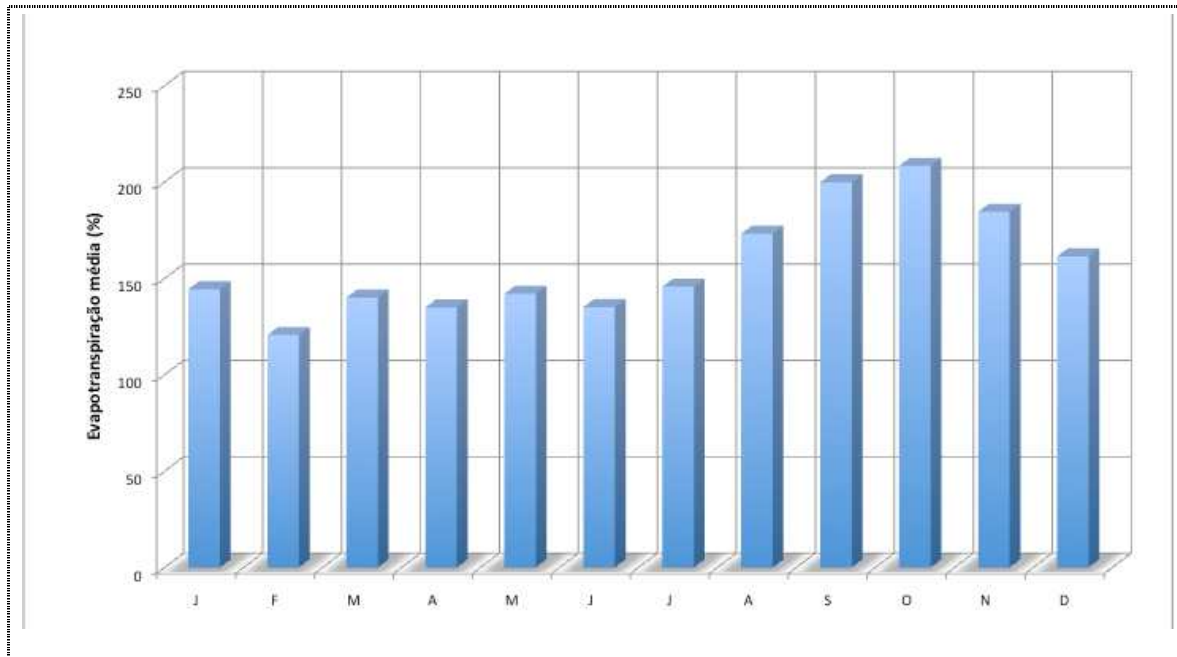
O comportamento sazonal da evapotranspiração de referência é apresentado no **Quadro 5.1-5** onde se observam valores evapotranspirados mensais compreendidos entre 102 mm no mês de fevereiro em Palmeira do Piauí e de 272 mm no mês de outubro em São Francisco do Maranhão. Os valores anuais de evapotranspiração de referência de cada município oscilam de 1.594 a 2.499 mm.

A evapotranspiração de referência média da área de influência do aproveitamento (**Gráfico 5.1-5**) indica que os meses de maiores evapotranspirações estão centrados entre agosto e novembro, com oscilação de 173 a 208 mm; para os meses de dezembro à primeira quinzena do mês de agosto a variabilidade dos valores mensais oscila entre 120 e 161 mm. A evapotranspiração anual média da área da barragem é de 1.890 mm, valor também bastante elevado quando comparado à precipitação média.

**Quadro 5.1-5** Evapotranspiração de referência (mm) da área de influência do AHE Estreito.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DE REFERÊNCIA (mm)													ANUAL
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
AMARANTE	141,7	116,8	135,7	132,1	142,7	139,1	152,2	184,8	211,1	215,1	192,2	160,5	<b>1923,9</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	132,1	109,5	125,9	121,1	125,6	117,8	128,2	147,6	170,9	182,4	162,9	149,3	<b>1673,3</b>
FRANCISCO AYRES	143,6	120,0	138,5	132,5	141,5	138,0	145,7	178,6	202,4	208,7	190,5	159,5	<b>1899,6</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	117,6	102,8	124,5	119,8	123,4	113,1	120,1	145,5	176,1	181,3	144,1	125,7	<b>1593,9</b>
REGENERAÇÃO	136,3	113,0	129,9	125,0	131,2	124,5	135,0	157,5	180,7	190,6	172,0	153,7	<b>1749,4</b>
S. FRANC. MARANHÃO	194,7	161,5	185,6	178,6	187,4	177,9	192,9	225,0	258,1	272,3	245,7	219,5	<b>2499,1</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>144,3</b>	<b>120,6</b>	<b>140,0</b>	<b>134,9</b>	<b>142,0</b>	<b>135,1</b>	<b>145,7</b>	<b>173,1</b>	<b>199,9</b>	<b>208,4</b>	<b>184,5</b>	<b>161,4</b>	<b>1889,9</b>

Fonte DHME (2004).



**Gráfico 5.1-5** Evapotranspiração de referência média da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

### 5.1.5. Balanço Hídrico

No estudo do balanço hídrico foi obtido através do método de Thornthwaite & Mather (1955). A importância desses estudos deve-se à sua aplicação na avaliação do potencial agroclimático e os índices deduzidos do seu cálculo revelam um melhor conhecimento da realidade climática da área estudada, tais como os índices hídricos, de aridez e de umidade, que refletem a relação de pluviosidade com a evapotranspiração potencial (**Quadro 5.1-6**).

São índices climáticos criados por Thornthwaite para indicar a necessidade de água para o nivelamento das águas da represa, vegetação em função de dada temperatura. Nos cálculos do balanço hídrico, a evapotranspiração potencial representa o consumo de água, enquanto a pluviosidade representa o abastecimento. O solo seria o reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa as relações da atmosfera com o sistema solo-planta.

**Quadro 5.1-6** Balanço hídrico médio segundo Thorntwaite e Mather para a área de influência do AHE Estreito.

BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTWHAITE E MATHER										
LOCAL: REGIÃO CENTRAL DA ÁREA CLIMATOLÓGICA DO AHE ESTREITO										
LATITUDE: 06° 42' S			LONGITUDE: 43° 01' W			ALTITUDE (m):		155		
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO: 100,0 mm										
MESES	T	P	EVP	P-EVP	ARM	ALT	EVR	EXC	DEF	
	°C	mm	mm	mm	MM	MM	MM	MM	MM	
JAN	26,0	194,2	144,3	49,8	49,8	49,8	144,3	0,0	0,0	
FEV	25,5	171,5	120,6	50,9	100,0	50,2	120,6	0,7	0,0	
MAR	26,0	241,3	140,0	101,3	100,0	0,0	140,0	101,3	0,0	
ABR	26,1	182,2	134,9	47,3	100,0	0,0	134,9	47,3	0,0	
MAI	26,2	49,4	142,0	-92,6	7,4	-92,6	142,0	0,0	0,0	
JUN	26,2	6,2	135,1	-128,9	0,0	-7,4	13,6	0,0	121,4	
JUL	26,4	1,9	145,7	-143,8	0,0	0,0	1,9	0,0	143,8	
AGO	27,5	1,0	173,1	-172,2	0,0	0,0	1,0	0,0	172,2	
SET	28,8	8,8	199,9	-191,0	0,0	0,0	8,8	0,0	191,0	
OUT	28,8	27,8	208,4	-180,6	0,0	0,0	27,8	0,0	180,6	
NOV	27,9	89,5	184,5	-95,1	0,0	0,0	89,5	0,0	95,1	
DEZ	26,7	126,0	161,4	-35,3	0,0	0,0	126,0	0,0	35,3	
<b>ANO</b>	<b>26,8</b>	<b>1099,7</b>	<b>1889,9</b>	<b>-790,2</b>	<b>357,2</b>	<b>0,0</b>	<b>950,4</b>	<b>149,3</b>	<b>939,5</b>	

T = Temperatura média em graus Celsius  
P = Precipitação climatológica  
EVP = Evapotranspiração Potencial  
P-EVP = Precipitação - Evapotranspiração Potencial  
ARM = Armazenamento  
EVR = Evaporação Real  
EXC = Excedente

ÍNDICES (%):  
ÍNDICE DE ARIDEZ (IA): **49,71**  
ÍNDICE DE UMIDADE (IU): **7,90**  
ÍNDICE HÍDRICO (IM): **-21,93**

O índice de aridez (IA) revela a relação entre a deficiência (DEF) e a evapotranspiração potencial (EP) expressa em percentagem. Ele é zero quando não existe deficiência e 100 quando a deficiência hídrica (DEF) é igual à evapotranspiração (EP).

O índice de umidade (IU) é o excedente hídrico (EXC) expresso em percentagem da evapotranspiração potencial anual (EP).

O índice hídrico (IM) é representado pela relação entre o excedente de água (EXC), a deficiência (DEF) e a evapotranspiração (EP), segundo a expressão  $IM = 100EXC - 60DEF/EP$ .

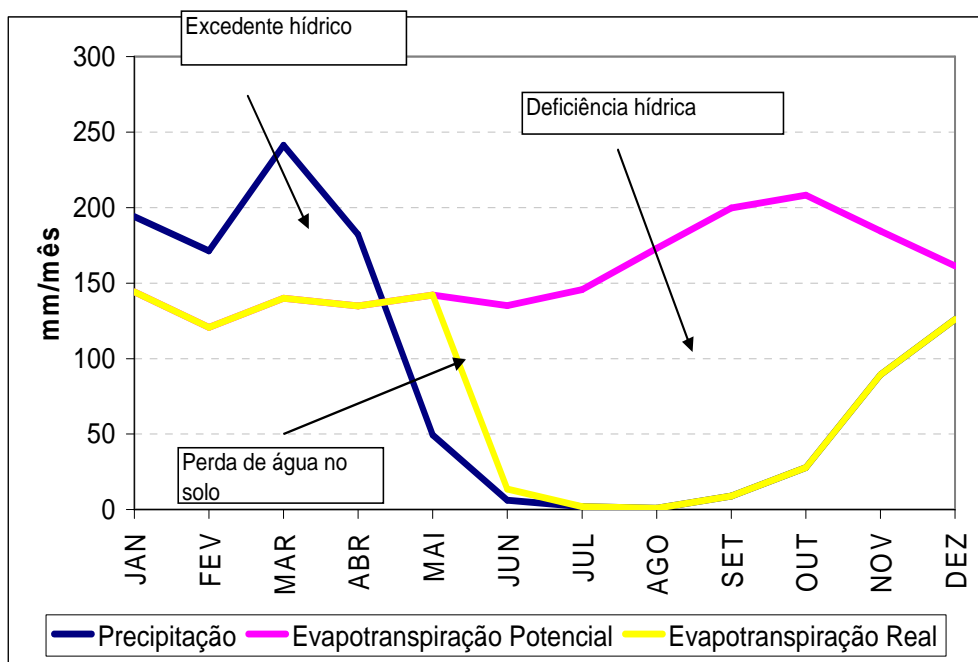
Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí (2004).

Parte-se do princípio de que toda a precipitação se infiltra e que só haverá escoamento depois que a capacidade máxima de armazenamento de água do solo for suprida. A partir daí ocorrerão os excedentes hídricos ou, se for o caso de não haver suprimento de água

necessário para completar o armazenamento máximo, ocorrendo deficiências hídricas. O suprimento de água do solo pode variar e depende do tipo de solo.

O balanço hídrico foi calculado com base nos dados de temperatura e de precipitações médias da área estudada. A coluna de armazenamento dá a idéia de como o solo tem a capacidade de retenção de água e o poder de armazenamento nos meses de dezembro a julho; salienta-se que nos meses de setembro a novembro os valores de água armazenada são nulos.

Quando não é detectado excedente, isto significa que a precipitação é igual ou aproximada à evaporação real anual. Na área estudada foram detectados excedentes nos meses de fevereiro, março e abril. Em contraste com os moderados excessos de água do período chuvoso, o período seco, além de relativamente longo, possui normalmente grandes déficits de água, prolongando-se de maio a janeiro. Segundo a classificação de Thornthwaite & Mather (1955) o clima é tropical semi-árido seco, com duração do período seco de 8 meses. A evaporação real durante o percurso dos meses de novembro a maio é de elevada significância (**Gráfico 5.1-6**).



**Gráfico 5.1-6** Balanço hídrico de Thornthwaite & Mather para a área de influência do AHE Estreito.

### 5.1.6. Temperaturas do Ar e Amplitude Térmica

Considerando-se as estações situadas na região do AHE Estreito, são apresentados a seguir, o comportamento sazonal da temperatura do ar, configurado através dos seus valores médios, máximos e mínimos mensais.

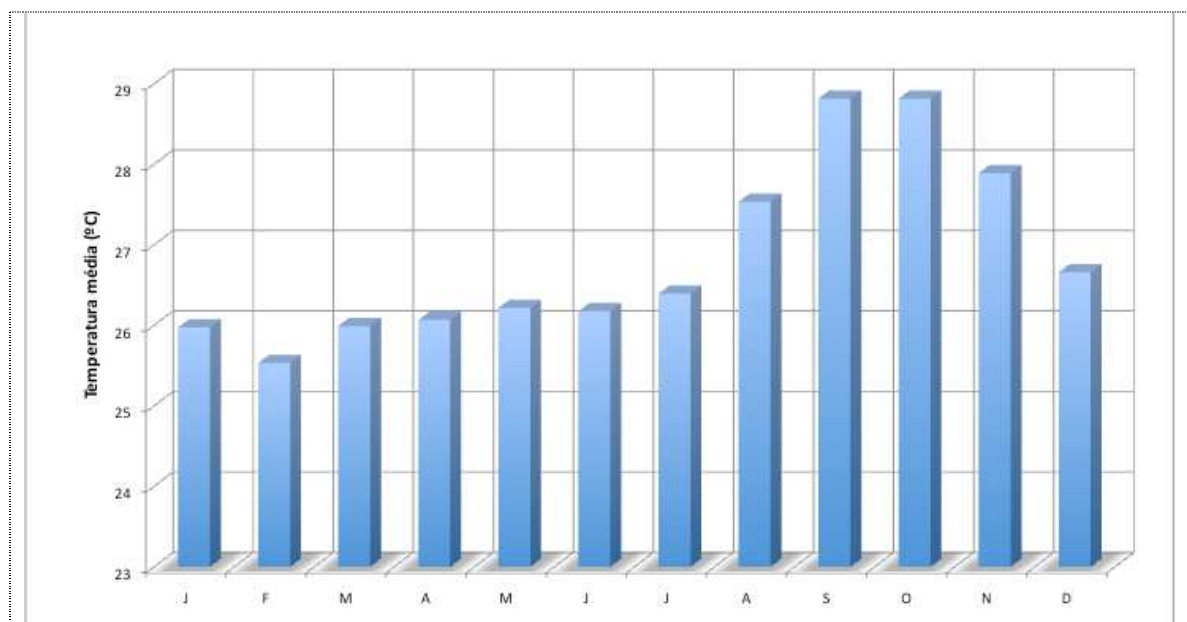
Na **Quadro 5.1-7** e no **Gráfico 5.1-7**, são apresentadas a variação da temperatura média mensal da região do AHE Estreito. As temperaturas médias desta região oscilam de 25,5 a 28,8°C, com valor anual médio de 26,8°C. As menores flutuações ocorrem no mês de fevereiro, com valores oscilando de 25,3°C a 25,9°C. Nos meses de setembro e outubro a flutuação da temperatura média é mais elevada e oscila entre 28,3°C e 29,4°C. Nos demais

meses a flutuação é aleatória e não segue um comportamento padronizado; a temperatura média dos municípios que compõem a região é de 26,8°C e as médias municipais oscilam entre 26,2°C e 27,4°C.

**Quadro 5.1-7** Temperaturas Médias Mensais da área de influência do AHE Estreito.

TEMPERATURA MÉDIA (°C)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
AMARANTE	26,5	25,9	26,3	26,4	26,7	26,8	27,1	28,3	29,4	29,3	28,6	27,2	<b>27,4</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	26,0	25,5	25,8	25,9	25,9	25,9	26,1	27,1	28,3	28,5	27,8	26,8	<b>26,6</b>
FRANCISCO AYRES	26,4	25,9	26,3	26,4	26,7	26,8	27,0	28,2	29,4	29,3	28,6	27,2	<b>27,4</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	25,1	24,9	25,7	25,7	25,8	25,5	25,6	26,9	28,5	28,4	26,8	25,5	<b>26,2</b>
REGENERAÇÃO	26,2	25,7	26,0	26,1	26,2	26,2	26,5	27,5	28,7	28,8	28,1	27,0	<b>26,9</b>
S. FRANC. MARANHÃO	25,7	25,3	25,9	25,9	26,0	25,9	26,1	27,2	28,6	28,6	27,5	26,3	<b>26,6</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>26,0</b>	<b>25,5</b>	<b>26,0</b>	<b>26,1</b>	<b>26,2</b>	<b>26,2</b>	<b>26,4</b>	<b>27,5</b>	<b>28,8</b>	<b>28,8</b>	<b>27,9</b>	<b>26,7</b>	<b>26,8</b>

Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí (2004).



**Gráfico 5.1-7** Temperaturas médias mensais da área da bacia da AHE Estreito (°C)

Fonte: DHME (2004).

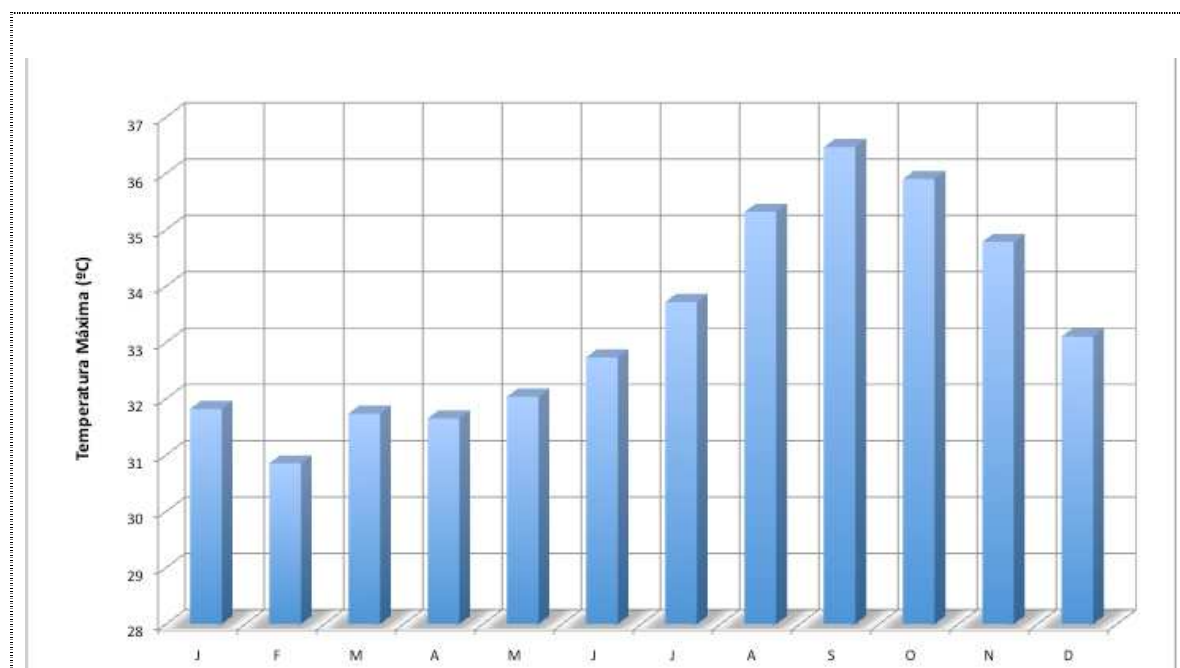
O período de maior incidência de temperaturas máximas vai de junho a dezembro, com os valores médios regionais variando entre 32,7°C e 36,5°C. A partir da segunda quinzena de dezembro, e prolongando-se até o mês de maio, observamos uma redução nos valores da temperatura em função dos fatores meteorológicos provocadores de chuvas que estão em plena atividade durante o período chuvoso, assim como, os fatores locais que contribuem para esta redução. A variação de temperatura máxima média mensal na região está compreendida entre 30,9°C e 36,5°C. ( **Quadro 5.1-8** e **Figura 5.1-8**).



**Quadro 5.1-8** Temperaturas Máximas Médias Mensais (°C) da área de influência do AHE Estreito.

TEMPERATURA MÁXIMA (°C)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
AMARANTE	32,0	31,0	31,8	31,8	32,5	33,3	34,1	35,6	36,5	36,0	35,2	33,3	<b>33,6</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	31,6	30,6	31,3	31,1	31,6	32,3	33,1	34,6	35,5	35,3	34,5	32,8	<b>32,9</b>
FRANCISCO AYRES	32,1	31,1	31,9	31,9	32,6	33,3	34,0	35,5	36,5	36,0	35,2	33,3	<b>33,6</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	30,4	30,1	31,5	31,5	32,3	32,7	33,3	34,9	35,9	35,0	33,1	31,4	<b>32,7</b>
REGENERAÇÃO	31,8	30,8	31,5	31,4	32,0	32,7	33,4	34,9	35,9	35,6	34,8	33,1	<b>33,2</b>
S. FRANC. MARANHÃO	33,0	31,5	32,4	32,2	31,2	32,1	34,4	36,4	38,5	37,5	35,9	34,7	<b>34,2</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>31,8</b>	<b>30,9</b>	<b>31,7</b>	<b>31,7</b>	<b>32,0</b>	<b>32,7</b>	<b>33,7</b>	<b>35,3</b>	<b>36,5</b>	<b>35,9</b>	<b>34,8</b>	<b>33,1</b>	<b>33,4</b>

Fonte: DHME (2004).



**Gráfico 5.1-8** Temperaturas médias máximas na área de influência do AHE Estreito.

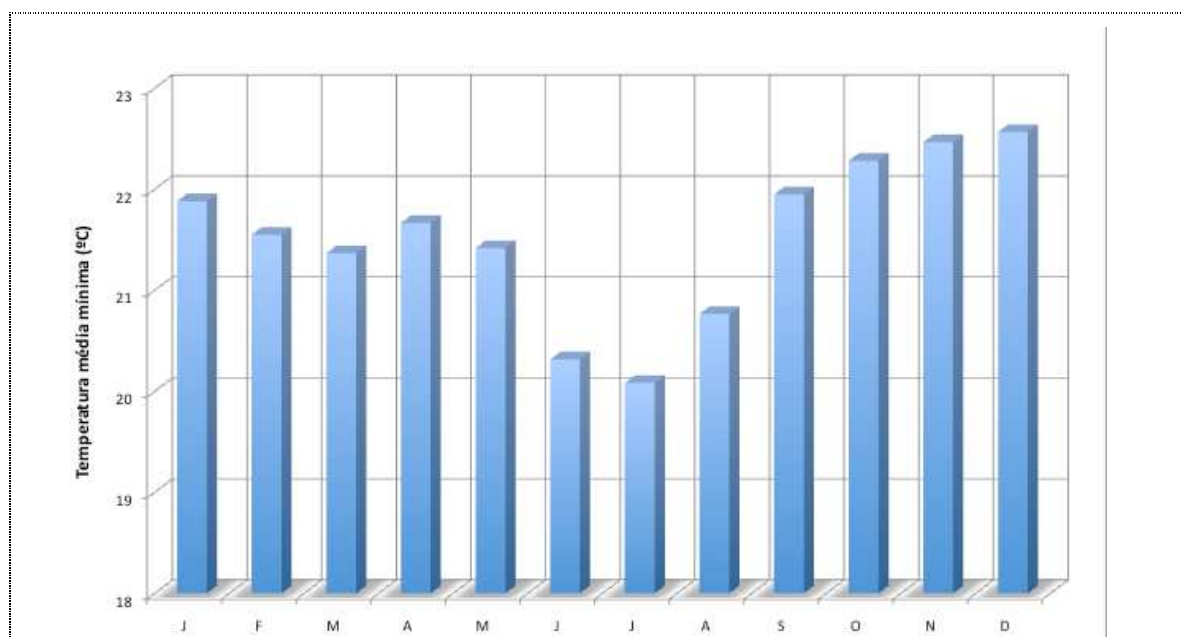
No **Quadro 5.1-9** e na **Gráfico 5.1-9** observa-se a variação das temperaturas mínimas médias mensais para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Estreito. As menores flutuações ocorrem nos meses de junho a agosto, com valores oscilando de 18,9°C a 21,4°C. Nos demais meses a flutuação é aleatória e não segue critério padronizado.

A representação média da temperatura mínima mensal da área da bacia indica oscilação entre 20,1°C e 22,6°C; a temperatura média mínima anual da área da bacia é de 21,5°C.

**Quadro 5.1-9** Temperaturas Mínimas Médias Mensais da área de influência do AHE Estreito.

TEMPERATURA MÍNIMA (°C)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
AMARANTE	22,2	22,2	22,0	22,2	21,7	21,0	20,7	21,4	22,7	23,0	23,0	22,4	<b>22,0</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	21,9	21,9	21,7	21,8	21,3	20,2	20,0	20,4	21,7	22,1	22,2	22,1	<b>21,4</b>
FRANCISCO AYRES	22,1	22,1	21,9	22,0	21,6	20,8	20,6	21,4	22,8	23,1	23,1	22,4	<b>22,0</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	20,7	21,1	20,9	21,1	20,5	19,3	18,9	19,6	21,3	21,8	21,4	20,8	<b>20,6</b>
REGENERAÇÃO	22,0	22,0	21,8	21,9	21,4	20,5	20,3	20,8	22,1	22,5	22,6	22,2	<b>21,7</b>
S. FRANC. MARANHÃO	22,4	20,0	19,9	21,0	22,0	20,1	20,0	21,0	21,1	21,2	22,5	25,5	<b>21,4</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>21,9</b>	<b>21,6</b>	<b>21,4</b>	<b>21,7</b>	<b>21,4</b>	<b>20,3</b>	<b>20,1</b>	<b>20,8</b>	<b>22,0</b>	<b>22,3</b>	<b>22,5</b>	<b>22,6</b>	<b>21,5</b>

Fonte: DHME (2004).

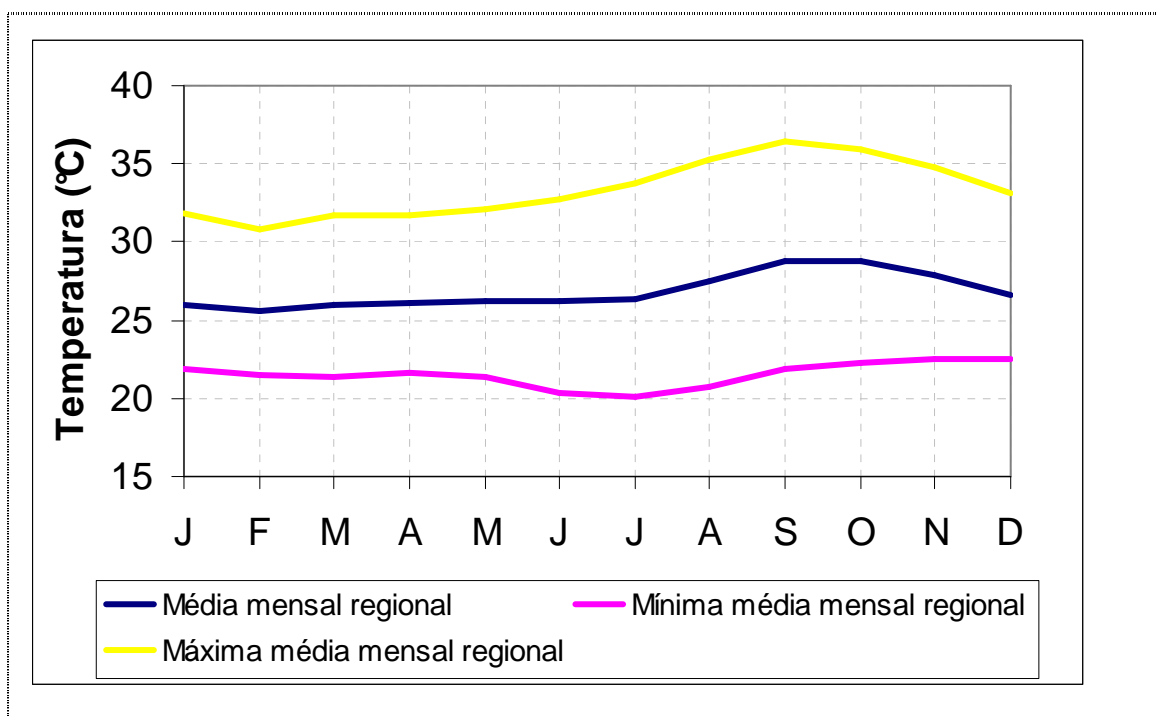


**Figura 5.1-9** Temperaturas mínimas médias mensais (°C) da área de influência do AHE Estreito.

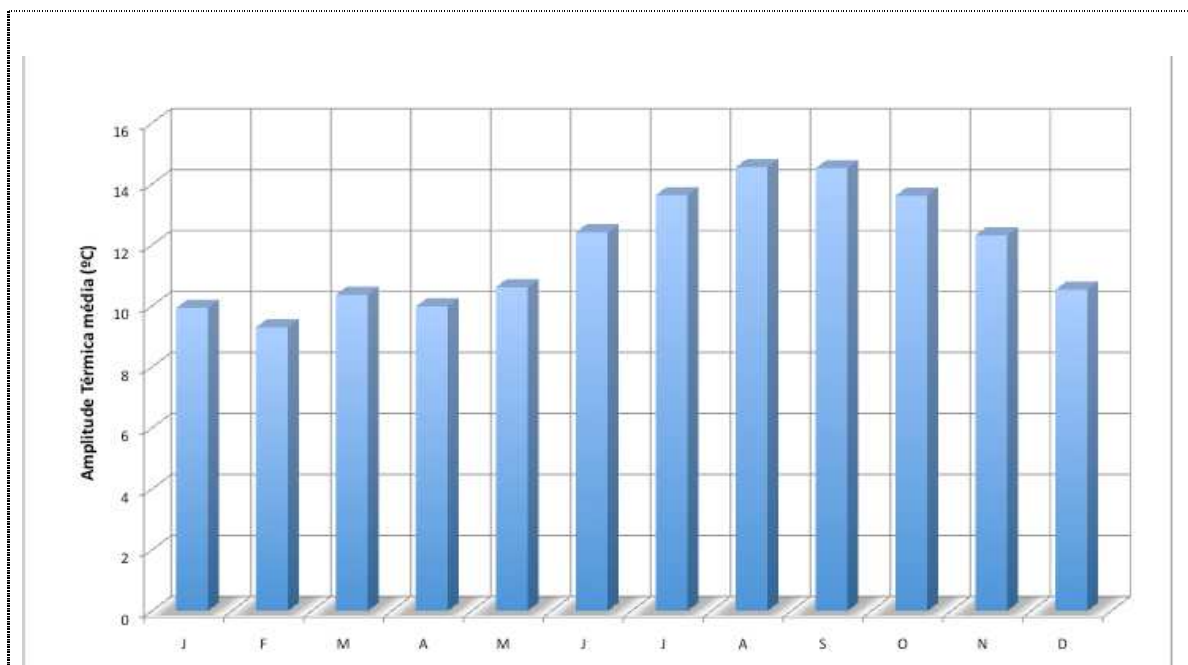
Fonte: DHME (2004).

Uma apreciação ilustrativa da variação dos extremos em relação às médias das temperaturas mensais na região do AHE Estreito pode ser vista na **Gráfico 5.1-10** a seguir.

A amplitude térmica média para as estações consideradas na avaliação climatológica de Estreito (**Gráfico 5.1-11**) oscila entre 9,3°C em fevereiro a 14,6°C em agosto. A amplitude térmica média anual da área da bacia é de 11,9°C.



**Gráfico 5.1-10** Temperaturas Mensais Regionais no AHE Estreito  
Fonte: DHME (2004).



**Gráfico 5.1-11** Representação da amplitude térmica média da área de influência do AHE Estreito.  
Fonte: DHME (2004).

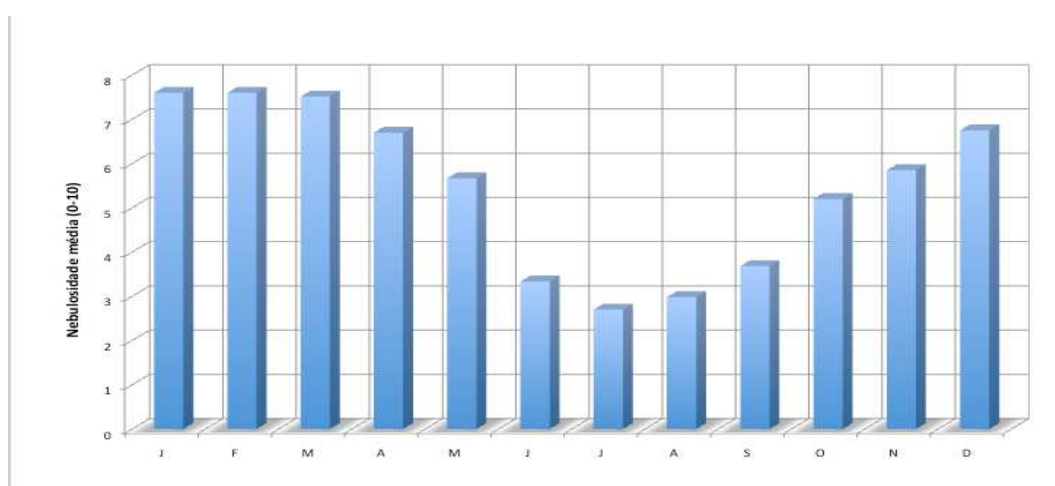
### 5.1.7. Nebulosidade (0-10)

A nebulosidade é representada por um número referente à décima parte da abóbada celeste encoberta por todas as nuvens existentes no céu no momento da observação. A nebulosidade total é a fração da abóbada celeste oculta pelo conjunto das nuvens visíveis, obtida a partir dos registros das observações meteorológicas dos tipos de nuvens (CL) nuvens baixas, (CM) nuvens médias e (CH) nuvens altas, classificadas por meios dos algarismos de 0 a 10. O **Quadro 5.1-10** adiante apresenta os valores médios mensais da nebulosidade nos postos estudados.

**Quadro 5.1-10** Nebulosidade Médias Mensais da área de influência do AHE Estreito.

NEBULOSIDADE MÉDIA ( 0 - 10 )													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
AMARANTE	8,0	7,9	7,8	7,6	7,7	3,6	2,7	2,8	3,9	6,0	7,0	7,0	<b>6,0</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	7,9	7,8	7,6	6,7	5,0	3,2	2,3	2,9	3,4	4,4	5,0	6,6	<b>5,2</b>
FRANCISCO AYRES	7,7	7,6	7,7	6,6	5,1	3,3	2,5	3,0	3,3	4,3	4,9	6,7	<b>5,2</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	6,8	7,1	6,7	5,4	4,2	3,3	3,1	3,4	4,3	5,7	6,0	6,8	<b>5,2</b>
REGENERAÇÃO	7,5	7,7	8,0	6,9	5,1	3,2	2,8	2,9	3,3	4,8	5,0	6,1	<b>5,3</b>
S. FRANC. MARANHÃO	7,7	7,5	7,3	7,0	6,9	3,4	2,8	2,9	3,9	6,0	7,2	7,3	<b>5,8</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>7,6</b>	<b>7,6</b>	<b>7,5</b>	<b>6,7</b>	<b>5,7</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>5,2</b>	<b>5,9</b>	<b>6,8</b>	<b>5,5</b>

O **Gráfico 5.1-12** apresenta a flutuação da nebulosidade média para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Estreito. Observam-se flutuações bem significativas entre meses e com variações que se refletem nos índices pluviométricos. A nebulosidade anual média da área da bacia oscila de 2,7 décimos em julho a 7,6 décimos em fevereiro. A média anual da nebulosidade é de 5,5 décimos.



**Gráfico 5.1-12** Nebulosidade (0-10) média da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

### Velocidade e Direção Predominante do Vento

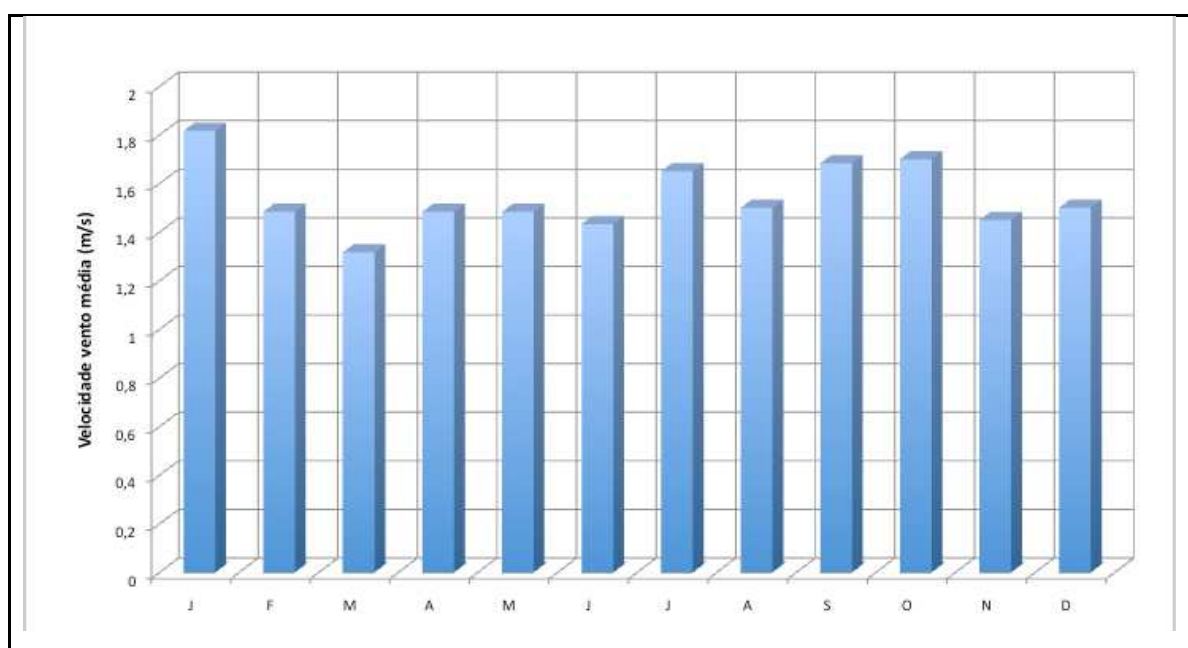
Os dados de velocidade média do vento na área de influência do AHE Estreito são apresentados no **Quadro 5.1-11**, a seguir.

**Quadro 5.1-11** Velocidade Média dos ventos da área de influência do AHE Estreito.

VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO ESTIMADA UTILIZANDO A ESCALA BEAUFORT (m/s)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
AMARANTE	1,8	1,4	1,0	1,7	1,2	1,7	1,7	1,5	1,9	1,9	1,3	1,4	<b>1,5</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	1,5	1,1	1,1	1,4	1,2	1,7	1,2	1,0	1,6	1,6	1,6	1,8	<b>1,4</b>
FRANCISCO AYRES	1,6	1,2	1,2	1,5	1,4	1,0	1,4	1,2	1,2	1,2	1,5	1,8	<b>1,4</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	1,8	1,9	1,7	1,7	1,7	1,5	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	1,6	<b>1,8</b>
REGENERAÇÃO	2,5	1,8	1,8	1,0	2,1	1,0	2,0	2,0	1,6	1,6	1,0	1,0	<b>1,6</b>
S. FRANC. MARANHÃO	1,7	1,5	1,1	1,6	1,3	1,7	1,8	1,4	1,8	1,9	1,3	1,4	<b>1,5</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

Fonte: DHME (2004).

O **Gráfico 5.1-13** mostra as flutuações médias mensais da velocidade do vento (m/s) para as estações consideradas na avaliação climatológica do AHE Estreito. As menores velocidades médias mensais regionais do vento ocorrem em março, com 1,3 m/s; as maiores ocorrem janeiro, com 1,8 m/s. Salienta-se que nestes cálculos não foram contabilizadas as rajadas de ventos. A velocidade média anual do vento na região do AHE Estreito é de 1,5 m/s.



**Gráfico 5.1-13** Velocidade vento média da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

A direção anual predominante do vento nos municípios (**Quadro 5.1-12**) é de nordeste-sudeste (NE-SE).

**Quadro 5.1-12** Direção média predominante do vento da área de influência do AHE Estreito.

DIREÇÃO MÉDIA PREDOMINANTE DO VENTO (ESTIMADA)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANUAL
AMARANTE	SE-NE	NE-SE	E	NE-SE	NE-SE	SE	SE-NE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE
ANGICAL DO PIAUÍ	E-SE	NE-SE	SW	SE	NE-SE	NE-SE	SE-E	NE-SE	SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE
FRANCISCO AYRES	E-SE	NE-SE	SE-NE	S-SW	NE-SE	NE-SE	S	NE-SE	S-SW	NE-SE	SE-NE	NE-SE	NE-SE
PALMEIRA DO PIAUÍ	SE-E	S	NE-SE	SE	E-NE	SE	NE-SE	N-E	N-E	SW	NE-SE	NE-SE	NE-SE
REGENERAÇÃO	NE	SE	SE	NE	SE	SE	S	SE	SE-E	SE	SE	SW	SE
S. FRANC. MARANHÃO	NE/SE	SE/NE	SE	NE/SE	SE/NE	SE	SE/NE	NE/SE	NE/SE	NE/SE	NE/SE	NE/SE	NE/SE

Fonte: DHME (2004).

### 5.1.8. Insolação e duração efetiva do dia (fotoperíodo)

As oscilações da insolação são observadas no **Quadro 5.1-13** para a região da barragem. Nota-se, durante os meses de dezembro a abril, uma redução da incidência da radiação direta sobre a superfície visto que, neste período, está ocorrendo a quadra chuvosa; sua oscilação fica entre 134 a 188 horas. A partir da segunda quinzena de maio e até a primeira quinzena do mês de novembro os valores de insolação direta aumentam significativamente e sua variação fica entre 224 e 307 horas. A insolação média intermunicipal varia de 2.605 a 2.735 horas e décimos de insolação total. A média anual regional é de 2.642,3 horas.

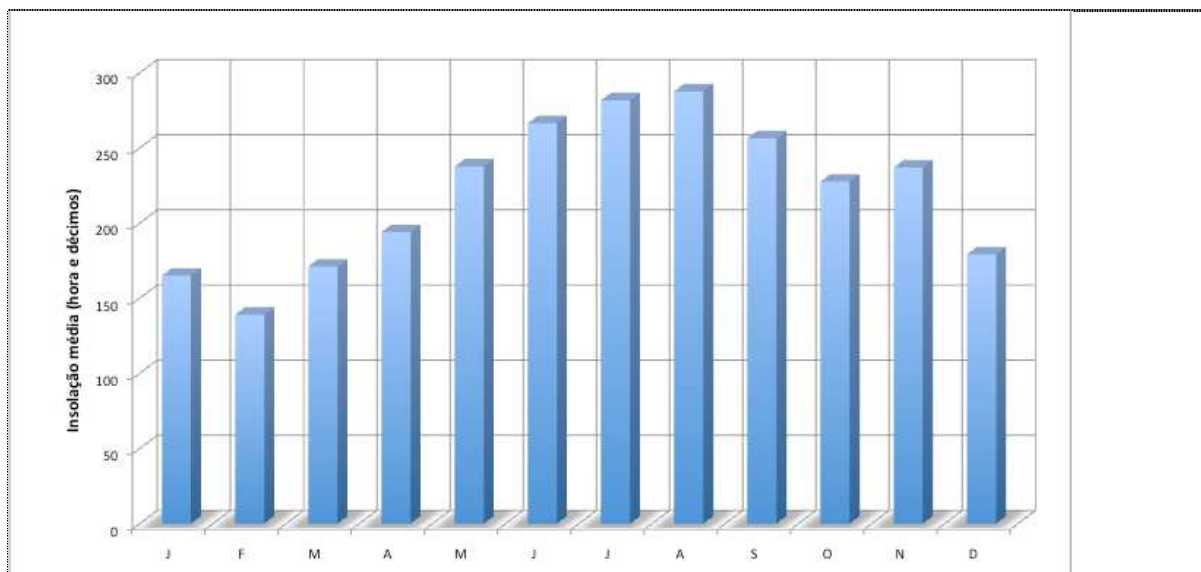
**Quadro 5.1-13** Insolação média estimada na área de influência do AHE Estreito.

INSOLAÇÃO MÉDIA ESTIMADA (HORA E DÉCIMO)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANUAL
AMARANTE	160,0	134,5	173,2	195,0	240,3	262,2	280,0	282,7	257,0	224,0	249,7	176,0	2634,6
ANGICAL DO PIAUÍ	160,0	134,9	168,4	189,0	228,4	264,6	273,3	284,5	256,4	230,7	243,3	176,5	2610,0
FRANCISCO AYRES	160,3	134,5	165,7	189,5	233,3	264,4	274,2	284,6	251,8	230,0	241,0	176,0	2605,3
PALMEIRA DO PIAUÍ	188,4	160,0	181,3	211,0	249,0	279,9	287,0	307,0	260,4	223,5	200,0	187,5	2735,0
REGENERAÇÃO	161,3	135,3	165,3	185,4	234,7	264,7	295,8	284,4	255,8	233,3	239,1	183,6	2638,7
S. FRANC. MARANHÃO	160,0	134,5	172,3	194,0	240,0	262,2	280,0	282,7	257,1	224,1	248,5	175,0	2630,4
<b>MÉDIA</b>	<b>165,0</b>	<b>139,0</b>	<b>171,0</b>	<b>194,0</b>	<b>237,6</b>	<b>266,3</b>	<b>281,7</b>	<b>287,7</b>	<b>256,4</b>	<b>227,6</b>	<b>236,9</b>	<b>179,1</b>	<b>2642,3</b>

Fonte: DHME (2004).

A representação gráfica da insolação total regional encontra-se na **Gráfico 5.1-14**, onde são apresentadas as médias mensais para a área de influência do AHE Estreito.





**Gráfico 5.1-14** Representação da insolação total média em hora e décimo da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

O fotoperíodo, ou duração efetiva do dia, refere-se ao tempo em que o sol brilha durante o dia. Dependendo da posição da terra há regiões com diferentes quantidades de horas de brilho solar em um mesmo dia.

O **Quadro 5.1-14** mostra o comportamento da duração astronômica para os municípios situados na área de influencia do AHE Estreito. Observa-se que as variações do comprimento médio do dia na região situam entre 11:51 e 12:49 horas. Nos valores médios, observa-se que a duração do dia oscila entre 12:08 a 12:36 horas. A duração do dia médio anual é de 12:22 horas.

**Quadro 5.1-14** Duração astronômica do décimo quinto dia do mês em hora e minuto da região do aproveitamento Estreito.

<b>DURAÇÃO ASTRONÔMICA DO DÉCIMO QUINTO DIA DO MÊS - FOTOPERÍODO - (HORA E MINUTO)</b>													
<b>MUNICÍPIO/MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>ANUAL</b>
AMARANTE	12:32	12:19	12:04	12:28	12:22	12:35	12:08	12:20	12:37	12:14	12:29	12:36	<b>12:23</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	12:32	12:19	12:04	12:27	12:22	12:35	12:08	12:20	12:37	12:14	12:28	12:35	<b>12:23</b>
FRANCISCO AYRES	12:33	12:20	12:04	12:26	12:21	12:33	12:06	12:19	12:37	12:14	12:30	12:37	<b>12:23</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	12:44	12:27	12:06	12:21	12:01	11:51	11:55	12:12	12:36	12:19	12:40	12:49	<b>12:20</b>
REGENERAÇÃO	12:32	12:19	12:04	12:26	12:22	12:35	12:08	12:20	12:37	12:14	12:29	12:35	<b>12:23</b>
S. FRANC. MARANHÃO	12:24	12:34	12:34	12:25	12:10	12:07	12:24	12:34	12:34	12:25	12:09	12:07	<b>12:22</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>12:32</b>	<b>12:23</b>	<b>12:09</b>	<b>12:25</b>	<b>12:16</b>	<b>12:22</b>	<b>12:08</b>	<b>12:20</b>	<b>12:36</b>	<b>12:16</b>	<b>12:27</b>	<b>12:33</b>	<b>12:22</b>

Fonte: DHME (2004).

### 5.1.9. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar apresenta uma tendência diária inversa à da temperatura do ar. Isso ocorre porque a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à pressão de saturação de vapor que, por sua vez, é diretamente proporcional à temperatura.

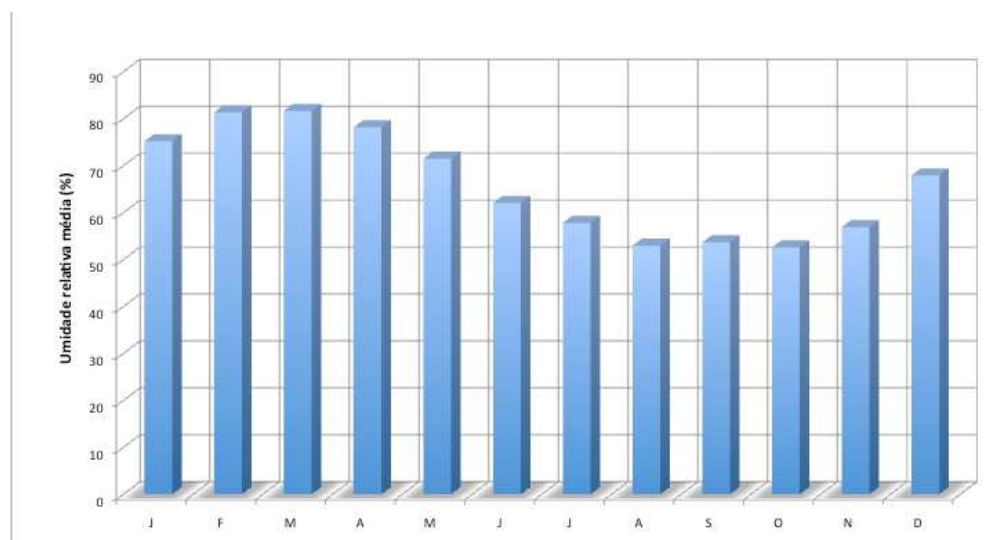
O **Quadro 5.1-15** adiante apresenta os valores da umidade relativa média mensal nos postos da área de influência do AHE Estreito.

**Quadro 5.1-15** Umidade relativa do ar média da área de influência do aproveitamento Estreito.

UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL DO AR (%)													
MUNICÍPIO/MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANUAL
AMARANTE	72,0	85,0	84,0	81,0	76,0	64,0	61,0	57,0	55,0	50,0	48,0	64,0	<b>66,4</b>
ANGICAL DO PIAUÍ	77,0	82,0	83,0	78,0	71,0	61,0	62,0	60,0	53,0	54,0	52,0	64,0	<b>66,4</b>
FRANCISCO AYRES	75,0	83,0	82,0	79,0	75,0	64,0	62,0	59,0	53,0	53,0	48,0	63,0	<b>66,3</b>
PALMEIRA DO PIAUÍ	73,0	76,0	76,0	74,0	65,0	61,0	51,0	42,0	48,0	51,0	64,0	71,0	<b>62,7</b>
REGENERAÇÃO	74,0	82,0	84,0	78,0	72,0	63,0	62,0	57,0	58,0	49,0	51,0	65,0	<b>66,3</b>
S. FRANC. MARANHÃO	80,2	80,1	81,0	79,0	69,9	59,2	48,8	42,8	54,9	58,6	78,5	80,5	<b>67,8</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>75,2</b>	<b>81,4</b>	<b>81,7</b>	<b>78,2</b>	<b>71,5</b>	<b>62,0</b>	<b>57,8</b>	<b>53,0</b>	<b>53,7</b>	<b>52,6</b>	<b>56,9</b>	<b>67,9</b>	<b>66,0</b>

Fonte: DHME (2004).

O **Gráfico 5.1-15** mostra o comportamento da umidade relativa do ar média para a área influência do aproveitamento. Tem-se uma umidade do ar oscilando de 42,0% a 85,0% com média anual em torno de 66,0%. Os valores mensais em novembro e dezembro apresentam razoável variação espacial. Ao longo do ano a umidade relativa média mensal regional varia entre 52,6% e 81,7%, com média anual de 66%.



**Gráfico 5.1-15** Representação da umidade relativa do ar média da área de influência do AHE Estreito.

Fonte: DHME (2004).

## 5.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

### 5.2.1. Caracterização geral da bacia principal

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba situa-se entre os paralelos 3º e 11º de latitude sul e meridianos 40º e 47º de longitude oeste, sendo parte integrante da região nordeste do território nacional. Sua superfície recobre uma área de aproximadamente 330.850 km<sup>2</sup>, distribuída entre os estados do Piauí (75,73%), Maranhão (19,02%), Ceará (4,35%) e 2.977,4 km<sup>2</sup> em área litigiosa. O predomínio da área do estado do Piauí na composição da bacia fica mais evidenciado ao se constatar que cerca de 99% da área desse estado nela se insere.

De acordo com a regulamentação adotada pela ANEEL na subdivisão de bacias do território nacional, a bacia do rio Parnaíba enquadra-se no grupo de mananciais integrantes da bacia 3, denominada bacia do Atlântico Sul, Trechos norte e nordeste. Esse espaço territorial, por sua vez, é dividido em dez sub-bacias numeradas de 30 a 39, onde a bacia do rio Parnaíba é identificada como Sub-Bacia 34.

A região da bacia hidrográfica do rio Parnaíba foi dividida em três grandes partições de bacias, respectivamente Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba que, por sua vez, integram sete sub-bacias, delimitadas segundo a importância dos seus rios principais e características ambientais, conforme proposta da SRH/MMA. No **Quadro 5.2-1** estão assinaladas as partições de área e na **Figura 5.2-1** é ilustrado o esquema de subdivisão em sub-bacias.

**Quadro 5.2-1** Partições em sub-bacias da região do Parnaíba.

Partição	Sub-Bacias	Área (km <sup>2</sup> )	Descrição
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.590	Rio Balsas
	Parnaíba 02	59.032	Alto Rio Parnaíba
	Parnaíba 03	52.297	Rio Gurguéia
	Parnaíba 04	14.726	Rio Itaueiras
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	75.193	Rios Piauí/Canindé
	Parnaíba 06	62.143	Rios Poti e Parnaíba
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.821	Rio Longa e baixo curso do Parnaíba

Fonte: PNRH (2005).

O rio Parnaíba é considerado o segundo mais importante da região nordeste, depois do São Francisco. Nasce na chapada da Mangabeira ou Jalapão, a 709 m de altitude, com o nome de Água Quente, seu principal formador. Corre do sul para o norte formando uma divisa natural entre os estados do Piauí e do Maranhão em toda a sua extensão ocidental. A partir da confluência dos rios Água Quente e Corriola, na localidade de Brejinhos, os dois cursos de água se juntam para formar o rio Parnaíba.

Após percorrer uma extensão de aproximadamente 1.344 km, desemboca no Oceano Atlântico, conformado em um amplo e recortado delta disposto em três braços de rio na sua saída para o mar. Sua declividade é acentuada desde as suas nascentes até as proximidades da Vila Santa Filomena, na cota de 270 m, sofrendo uma redução do declive de 35 cm/km para 17 cm/km nas últimas extensões do seu percurso.

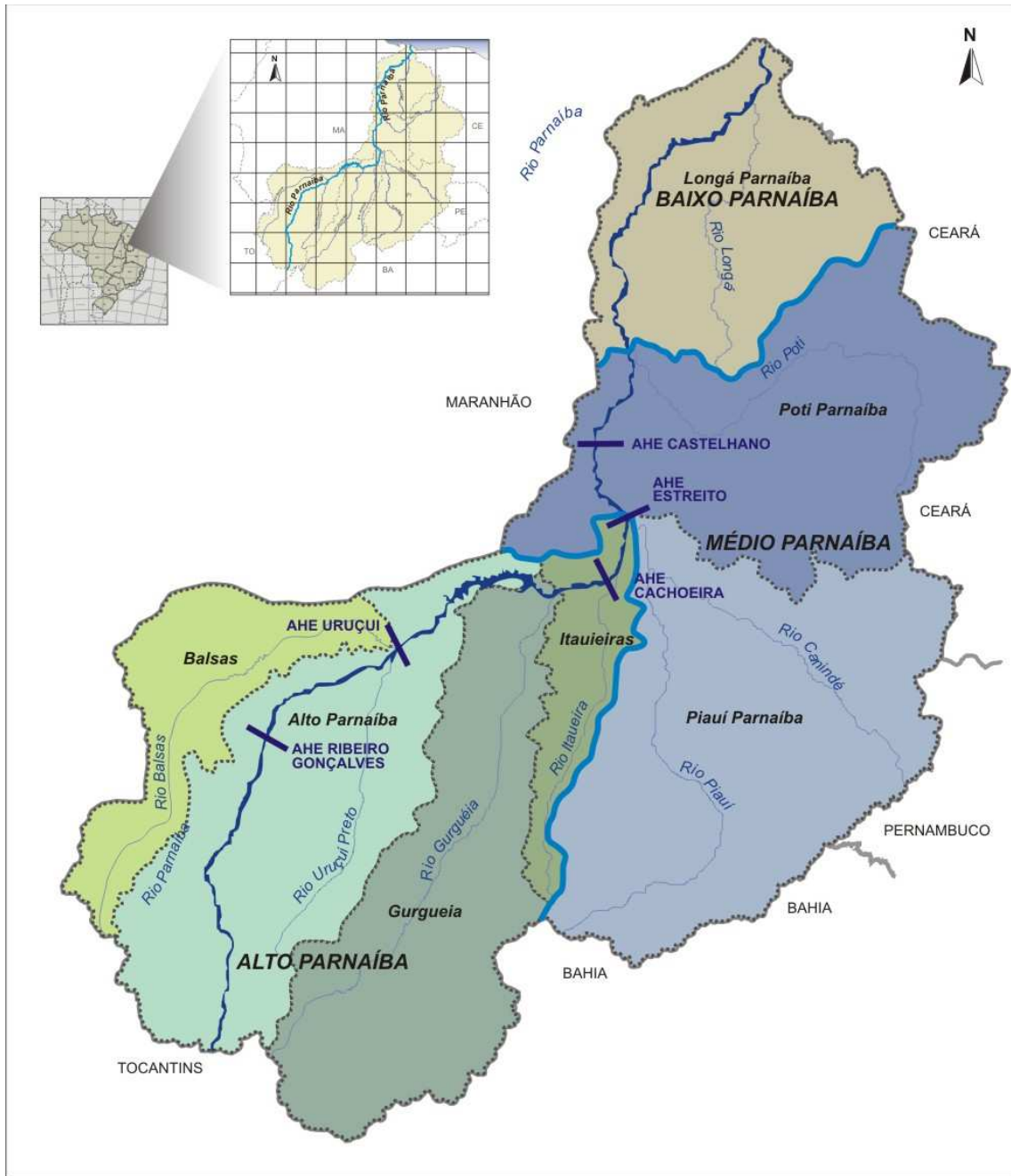
O rio Parnaíba se desenvolve numa região de transição entre os rios de regime equatorial e os do Nordeste. Recebe, pela margem esquerda, afluentes perenes e, pela margem direita, predominam os tributários temporários oriundos do sertão semi-árido. A partir dos meses de janeiro ou fevereiro ocorrem as cheias. As águas transbordam inundando as várzeas e possibilitando a alimentação de lagoas ao longo de seu curso.

A rede de drenagem possui uma configuração assimétrica, com a presença de tributários de maior extensão ao longo de sua margem direita, ou seja, os rios Gurguéia, Poti e Longá. Como tributário da margem esquerda, destaca-se o rio das Balsas, situado no estado do Maranhão. Apesar de abranger uma grande área territorial, a bacia do rio Parnaíba apresenta uma hidrografia modesta por depender de condições que se mostram insuficientes para a manutenção de rios caudalosos.








À leste do curso do rio Parnaíba, diminuindo os totais pluviométricos, situa-se a área sertaneja. Domínio ecológico no qual, entre outros aspectos, destacam-se particularmente aqueles dos rios de regime temporário ou intermitente, isto é, rios que correm apenas no período em que caem as chuvas, secando completamente durante a longa estiagem que aí se verifica. Geralmente, esses rios transformam-se em verdadeiras estradas de areia e seixos rolados, interrompidas por poças de água.

O principal condicionante da pobreza de recursos hídricos reside fundamentalmente no clima semi-árido que domina grande parte da região. Como consequência significativa parte dos rios apresentam um comportamento intermitente. Dentre os rios perenes afluentes da margem direita do Parnaíba citam-se o Uruçuí Vermelho, o Uruçuí Preto, o Poti e o Longá.

Os tributários da margem esquerda constituem os rios maranhenses que exibem, de forma geral, características diferentes dos demais rios verdadeiramente nordestinos, tendo em vista se tratar de rios perenes, conservando durante todo o ciclo anual um volume de água razoável.



LEGENDA

 Alto Parnaíba	 Itaueiras	 Poti Parnaíba
 Balsas	 Longá Parnaíba	 Piauí Canindé
 Gurgueia		

**Figura 5.2-1.** Sub-Bacias do Rio Parnaíba.

Escala: s/ escala.

Fonte: Caderno Regional da Região Hidrográfica do Parnaíba (PNRH, 2005).



## 5.2.2. Rede hídrica e estações fluviométricas

A região possui uma representação espacial bastante assimétrica. De um total de 217 afluentes, 143 situam-se margem direita e 74 na margem esquerda, formando um conjunto de canais que determinam um sistema fluvial de configuração predominantemente exorréica.

Pela margem direita destacam-se os rios Gurguéia, Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto, Piauí/Canindé, Gurguéia, Fidalgo, Paraim e Sambito, no sul e centro da bacia, e os rios Poti, dos Matos, Longá, Piracuruca, Maratoan e Jenipapo, no norte da bacia. Na margem esquerda, apenas o rio das Balsas pode ser considerado representativo, devido à expressiva contribuição hídrica. Esse fato é consequência da localização da área, que abarca grande porção de terras na região do semi-árido e de transição para o semi-árido nordestino, de modo que a perenidade do Parnaíba deve-se, principalmente, aos seus afluentes do alto curso e da sub-bacia do rio das Balsas.

O rio Parnaíba se constitui no maior dos rios genuinamente nordestinos, possuindo 1.432 km de extensão e sofrendo a influência das marés até cerca de 90 km à montante de sua foz. Deságua no mar através de cinco braços que formam o delta, onde há abundância de sedimentos que originaram os inúmeros bancos de areia e mais de 70 ilhas.

A disposição dos canais fluviais está intimamente ligada aos fatores litoestruturais, às condições climáticas, ao relevo, às características do solo, à densidade da vegetação e a outros parâmetros fisiográficos que influenciam de maneira geral a estrutura e funcionamento da rede fluvial.

### 5.2.2.1. Estações Fluviométricas

Grande parte da rede fluvial mencionada acima vem sendo monitorada extensivamente pela ANA, através de estações fluviométricas que vêm funcionando desde a década de sessenta e que estão localizadas no eixo do rio e em seus tributários principais, conforme apresentadas na **Figura 5.2-2** e no **Quadro 5.2-2**.

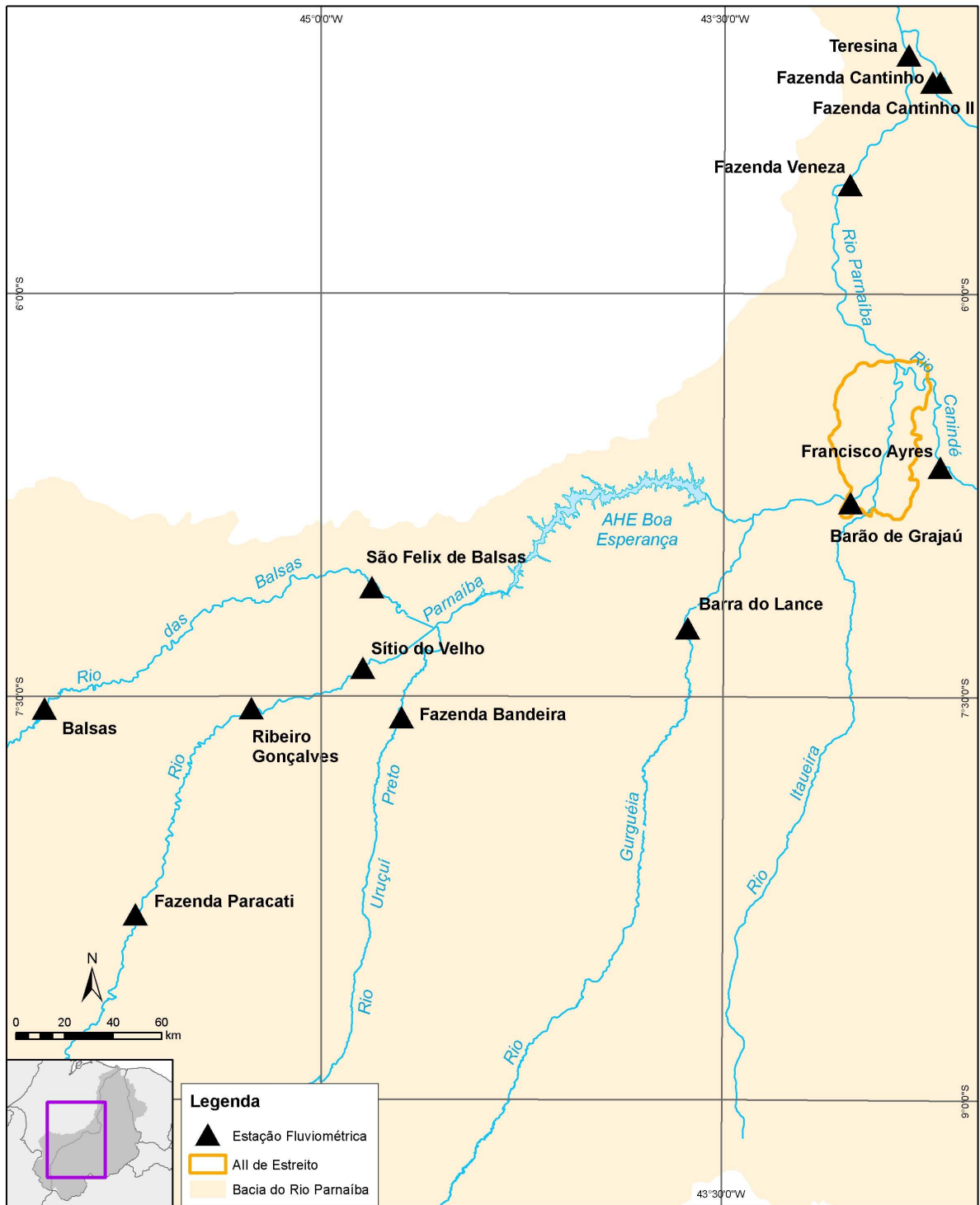
Para a caracterização da rede hídrica que influencia diretamente o trecho dos rios que será afetado pelo empreendimento foram selecionadas as estações fluviométricas mais próximas espacialmente do ponto de barramento, sendo estas relacionadas na seqüência no **Quadro 5.2-2**.

Considerou-se em uma mesma base cartográfica, a determinação de todos os elementos de áreas de drenagem consideradas nos estudos, o que incluiu os locais das estações fluviométricas e dos aproveitamentos. Portanto, as áreas de drenagem foram determinadas a partir das delimitações das bacias hidrográficas, realizadas em um conjunto de cartas da restituição aerofotogramétrica da Fundação IBGE, disponíveis na escala 1:1.000.000.

O resultado desse procedimento está consignado no mesmo **Quadro 5.2-2**, nas colunas denominadas “Área de Drenagem”. Observe-se que se apresenta uma diferença significativa que chega a atingir um valor de 11,6% na estação Araçá, entre os dados disponíveis de outros estudos e a base cartográfica da CNEC.

Para garantir coerência e uniformidade na análise da informação, foram adotados os valores das áreas obtidos pela CNEC que foram determinados a partir de uma mesma base cartográfica.





**Figura 5.2-2** Localização geográfica das principais estações fluviométricas.

**Quadro 5.2-2** Áreas de drenagem aferentes às estações fluviométricas.

Estação/Local	Curso d'água	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )		Diferença (%)
		Fonte: Outros estudos	Fonte: Planimetria CNEC	
Alto Parnaíba	Parnaíba	13.600	13.779	-1,3
Fazenda Paracati	Parnaíba	26.000	26.453	-1,7
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	32.700	32.912	-0,6
Sítio do Velho	Parnaíba	36.000	36.757	-2,1
AHE Uruçuí	Parnaíba	79.251	78.480	1,0
UHE Boa Esperança	Parnaíba	84.686	85.984	-1,5
Araçá	Parnaíba	209.400	236.800	-11,6
Fazenda Bandeira	Uruçuí Preto	14.700	15.543	-5,4
Balsas	Balsas	8.800	8.826	-0,3
São Félix de Balsas	Balsas	22.800	24.219	-5,6

Fonte: CNEC (2005).

### 5.2.2.2 Vazões da Rede Hídrica Principal

A seguir são caracterizados os principais cursos tributários afluentes ao AHE Uruçuí, respectivamente rio Balsas, Parnaíba e Uruçuí Preto, tendo como referência dados disponíveis de seis estações fluviométricas, conforme relação apresentada no **Quadro 5.2-3**. Todas as estações são operadas pela Agência Nacional de Águas - ANA.

**Quadro 5.2-3** Estações Fluviométricas Consideradas nas Análises.

Código	Estação	Curso d'água	UF	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> ) *	Localização		Início de operação
					Latitude	Longitude	
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	PI	13.779	9° 07'	45° 56'	jan/65
34060000	Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	PI	32.912	7° 32'	45° 15'	jan/65
34070000	Sítio do Velho	Parnaíba	PI	36.757	7° 23'	44° 50'	ago/68
34090000	Fazenda Bandeira	Uruçuí Preto	PI	15.543	7° 34'	44° 42'	nov/65
34130000	Balsas	Balsas	MA	8.826	7° 32'	46° 02'	jan/65
34170000	São Felix de Balsas	Balsas	MA	24.219	7° 05'	44° 48'	jul/63

Fonte: ANA (2006).

(\*) Áreas definidas pela CNEC (2005).

### ▪ Rio Parnaíba

Nasce na chapada das Mangabeiras com o nome de Água Quente, 709 m de altitude, tendo declividade inicial de 41,6 m/km. No curso do alto rio Parnaíba, verifica-se que a produção hídrica de superfície também decresce à medida que se desloca para jusante. Na região de cabeceiras, na estação fluviométrica de Alto Parnaíba, as vazões médias de longo período apontam valores da ordem 8,5 l/s/ km<sup>2</sup>, favorecidas pelo regime relativamente mais intenso de chuvas incidentes, onde são observados valores de precipitação média anual da ordem

de 1.200 mm. As vazões específicas decrescem à medida que se dirige em direção à jusante, ou seja: próximo a AHE Uruçuí, na estação fluviométrica Sítio do Velho, são encontrados valores de vazão específica de 6,1 l/s/ km<sup>2</sup>; na AHE Boa Esperança, 5,2 l/s/ km<sup>2</sup> e em Teresina 2,4 l/s/ km<sup>2</sup>.

As baixas vazões específicas observadas à jusante da AHE Boa Esperança, se devem aos reduzidos deflúvios dos cursos tributários da margem direita e proveniente da região do semi-árido da bacia, onde as chuvas são escassas e os solos não propiciam armazenamento de água, conferindo em alguns casos um regime de vazão intermitente.

No período histórico de dados de vazões médias diárias observadas na estação fluviométrica de Sítio do Velho, assinala uma vazão máxima de 1.211 m<sup>3</sup>/s ocorrida em 20/01/2002 e vazão mínima de 119,5 m<sup>3</sup>/s verificadas nos meses de setembro e outubro de 1998.

Os valores de níveis d'água respectivos a cada uma destas ocorrências, baseado na referência local da régua limnimétrica, indicam respectivamente valores de 5,98 m e 1,91 m o que assinala uma variação de nível d'água de 4,07 m.

No **Quadro 5.2-4** são apresentados, de forma resumida, os valores das vazões médias de longo período e das produtividades hídricas observadas nas estações fluviométricas e nos locais dos aproveitamentos de Uruçuí e de Boa Esperança.

**Quadro 5.2-4** Regime de vazões do rio Parnaíba.

Estação Fluviométrica/AHE	Bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Vazão média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão média anual (l/s/km <sup>2</sup> )	Semestre úmido
Balsas	Balsas	8.826	101,2	11,5	dez - mai
São Félix de Balsas	Balsas	24.219	189,4	7,8	dez - mai
Fazenda Bandeira	Uruçui Preto	15.543	35,1	2,3	dez - mai
Alto Parnaíba	Parnaíba	13.779	117,0	8,5	nov – abr
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	32.912	230,3	7,0	nov – abr
Sítio do Velho	Parnaíba	36.757	225,9	6,1	nov – abr
AHE Uruçuí	Parnaíba	78.480	438,0	5,6	dez - mai
AHE Boa Esperança	Parnaíba	85.984	444,0	5,2	dez - mai
Fazenda Veneza	Parnaíba	238.501	561,0	2,4	dez – mai
Teresina	Parnaíba	240.375	576,8	2,4	dez – mai

Fonte: CNEC (2005).

#### ▪ Rio das Balsas

Constitui o principal afluente da margem esquerda do rio Parnaíba. Nasce entre as Chapadas das Mangabeiras e a Serra dos Penitentes, na cota 577 m e desenvolve um percurso de 525 km até desaguar no rio Parnaíba, a 12 km à montante dos municípios de Uruçuí e Benedito Leite. O rio é perene em toda a sua extensão e junto à sua foz, no rio Parnaíba, abrange uma área de drenagem de 24.309 km<sup>2</sup>.

Na área da bacia existem duas estações fluviométricas operadas pela ANA, respectivamente a de Balsas e São Félix de Balsas.

O rio das Balsas apresenta as maiores taxas de produtividade hídrica da bacia e seus deflúvios superficiais específicos apresentam valores decrescentes à medida que se aproximam de sua foz no rio Parnaíba. Neste trecho, os valores de vazões médias anuais variam entre 11,5 l/s/ km<sup>2</sup>, nas porções da alta bacia, e 7,8 l/s/ km<sup>2</sup> observado na estação de São Félix de Balsas.

Em São Félix de Balsas, o padrão sazonal de vazões indica a presença de um semestre úmido nos meses de dezembro a maio, sendo março o mês onde geralmente ocorrem os maiores deflúvios, com valor médio de vazão específica de 13,5 l/s/ km<sup>2</sup>. As vazões mínimas ocorrem em geral no mês de setembro com 4,0 l/s/ km<sup>2</sup>.

Considerando-se o histórico de vazões médias diárias observadas na estação fluviométrica de São Félix de Balsas, verificam-se ocorrências de vazões máximas e mínimas respectivamente de 1489 m<sup>3</sup>/s, ocorrida em 19 de abril de 1985 e de 65 m<sup>3</sup>/s, ocorrida nos meses de setembro e outubro de 1963.

Os valores de níveis d'água respectivos a cada uma dessas ocorrências, baseado na referência local da régua limnimétrica, indicam respectivamente valores de 8,23 m e 0,92 m o que assinala uma variação de nível d'água de 7,31 m.

#### ▪ Rio Uruçuí Preto

Constitui um dos tributários afluentes da margem direita do rio Parnaíba. Nasce a cerca de 10km a nordeste da localidade de Caracol e a cerca de 1km ao Norte da localidade de Lagoa Félix, em cotas próximas a 600 e que caem rapidamente para valores próximos a 450, em um trecho de aproximadamente 8km para Noroeste. Esse curso d'água é intermitente da nascente até o lugarejo de Pedra; somente a partir da confluência do rio riacho Quilombos passa à condição de rio perene até sua foz no rio Parnaíba, em um percurso de 80 km. Possui uma extensão total de 300 km, declividade média de 4,8 m/km, área de drenagem de 15.900 km<sup>2</sup> e uma vazão média anual em torno de 38 m<sup>3</sup>/s.

Para a caracterização do regime fluvial dotou-se o período histórico de vazões observadas na estação fluviométrica de Fazenda Bandeira, onde se verificam taxas relativamente menos expressivas de contribuição específica. Drenando terrenos pertencentes à unidade morfoclimática dominada pelo cerrados, são encontrados valores médios da ordem de 2,3 l/s/km<sup>2</sup>.

O padrão sazonal de vazões é pouco acentuado, com a ocorrência de um semestre relativamente úmido de dezembro a maio. Março, com valores de vazão específica da ordem de 3,1 l/s/ km<sup>2</sup>, é o mês no qual geralmente ocorrem os maiores deflúvios. As menores vazões são observadas frequentemente no mês de setembro, com valores da ordem de 1,5 l/s/ km<sup>2</sup>.

Considerando-se o histórico de vazões médias diárias observadas na estação fluviométrica de Fazenda Bandeira, verificam-se ocorrências de vazões máximas e mínimas respectivamente de 120,9 m<sup>3</sup>/s, ocorrida em 18 de janeiro de 2002 e de 15,8 m<sup>3</sup>/s, ocorrida de 19 a 27 de setembro de 1973.

Os valores de níveis d'água respectivos a cada uma destas ocorrências, baseado na referência local da régua limnimétrica, indicam respectivamente valores de 6,07 m e 2,94 m o que assinala uma variação de nível d'água de 3,13 m.

### **Padrão de Drenagem na Área de Influência do Reservatório**

Condicionada a um padrão de precipitação menos intenso e tipos de solos pouco favoráveis a regulação dos deflúvios, a faixa abrangida pelo futuro reservatório de Estreito é dominada quase exclusivamente por tributários com regime intermitente, conforme apresentado na **Figura 5.2-3**.

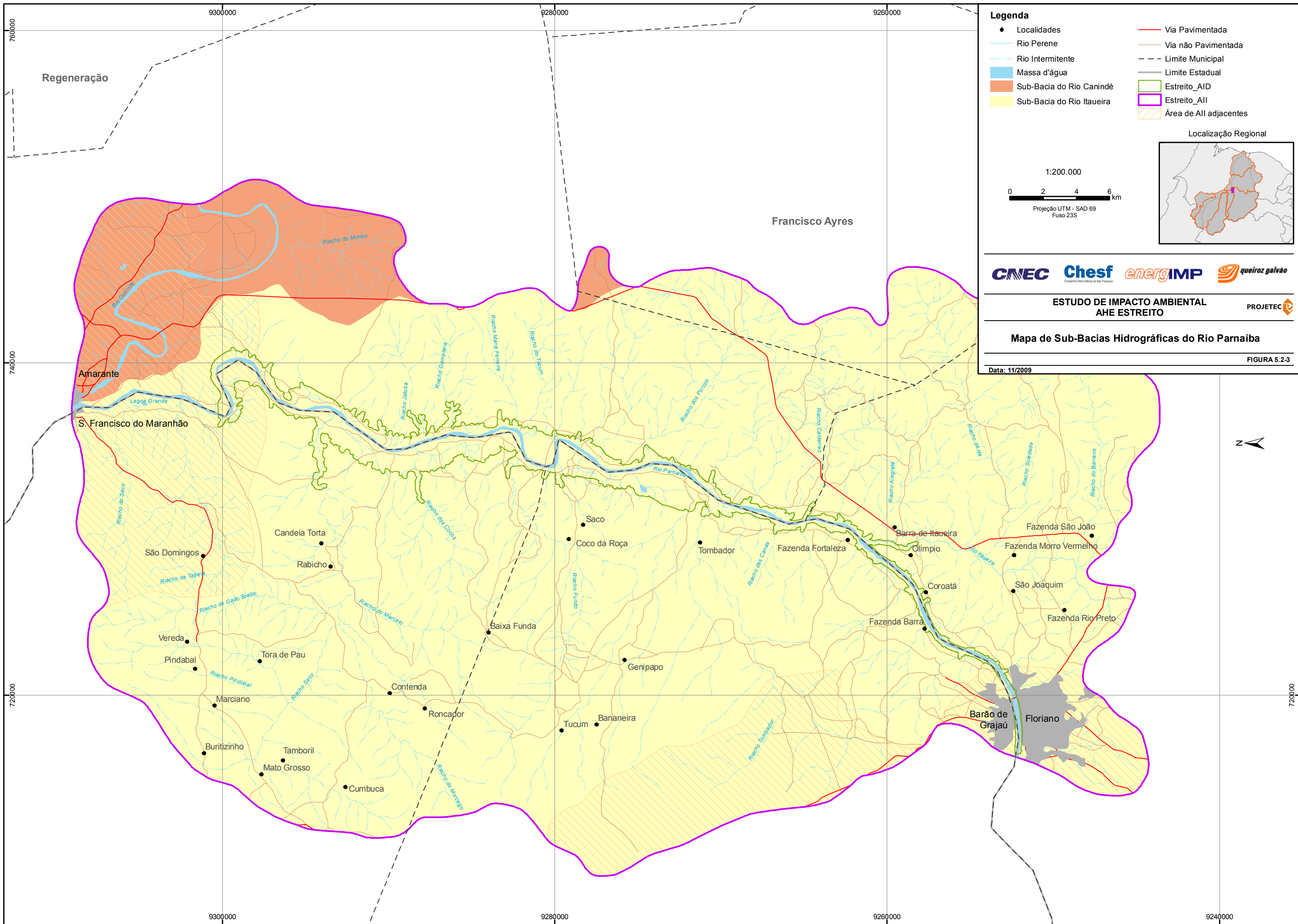
Na área de influência do reservatório de Estreito são destacados dois tributários perenes de maior relevância, os cursos dos rios Itaueiras e Canindé, que em função do porte das bacias contribuintes, o fluxo de vazões são mantidos normalmente ao longo do ano.

Os demais tributários caracterizam-se por apresentar regime intermitente, com vazões mantidas durante o período mais úmido do ano. De acordo com dados disponíveis da estação pluviométrica Barão do Grajaú (Código: 00643013), verifica-se a ocorrência de chuvas de maior intensidade no período de novembro a abril, onde as alturas precipitadas superam normalmente 95mm. O semestre mais seco abrange de maio a outubro e mínimas incidentes entre os meses de julho e agosto.

Na área de influência do reservatório de Estreito, o curso do Parnaíba apresenta conformação do álveo encaixada e escoamento em regime turbulento. Ressalta que as vazões veiculadas a jusante apresentam-se influenciadas pela operação da usina de Boa Esperança, que detém em suas regras operativas o controle de cheias, promovendo desta forma um abatimento das ondas das grandes cheias.

O histórico observado na estação fluviométrica de Barão de Grajaú, indica variações médias anuais do nível d'água de 3,89m. Ao longo da série histórica observada desta estação foram registrados nível d'água máximo de 9,56m (04/1985) e mínimo de 2,96m (09/2005), o que perfaz uma variação de 6,60m.







### 5.2.3. Principais estruturas hidráulicas implantadas na bacia

A usina hidrelétrica Boa Esperança, denominada usina Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, é a principal estrutura hidráulica implantada no rio Parnaíba. Está localizada em Guadalupe e confere ao estado do Piauí a condição de produtor de energia elétrica. Suas linhas de transmissão estão integradas ao sistema do norte e nordeste. A operação dessa usina é realizada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, disponibilizando a potência total de 240 MW.

O reservatório de Boa Esperança foi projetado também para atuar no controle de enchentes do rio Parnaíba e na regularização de vazões para a navegação, contando com uma eclusa de navegação com construção ainda não concluída.

Até outubro de 1997, o fornecimento de energia elétrica compreendia o atendimento de cerca de 206 sedes municipais e 232 localidades e povoados. No início do ano de 2000 a malha eletrificada no Piauí compreendia 25.558 km de extensão atendendo às comunidades urbanas e rurais.

Grande parte da energia elétrica gerada nessa usina destina-se ao consumo residencial, estimada em 46%. O comércio responde por 18% do consumo, enquanto a indústria, o poder público, o meio rural e outros dividem os 36% restantes.

Assinale-se que, nos últimos anos, verificou-se um crescimento no consumo de energia elétrica, sendo significativo o aumento na classe residencial, provavelmente em decorrência da estabilização econômica com a qual setores menos favorecidos da população tiveram acesso a determinados bens de consumo, sobretudo eletrodomésticos.

Embora menos expressiva que a classe dos consumidores residenciais, a categoria comercial foi a que mais concorreu para o crescimento do consumo total registrado pela CEPISA nos dois últimos anos.

A eletrificação rural está em fase de expansão, observando-se, no entanto, um reduzido consumo por habitante devido ao baixo nível de renda da população. Por outro lado, a deficiência de redes de distribuição tem inibido o processo de desenvolvimento.

A seguir são apresentadas as principais características do AHE Boa Esperança:

- Nível d'água máximo maximorum: 306.50 m
- Nível d'água máximo normal: 304.00 m
- Nível d'água mínimo normal: 298.00 m
- Capacidade Instalada: 237,30 MW
- Área do reservatório: 352,2 km<sup>2</sup>
- Volume total do reservatório: 5.085 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume útil: 1.917 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

### 5.2.3.1. Controle de Cheias

De acordo com informações fornecidas pela Divisão de Controle Hidrológico da Operação da CHESF, DORH, o reservatório de Boa Esperança foi concebido, principalmente, para operar com regularização de vazões para a geração de energia sendo, atualmente, operado também para propiciar uma atuação secundária no controle de cheias do rio Parnaíba à jusante da barragem.

Nesse propósito, a CHESF opera, em tempo real, um sistema de monitoramento e de previsão de dados hidrológicos, baseado em informações de chuvas, de níveis e de vazões em postos situados a montante e a jusante da barragem de Boa Esperança. Esse sistema visa fornecer informações para a previsão de vazões diárias, semanais e mensais que são utilizadas para o planejamento e a programação da operação do reservatório, com destaque para os episódios de cheias, minimizando, dessa forma, o efeito de enchentes naturais mais freqüentes afluentes às cidades de Floriano e de Teresina.

Nesse controle são considerados também os tempos médios de trânsito das ondas de cheia de Boa Esperança para Floriano e para Teresina, estimados respectivamente em 24h e 72h, e o volume de espera de cheias do reservatório de Boa Esperança, que é esvaziado antes do início do período anual de altas vazões (novembro a abril).

O volume de espera para controle de cheias em Boa Esperança é estabelecido anualmente pelo ONS – Operador Nacional do Sistema - em conjunto com a CHESF (agente de operação), a partir de previsões de aflúncias ao reservatório de Boa Esperança, do volume acumulado e do planejamento da geração de energia elétrica para o período (Ref. ONS – Diretrizes para as Regras de Operação de Controle de Cheia –bacia do Rio Parnaíba).

Atualmente, considera-se o controle de uma cheia com período de retorno de 30 anos, procurando limitar as defluências da barragem que, somadas às contribuições naturais à jusante, não ultrapassem os valores das vazões máximas de restrição de cheias em Floriano, de 2.400 m<sup>3</sup>/s, e em Teresina, situada em torno de 3.000 m<sup>3</sup>/s, desconsiderando-se, neste caso, o remanso do rio Poti.

No **Quadro 5.2-5**, são apresentados os efeitos do amortecimento de picos de cheias no reservatório de Boa Esperança para alguns eventos mais recentes e de maior destaque ocorridos na bacia.

**Quadro 5.2-5** Vazões Máximas Afluentes e Defluentes em Boa Esperança

Ano	Aflúncia (m <sup>3</sup> /s)	Defluência (m <sup>3</sup> /s)
1981	2.067	1.824
1985	2.878	1.851
1997	2.300	1.218
2002	2.920	1.359

Fonte: CHESF/DOCH (2004)

O volume de espera é esvaziado anualmente pela operação para estar disponível para controle de cheias já no início do período úmido, sendo reenchido ao final desse período se não ocorrerem cheias ou, naturalmente, pelo amortecimento de enchentes e limitação da vazão defluente na restrição de vazão de cheia em Floriano e/ou em Teresina.

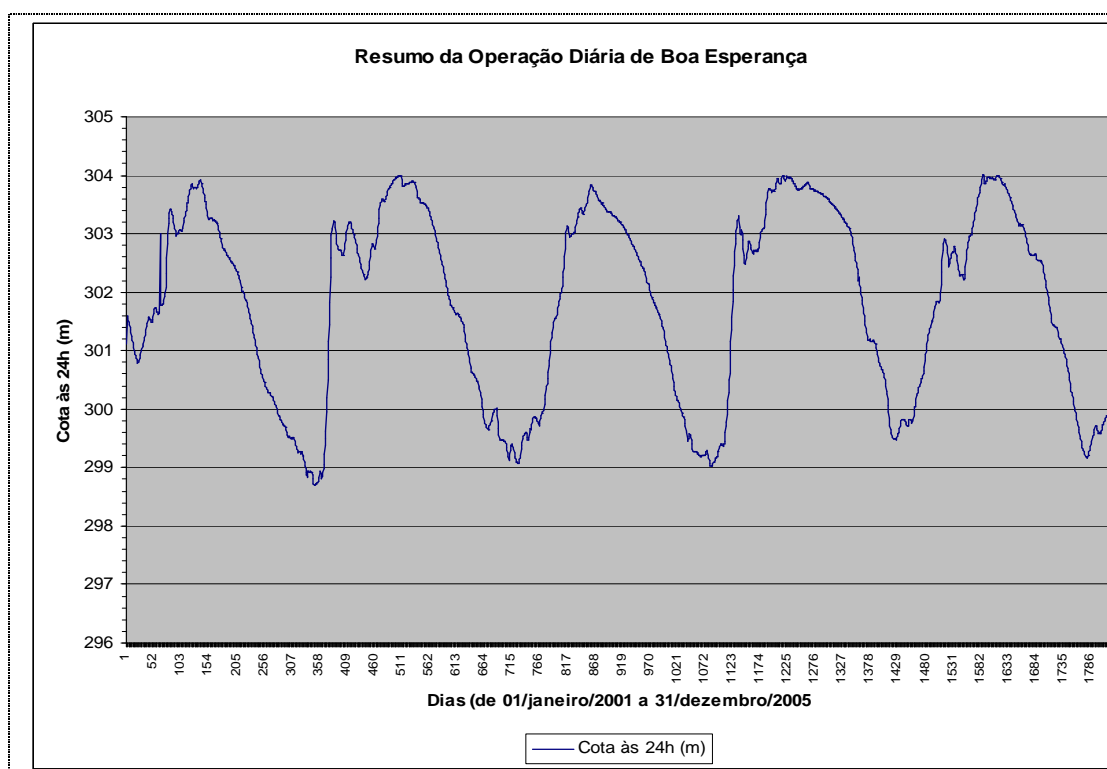
Os volumes de espera de final de mês do período úmido alocados no reservatório de Boa Esperança para controle de enchentes em Floriano e em Teresina, planejados e estabelecidos pelo ONS e pela CHESF como variáveis ano a ano, têm se situado nos anos mais recentes na ordem de grandeza dos valores apresentados no **Quadro 5.2-6**.

**Quadro 5.2-6** Programação de Volume de Espera da UHE Boa Esperança

Data	Cota (m)	Volume de espera (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
30 nov	302,91	410
31 dez	302,10	680
31 jan	302,10	680
28 fev	302,10	680
31 mar	302,10	680
30 abr	302,10	680
31 mai	304,00	0

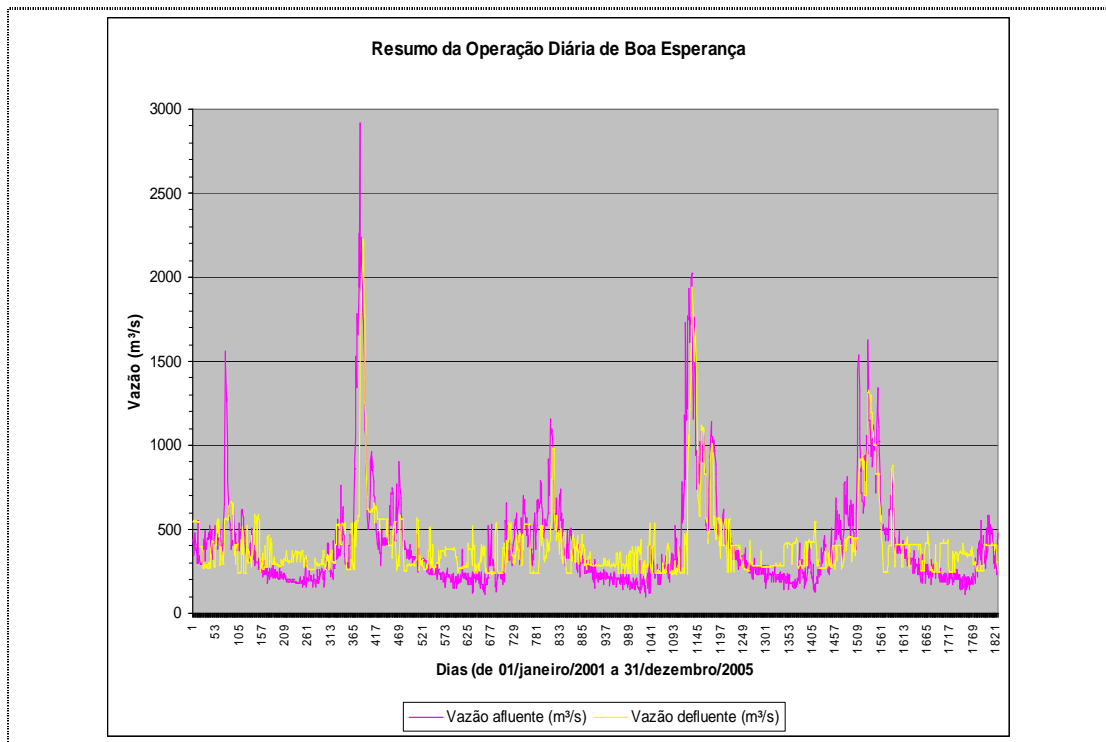
Fonte: CHESF/DOCH (2006)

Com base em um período típico de operação da UHE Boa Esperança, compreendido entre 01/janeiro/2001 a 31/dezembro/2005, são apresentados nos **gráficos 5.2-1 e 5.2-2**, a partir de informações fornecidas pela CHESF/DORH, a evolução temporal do nível d'água e o amortecimento das ondas de cheias, retratado de forma comparativa através das vazões afluentes e defluentes do reservatório. Nessas figuras pode ser apreciado o efeito da operação do reservatório de Boa Esperança na utilização do volume de espera para o corte dos picos de cheias afluentes nos períodos úmidos, e na utilização do volume armazenado de água para a regularização de vazões para geração de energia.



**Gráfico 5.2-1** Evolução das cotas de Boa Esperança

Fonte: Figura gerada a partir de dados da CHESF/DORH (2006)



**Gráfico 5.2-2** Evolução das Vazões Afluentes e Defluentes de Boa Esperança  
 Fonte: Figura gerada a partir de dados da CHESF/DORH (2006)

#### 5.2.4. Estudo de vazões mensais, vazões extremas, remanso, enchimento do reservatório e carga de sedimentos

A seguir são apresentados os tópicos relacionados especificamente ao futuro AHE Estreito, que integram as análises e as metodologias relacionadas à determinação das vazões médias no local do eixo, as vazões de projeto, as vazões sanitárias, as curvas características, os estudos de remanso, os estudos de enchimento, os estudos sedimentométricos e vida útil do empreendimento.

##### 5.2.4.1. Vazões Médias Mensais

Visando subsidiar o desenvolvimento dos estudos energéticos definiu-se para o local do eixo do AHE Estreito uma série de vazões médias mensais compreendendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

Considerando-se a proximidade da barragem de Estreito com o eixo do AHE Boa Esperança, foram utilizadas as séries de dados de vazões médias mensais deste aproveitamento e de Araçá, disponíveis no Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT, da Eletrobrás, como referência para a obtenção da série de vazões médias mensais para o local da barragem de Estreito.

A adoção desta sistemática se justifica em função dos seguintes fatores:

A extensão requerida para a geração da série de vazões no local do eixo extrapola a disponibilidade temporal de dados fluviométricos, verificando-se que grande parte das estações, inclusive as mais antigas, datam da década de 60.

O emprego de técnicas de modelagem matemática chuva-deflúvio na presente situação é prejudicado, em função da carência de dados de chuva cobrindo o período de observação

desde janeiro de 1931. As estações com estas características estão concentradas próximas aos divisores de águas das bacias contribuintes e grande parte nos domínios dos estados vizinhos do Ceará, Bahia e Pernambuco.

A diversidade climática da região impõe a necessidade de uma rede de estações pluviométricas, com densidade suficiente para retratar a variabilidade temporal e espacial das precipitações, atributos necessários à utilização de modelos do tipo chuva-vazão. Nestas condições, qualquer tentativa na aplicação de técnicas de simulação hidrológica não deverá acarretar qualquer melhoria na qualidade das informações atualmente disponíveis.

A solução proposta baseia-se nos valores de produtividades hídricas da parcela da área intermediária entre as localidades de Boa Esperança e Araçá, que dispõem de séries SIPOT, e que são transferidas para o local da barragem de Estreito através da aplicação da seguinte relação:

$$Q_{EST} = Q_{BE} + 0,4468 * (Q_A - Q_{BE})$$

nde:

$Q_{EST}$  = Vazão média mensal no local da barragem do AHE Estreito, em m<sup>3</sup>/s;

$Q_{BE}$  = Vazão média mensal em Boa Esperança, em m<sup>3</sup>/s e

$Q_A$  = Vazão média mensal em Araçá, em m<sup>3</sup>/s;

No **Quadro 5.2-7** é apresentada a série de vazões médias mensais afluentes estabelecida para o aproveitamento de Estreito compreendendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

**Quadro 5.2-7** Série de vazões médias mensais no local do AHE Estreito.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	362	358	553	862	722	413	301	260	249	254	431	700	455
1932	664	620	616	550	585	397	293	265	249	372	348	323	440
1933	378	759	902	981	942	482	312	260	224	268	579	983	589
1934	1087	1015	1317	647	480	258	250	251	254	253	456	1054	610
1935	1220	985	848	1043	654	363	257	251	166	294	495	665	603
1936	829	1298	710	894	613	275	250	238	226	209	565	739	571
1937	554	783	834	904	604	393	286	246	238	303	511	705	530
1938	1152	719	1093	878	498	332	241	229	212	256	251	641	542
1939	810	1224	1017	510	265	440	285	254	373	303	565	469	543
1940	1171	1258	1440	1147	386	258	249	228	273	259	566	651	657
1941	478	1107	1061	842	331	276	266	245	226	242	390	334	483
1942	743	900	791	409	338	252	233	227	231	366	607	919	501
1943	856	952	1214	860	345	268	256	246	228	244	533	778	565

Cont.

**Quadro 5.2-7** Série de vazões médias mensais no local do AHE Estreito.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1944	718	640	715	639	361	275	249	241	212	323	475	1020	489
1945	1061	986	984	1028	674	404	300	285	262	389	569	783	644
1946	654	859	859	744	438	349	285	289	262	256	570	528	508
1947	673	696	1342	1336	436	316	300	277	282	296	647	766	614
1948	711	606	935	717	500	299	290	273	273	356	323	859	512
1949	712	691	780	727	460	344	302	293	269	313	860	708	538
1950	540	675	788	831	440	285	275	261	260	303	481	692	486
1951	493	456	733	753	575	336	266	255	243	251	252	494	426
1952	558	640	972	739	457	300	248	230	293	284	366	745	486
1953	610	673	734	599	284	231	228	224	248	255	485	546	426
1954	511	793	782	574	386	264	241	233	224	193	504	462	431
1955	468	529	531	976	334	214	211	205	207	260	409	558	408
1956	507	564	729	456	381	266	239	229	209	232	664	780	438
1957	1237	717	1160	1122	446	306	283	258	270	286	357	657	592
1958	838	603	899	600	318	270	286	262	236	446	424	560	478
1959	813	744	865	451	352	289	243	238	224	300	446	420	449
1960	978	818	1868	1356	357	278	260	248	221	245	382	520	628
1961	632	1049	907	539	385	256	244	225	223	230	282	501	456
1962	833	866	1196	732	562	317	245	238	219	264	562	847	573
1963	632	1012	713	579	434	302	242	234	225	205	345	928	488
1964	1306	1270	1016	950	736	321	280	242	225	320	498	491	638
1965	549	596	721	988	470	267	260	226	186	398	479	385	460
1966	578	1182	755	632	358	282	235	212	231	307	480	700	496
1967	525	935	927	1163	450	284	239	239	252	275	676	821	566
1968	824	891	1041	533	410	306	280	253	226	318	709	710	542
1969	713	719	1031	429	405	300	253	227	214	261	420	750	477
1970	964	668	630	597	542	284	250	224	211	426	622	556	498
1971	493	627	653	816	422	304	255	237	226	335	533	536	453
1972	546	637	638	524	356	285	255	245	232	301	474	606	425
1973	608	548	769	709	431	317	270	254	216	430	461	641	471
1974	694	854	1493	1559	959	511	398	334	303	423	520	553	717
1975	623	786	850	878	526	378	370	293	253	386	454	542	528
1976	563	873	672	709	436	319	285	270	256	476	502	516	490
1977	683	753	661	828	736	415	334	290	289	393	399	592	531
1978	961	808	1453	877	913	467	368	330	296	385	426	643	661

Cont



**Quadro 5.2-7** Série de vazões médias mensais no local do AHE Estreito.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1979	953	1496	821	714	601	392	345	336	338	366	514	494	614
1980	843	2064	1278	637	444	382	347	313	353	368	572	685	690
1981	714	592	1132	1117	450	368	326	307	273	367	599	491	561
1982	1017	747	865	700	403	328	311	296	296	314	337	381	500
1983	609	897	775	558	350	311	286	264	260	301	368	637	468
1984	536	604	809	1106	463	322	276	246	285	309	333	408	475
1985	1052	1433	1312	2147	934	549	424	373	348	453	542	1140	892
1986	1190	1082	1329	1028	652	469	400	355	327	464	450	506	688
1987	585	492	969	834	498	349	310	293	278	329	431	568	495
1988	595	613	1126	966	512	367	311	286	250	315	377	714	536
1989	552	593	953	1142	747	424	343	311	302	354	538	1145	617
1990	962	754	839	638	414	326	322	266	280	347	378	425	496
1991	913	674	760	781	454	334	301	269	259	264	406	413	485
1992	730	1217	505	525	345	279	250	237	245	247	393	575	462
1993	466	616	535	470	358	266	245	231	241	279	317	411	369
1994	556	590	924	747	380	330	280	235	216	232	339	492	443
1995	690	641	655	982	655	382	301	253	229	243	377	529	495
1996	633	548	727	712	494	330	288	238	221	294	468	405	447
1997	811	548	1024	1011	625	362	291	272	260	293	294	449	520
1998	527	459	508	347	309	241	223	202	194	220	366	457	338
1999	507	500	763	382	373	260	226	210	227	236	463	760	409
2000	844	1005	997	835	468	323	305	256	243	238	367	710	549
2001	423	510	758	536	394	309	267	229	243	264	355	457	395
2002	1704	745	558	595	377	303	260	230	242	222	300	407	495
2003	584	593	832	572	387	306	248	232	221	221	303	327	402
2004	1056	1660	1039	576	380	300	269	244	211	274	261	398	556
2005	590	829	1043	724	533	342	284	260	236	205	327	445	485
<b>Mínima</b>	<b>362</b>	<b>358</b>	<b>505</b>	<b>347</b>	<b>265</b>	<b>214</b>	<b>211</b>	<b>202</b>	<b>166</b>	<b>193</b>	<b>251</b>	<b>323</b>	<b>338</b>
<b>Média</b>	743	817	907	795	487	328	281	258	249	304	455	616	520
<b>Máxima</b>	1704	2064	1868	2147	959	549	424	373	373	476	860	1145	892

Verifica-se que a vazão média de longo termo obtida no período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005 foi de 520 m<sup>3</sup>/s; a menor vazão média mensal, 166 m<sup>3</sup>/s, ocorreu em setembro de 1935 e a maior vazão média mensal foi 2.147 m<sup>3</sup>/s, ocorrida em abril de 1985.

O ano mais seco foi 1998, com vazão média anual de 338 m<sup>3</sup>/s, e o ano mais úmido foi 1985, com vazão média anual de 892 m<sup>3</sup>/s.

No **Quadro 5.2-8** são apresentados os valores das vazões mínimas, médias e máximas mensais obtidas ao longo da série gerada no local do AHE Estreito. Para as vazões médias mensais, é indicada também a produtividade hídrica da bacia hidrográfica contribuinte, expressa em l/s/km<sup>2</sup>, considerando a área de drenagem da bacia de 153.376 km<sup>2</sup>.

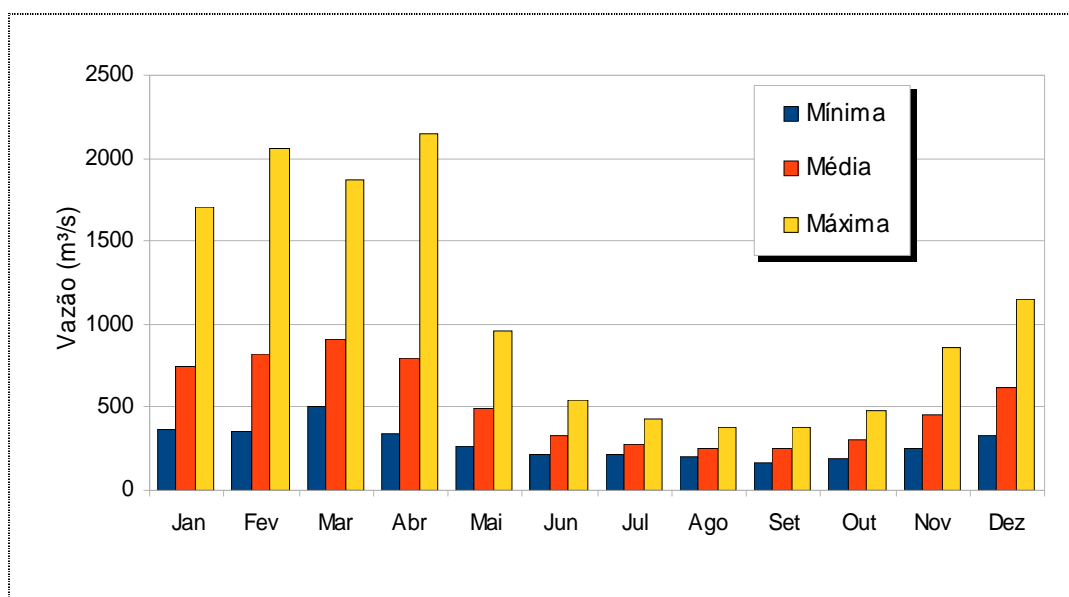
**Quadro 5.2-8** Vazões médias mensais geradas no local do AHE Estreito.

Mês	Mínima (m <sup>3</sup> /s)	Média		Máxima (m <sup>3</sup> /s)
		(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )	
Janeiro	362	743	4,84	1704
Fevereiro	358	817	5,33	2064
Março	505	907	5,91	1868
Abril	347	795	5,18	2147
Mai	265	487	3,18	959
Junho	214	328	2,14	549
Julho	211	281	1,83	424
Agosto	202	258	1,68	373
Setembro	166	249	1,62	373
Outubro	193	304	1,98	476
Novembro	251	455	2,97	860
Dezembro	323	616	4,02	1145
<b>Ano</b>	<b>338</b>	<b>520</b>	<b>3,39</b>	<b>892</b>

Fonte: CNEC – 2008.

### Histograma de Vazões Médias Mensais Afluentes ao AHE Estreito

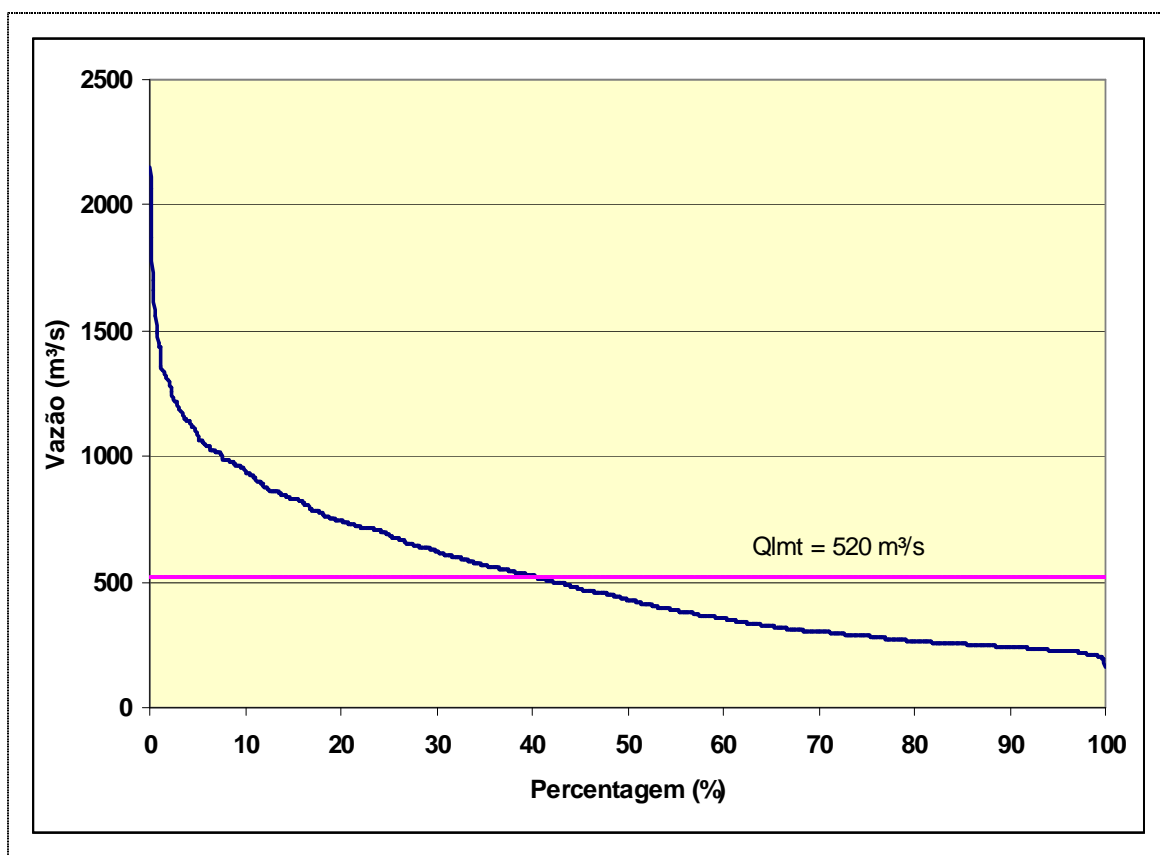
No **Gráfico 5.2-3** a seguir é apresentado o histograma de vazões médias mensais retratando o comportamento sazonal de vazões.



**Gráfico 5.2-3.** Histograma de Vazões Médias Mensais - AHE Estreito.

### Curva de Permanência de Vazões Mensais Afluentes ao AHE Estreito

No **Gráfico 5.2-4** a seguir é representada a curva de permanência de vazões médias mensais para o local do AHE Estreito, construída segundo o método de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das vazões mensais no período histórico. Para cada valor é atribuída uma porcentagem calculada pela relação entre seu número de ordem e o número total de elementos da série acrescido de 1. Assim, é possível observar as porcentagens do tempo em que as vazões igualam ou superam um determinado valor de interesse. A curva de permanência foi construída a partir da série de vazões médias mensais geradas para o local do aproveitamento, abrangendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005.



**Gráfico 5.2-4** Curva de Permanência de Vazões Mensais.

No **Quadro 5.2-9** a seguir, são apresentados os resultados numéricos correspondentes a alguns valores apurados neste processamento.

- **Vazão  $Q_{90\%}$**

É a vazão determinada estatisticamente, para um certo período de observação num posto fluviométrico, em que em 90 % daquele período de tempo as vazões foram iguais ou superiores a ela. Em outras palavras, pode-se aceitar que existe um nível de 90% de garantia de que naquela seção do curso d'água as vazões sejam maiores do que o  $Q_{90\%}$ .

Para o AHE Ribeiro Gonçalves o valor de  $Q_{90\%}$  obtido pela curva de permanência foi de  $Q_{90\%} = 242 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Quadro 5.2-9** Permanência de vazões médias mensais.

Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)	Porcentagem do Tempo	Vazão (m³/s)
100	166	50	431
95	227	45	475
90	242	40	526
85	253	35	566
80	265	30	623
75	284	25	691
70	301	20	744
65	323	15	833
60	355	10	950
55	386	5	1093

Fonte: CNEC – 2008.

#### ▪ Curva Cota-Área-Volume do Reservatório

A curva cota-área-volume do reservatório do AHE Estreito foi definida a partir de áreas obtidas das restituições aerofotogramétricas na escala 1:10.000 e curvas de nível a cada 5 metros. O fundo do reservatório foi considerado na elevação 85,00 m onde a área e o volume foram admitidos nulos.

No processo utilizado, o volume compreendido entre duas cotas sucessivas foi determinado pelo produto da área média (média aritmética das áreas correspondentes a cada uma das cotas), pela altura (diferença entre duas cotas sucessivas consideradas).

O volume correspondente a uma determinada cota  $i$  foi calculado pela seguinte expressão:

$$V_i = V_{i-1} + \frac{1}{2} \{ [A_i] + [A_{i-1}] \} * d$$

Onde:

$V_i$  = Volume correspondente à cota  $i$ ;

$V_{i-1}$  = Volume correspondente à cota  $i-1$  (imediatamente anterior);

$A_i$  = Área correspondente à cota  $i$ ;

$A_{i-1}$  = Área correspondente à cota  $i-1$ ;

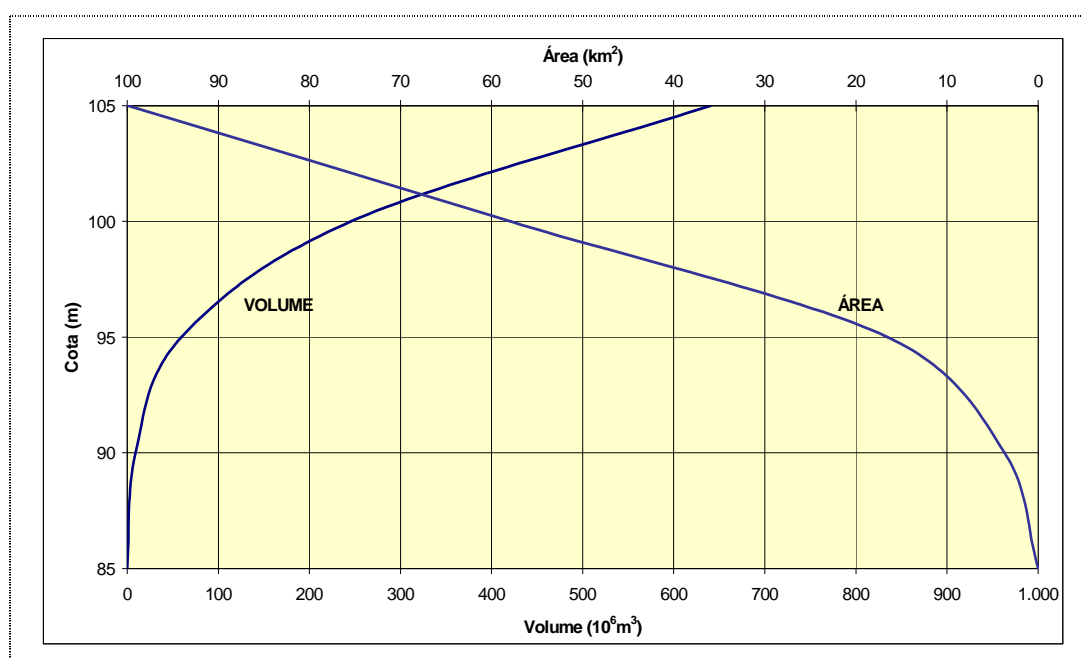
$d$  = diferença entre duas cotas sucessivas.

Os valores resultantes do processamento realizado são apresentados a seguir (**Quadro 5.2.10 e Gráfico 5.2-5**).

**Quadro 5.2-10** Curva cota – Área – Volume do reservatório de Estreito.

Cota (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
85,00	0,000	0,000
90,00	3,664	9,161
95,00	16,525	59,636
100,00	57,936	245,789
101,00	66,33	308,000
105,00	99,885	640,343

Fonte: CNEC (2005).


**Gráfico 5.2-5.** Curva Cota – Área – Volume do Reservatório de Estreito.

### ▪ Tempo de Residência

O tempo de residência é definido como o intervalo de tempo que uma determinada massa de água permanece no reservatório desde a sua chegada até a sua saída. Foi determinado pela razão entre o volume do reservatório no nível d'água máximo normal e a vazão média de longo termo, conforme apresentado no **Quadro 5.2.11** a seguir.

**Quadro 5.2.11** Tempo de residência.

Dados Operacionais da AHE Estreito		
Nível d'Água Máximo Normal	101,00	m
Volume Nível d'Água Máximo Normal	308 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Vazão Média de Longo Termo	520	m <sup>3</sup> /s
Tempo de Residência	7	dias

Fonte: CNEC – 2008.

#### ▪ Curva-Chave do Canal de Fuga

A curva-chave do canal de fuga do AHE Estreito foi baseada em dados observados na estação fluviométrica de Estreito, código PB-FDS-05, instalada pela CHESF e de dados fluviométricos disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas - SIH da ANA – Agência Nacional de Águas.

Do local da estação fluviométrica instalada no canal de fuga, foram consideradas as seguintes informações:

Dados de leitura de régua limnimétrica, com observações diárias realizadas às 7 e 17 horas, conforme sistemática adotada pela ANA e no período de novembro de 2004 a outubro de 2005.

Dados de campanhas de medições de descarga líquida, com valores de níveis d'água, referidos ao RN do IBGE e

Elementos hidráulicos e geométricos obtidos dos levantamentos topobatimétricos de seção transversal do rio Parnaíba. A partir desses dados foi definida uma função relacionando a vazão e a correspondente cota do nível d'água, utilizando-se a equação de Manning aliada à expressão da continuidade.

Adicionalmente, foram considerados também os dados disponíveis da estação fluviométrica de Barão de Grajaú – Código: 34311000, o que incluem os dados de leitura de régua, vazões médias diárias, dados de seções transversais e medições de descarga líquida.

Na definição da curva-chave adotou-se os critérios e normas recomendadas pela ANA, utilizando-se como base os pares de pontos de níveis d'água e de vazões obtidas para o local do canal de fuga, aos quais foi ajustada uma curva do tipo potencial. A equação da curva-chave do canal de fuga resultante, já referenciada ao RN oficial do IBGE resultou:

$$Q = 21,642 \times [H - 84]^{2,2366}$$

Onde:

$Q$  = vazão, em  $m^3/s$ ;

$H$  = cota do nível d'água, em  $m$ .

Os pares de valores de cota do nível d'água e de vazão, abrangendo o nível correspondente à cheia decamilenar, são apresentados na **Quadro 5.2.12**.

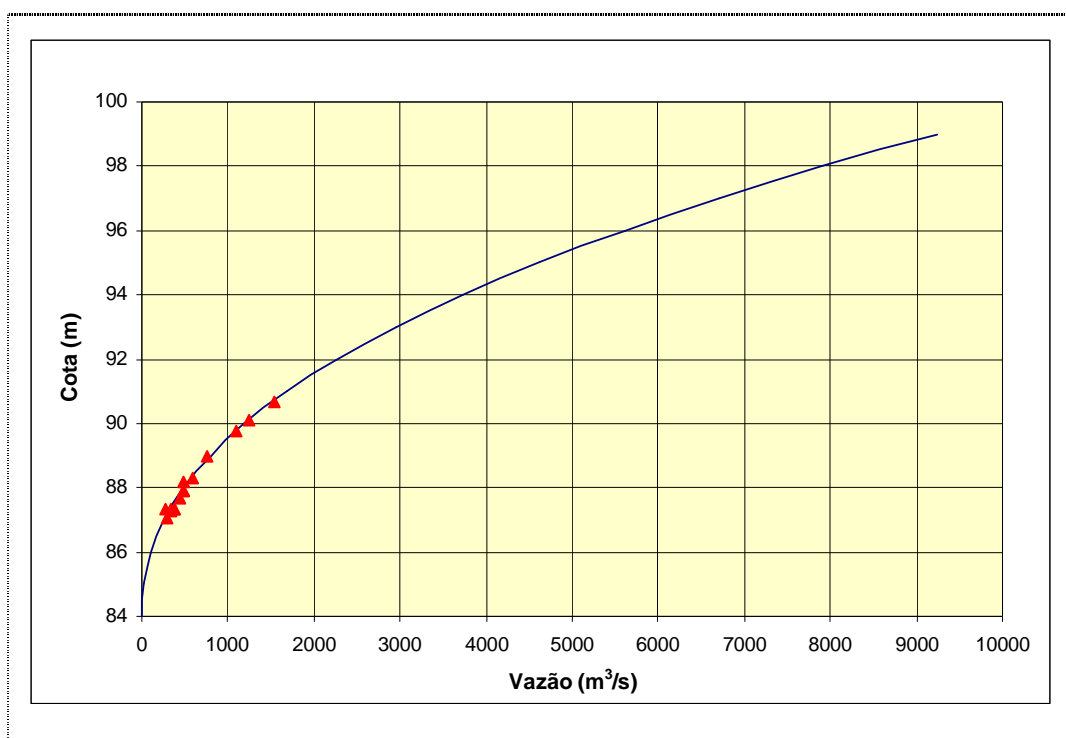


**Quadro 5.2.12** Curva-Chave do Canal de Fuga.

Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
84,00	0	92,00	2.265
85,00	21,6	93,00	2.948
86,00	102	94,00	3.732
87,00	253	95,00	4.618
88,00	481	96,00	5.610
89,00	792	97,00	6.710
90,00	1.190	98,00	7.920
91,00	1.680	99,00	9.242

Fonte: CNEC (2005).

No **Gráfico 5.2-6** a seguir é ilustrada a representação gráfica da curva-chave do canal de fuga, onde estão assinalados os pontos com medição de descarga líquida oriundos dos levantamentos de campo.



**Gráfico 5.2-6.** Curva-Chave do Canal de Fuga.

#### 5.2.4.2. Vazões Extremas

Para a determinação das vazões máximas de projeto associadas a diversas recorrências para o local do AHE Estreito, procedeu-se ao cálculo dos principais parâmetros estatísticos das vazões máximas anuais, obtidas a partir da série de descargas diárias reconstituídas para o local do eixo do AHE Estreito, já que as vazões deste local são afetadas pela operação hidráulica do AHE Boa Esperança.

A reconstituição da série de vazões naturais foi desenvolvida através do emprego de técnicas de modelagem matemática, utilizando-se como ferramenta um modelo de simulação baseado na conceituação matemática da onda cinemática, que considera em sua formulação as seguintes equações:

- Continuidade:  $dQ / dx + dA / dt = q$

- Dinâmica:  $S_0 = S_F$

A declividade de fricção é aproximada por uma equação de movimento uniforme resultando na relação entre a área e a vazão, qual seja:

$$A = \alpha \times Q^\beta$$

Onde:

**Q** = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

**A** = área da seção transversal de escoamento, em m<sup>2</sup>;

**x** = comprimento longitudinal do trecho, em km;

**t** = tempo, em s;

**q** = vazão lateral, em m<sup>3</sup>/s;

**S<sub>0</sub>** = declividade do fundo, em m/m;

**S<sub>F</sub>** = declividade da linha d'água, em m/m;

**α e β** = coeficientes numéricos da equação definidos durante o processo de calibragem do modelo.

O sistema de equações apresentado é resolvido numericamente pelo modelo de simulação através do emprego de técnicas de diferenças finitas.

Nas definições dos dados de entrada do módulo hidráulico são informados, para cada trecho de rio, os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  relacionando a área da seção molhada e a vazão.

Os parâmetros de calibragem  $\alpha$  e  $\beta$  foram definidos com base nos dados disponíveis na estação fluviométrica de Barão de Grajaú, operadas pela ANA – Agência Nacional de Águas.

Na **Figura 5.2-4** é apresentado o esquema topológico considerado nos trabalhos de modelagem matemática. Neste processo, o curso d'água à jusante da UHE Boa Esperança, até o eixo do aproveitamento de Estreito, foi subdividido em 6 trechos de rio, onde foram realizados o traslado e o amortecimento das ondas de cheias.

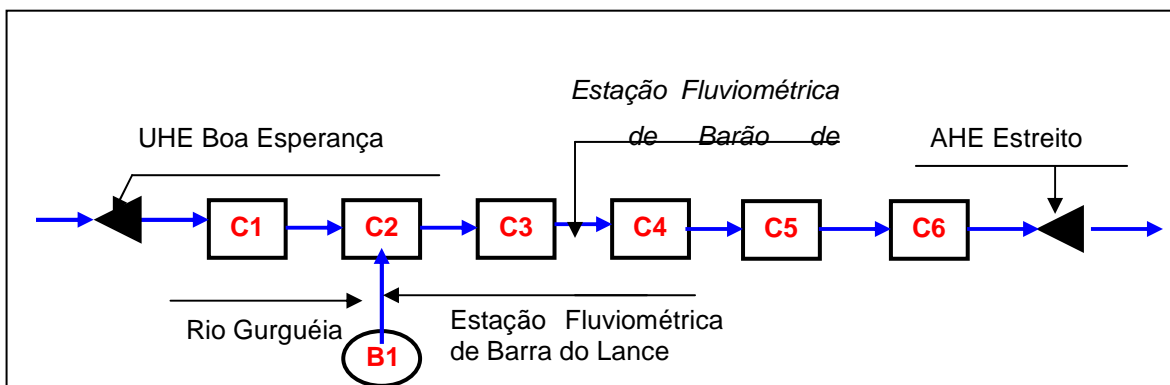


Figura 5.2-4. Esquema Topológico da Modelagem Matemática.

No processo de modelagem foram consideradas as vazões médias diárias afluentes à UHE Boa Esperança e as contribuições provenientes das bacias laterais ao curso do rio Parnaíba, onde se destaca o rio Gurguéia, complementando desta forma a área intermediária de abrangência das bacias contribuintes até o eixo do AHE Estreito.

No **Quadro 5.2-13** são apresentados para cada trecho de rio, os valores dos parâmetros numéricos  $\alpha$  e  $\beta$  e do comprimento considerado como parâmetro de entrada do modelo.

**Quadro 5.2-13** Parâmetros de Entrada do Modelo.

Trecho	$\alpha$	$\beta$	Comprimento (km)
C1	3,0	0,75	22
C2	3,0	0,75	22
C3	3,0	0,75	22
C4	3,0	0,75	22
C5	3,0	0,75	22
C6	3,0	0,75	29

Fonte: CNEC (2005).

Considerando o período comum de dados de vazões afluentes a UHE Boa Esperança e da estação fluviométrica de Barra do Lance, foi possível compor uma série de 33 anos de dados de vazões médias diárias, cobrindo o período de 01/01/1973 a 30/11/2005, para ser utilizada nas análises. Com base nessa série, foram pesquisados os valores das vazões máximas diárias ocorridas em cada ano hidrológico (período setembro – agosto).

No **Quadro 5.2.14** são apresentados os valores das vazões máximas anuais dispostas em ordem decrescente, e as respectivas determinações da média, do desvio padrão e do coeficiente de assimetria da amostra.

**Quadro 5.2.14** Vazões máximas anuais no eixo de Estreito.

Ordem	Ano hidrológico		Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Ordem	Ano Hidrológico		Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)
1	1979	1980	3.458,9	18	1981	1982	1.483,4
2	1984	1985	3.077,9	19	1987	1988	1.406,9
3	1977	1978	2.661,1	20	1999	2000	1.385,7
4	2001	2002	2.623,5	21	1986	1987	1.365,3
5	1996	1997	2.582,3	22	1982	1983	1.323,8
6	1978	1979	2.480,3	23	1988	1989	1.297,2
7	2003	2004	2.349,9	24	1972	1973	1.220,6
8	1973	1974	2.230,0	25	1994	1995	1.194,9
9	1989	1990	2.103,9	26	1975	1976	1.177,2
10	1980	1981	2.047,8	27	1993	1994	1.175,0
11	1985	1986	2.036,8	28	2002	2003	1.152,7
12	1991	1992	1.859,6	29	1998	1999	1.047,3
13	2004	2005	1.644,0	30	1974	1975	1.040,4
14	1976	1977	1.640,6	31	1995	1996	888,6
15	2000	2001	1.518,2	32	1992	1993	875,1
16	1990	1991	1.515,0	33	1997	1998	684,0
17	1983	1984	1.514,8				
<b>5.1.1. Média (m<sup>3</sup>/s)</b>			<b>1.698,9</b>				
<b>Desvio Padrão (m<sup>3</sup>/s)</b>			<b>675,5</b>				
<b>Coef. de Assimetria</b>			<b>0,85</b>				

Fonte: CNEC – 2006.

No **Quadro 5.2.15** são apresentadas as vazões máximas de projeto associadas a diversos períodos de retorno, considerando-se e a aplicação da distribuição exponencial.

**Quadro 5.2.15** Vazões máximas de projeto no AHE Estreito.

Período de Retorno (anos)	Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
2	1.492
5	2.111
10	2.579
25	3.198
50	3.666
100	4.134
200	4.603
500	5.222
1.000	5.690
2.000	6.158
5.000	6.777
10.000	7.245

Fonte: CNEC (2005).

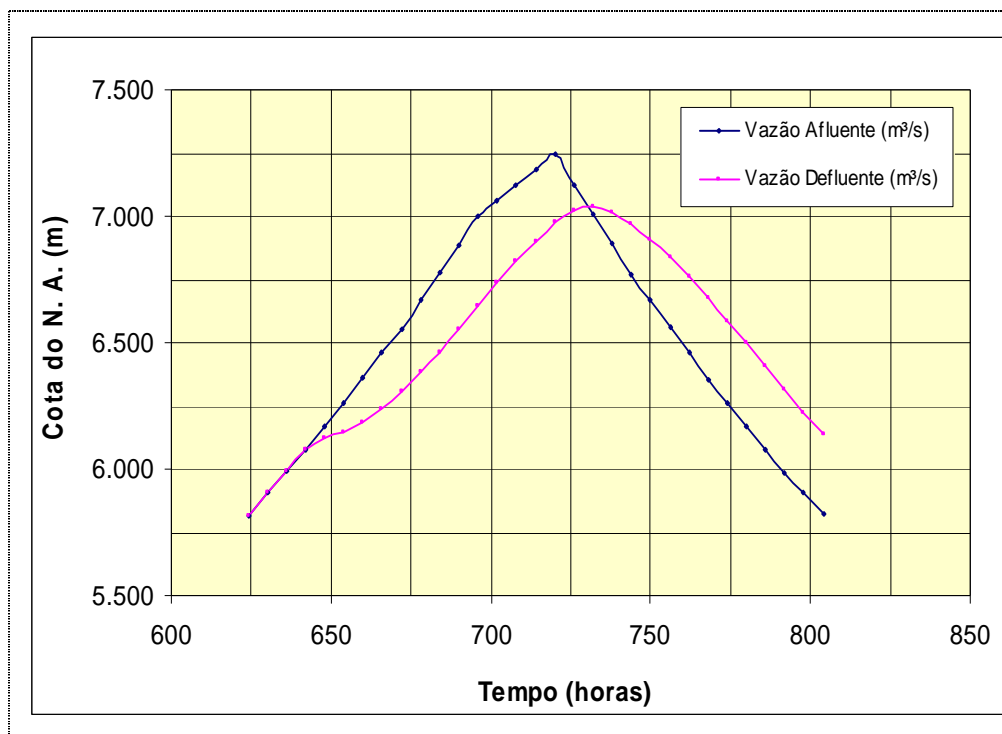
### 5.2.4.3. Amortecimento da Onda de Cheia de Projeto do Vertedor da Barragem

Os estudos de amortecimento visaram determinar a sobrelevação do nível d'água no reservatório quando da afluência de uma onda de cheia decamilenar, utilizando-se como ferramenta, técnicas de modelagem matemática.

O amortecimento da cheia de projeto baseou-se na resolução iterativa da equação da continuidade, onde se considera em cada passo de tempo, as vazões afluentes e defluentes e a variação do volume d'água do reservatório. Neste processo, são consideradas a curva cota-volume do reservatório e a curva cota-descarga do vertedor.

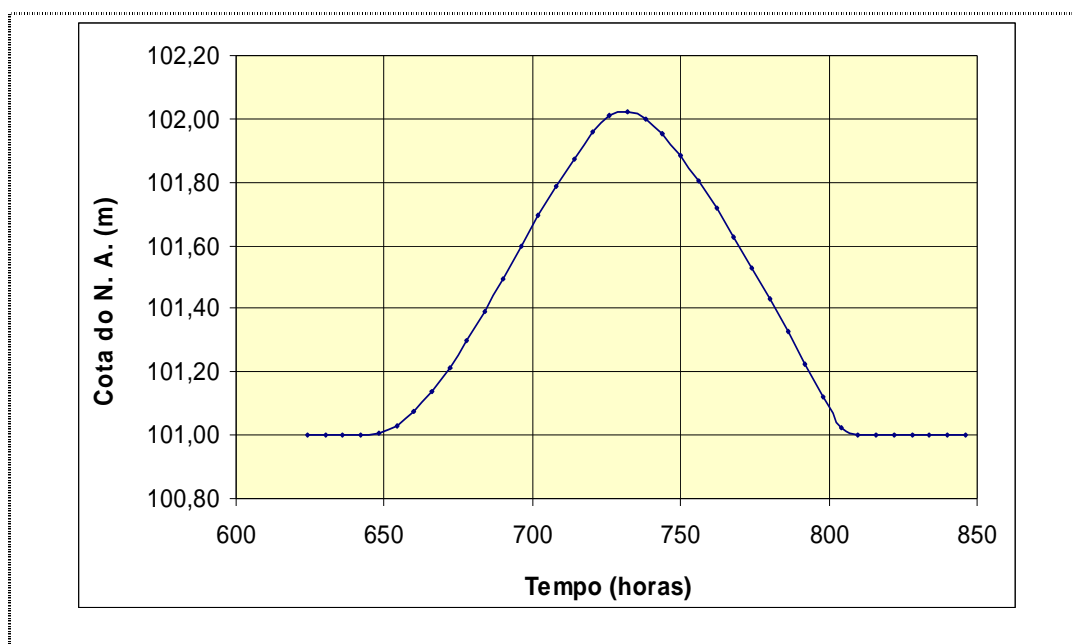
O vertedouro do AHE Estreito possui 10 vãos, com 11,00m de altura e 9,00m de largura cada um, controlados por comportas tipo segmento e soleira vertente com perfil tipo Creager com a crista na elevação 90,00m. Para vazões de até 6.117m<sup>3</sup>/s, o nível d'água do reservatório é controlado pelas comportas e é mantido na cota do nível d'água máximo normal de 101,00m. Para vazões acima deste valor, o controle do nível d'água do reservatório é realizado pelo vertedouro com as comportas totalmente abertas.

Para a onda de cheia decamilenar, cuja vazão de pico atinge 7.245m<sup>3</sup>/s, é amortecida no reservatório com sobrelevação de 1,02m acima do nível máximo normal (101,00m), assim o nível d'água atinge a elevação máxima de 102,02m; nessa situação a vazão máxima descarregada é de 7.035m<sup>3</sup>/s. Com base nesse estudo o nível d'água máximo Maximorum foi estabelecido na elevação 102,10m. No **Gráfico 5.2-7** estão representadas as ondas de cheias decamilenar afluente e defluente e no **Gráfico 5.2-8**, a correspondente evolução do nível d'água no reservatório.



**Gráfico 5.2-7.** Amortecimento da Onda de Cheia Decamilenar.

Fonte: CNEC (2005).



**Gráfico 5.2-8.** Evolução do Nível d'Água no Reservatório – Cheia Decamilenar

Fonte: CNEC (2005).

As figuras acima apresentadas ilustram a baixa capacidade do reservatório em amortecer as ondas de cheias. No caso da vazão decamilenar, verifica-se um efeito regulador somente a partir de 6.079 m<sup>3</sup>/s e abatimento máximo de apenas 210 m<sup>3</sup>/s para a onda de cheia decamilenar.

#### 5.2.4.4. Vazões Mínimas

As vazões de estiagem foram estimadas através de um estudo estatístico das mínimas médias móveis para duração de 7 dias consecutivos, selecionadas em cada ano e definidas a partir da série histórica observada de vazões diárias da estação fluviométrica de Barão de Grajaú. A amostra de dados obtida da pesquisa é apresentada no **Quadro 5.2-16**.

**Quadro 5.2-16** Vazões mínimas anuais com sete dias de duração.

Ano	Q <sub>min, 7dias</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Ano	Q <sub>min, 7dias</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1983	256,6	1995	298,6
1984	264,2	1996	277,7
1985	312,6	1997	324,0
1986	365,3	1998	265,3
1987	339,2	1999	289,6
1988	289,0	2000	279,7
1989	291,3	2001	310,1
1990	287,8	2002	295,1
1991	302,1	2003	298,4
1992	295,2	2004	309,0
1993	292,8	2005	288,9
1994	275,8		

Fonte: CNEC (2005).



Através da aplicação da distribuição estatística de Gumbel, calculou-se a vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos,  $Q_{7,10}$  para o local da estação fluviométrica, que resultou em 264,4 m<sup>3</sup>/s.

As vazões mínimas  $Q_{7,10}$  no local no eixo de Estreito, foi obtida através da relação entre a área de drenagem do local do aproveitamento (153.376 km<sup>2</sup>) e a estação fluviométrica de Barão de Grajaú (140.707 km<sup>2</sup>), ou seja:  $Q_{7,10} = 288$  m<sup>3</sup>/s.

#### 5.2.4.5. Remanso

Os estudos de remanso foram desenvolvidos para o trecho do rio Parnaíba, considerando os cursos d'água em condições naturais e com a presença do futuro reservatório do AHE Estreito e, para cada uma destas situações, considerou-se a afluência de cheias de projeto associadas a diversos períodos de recorrência além da vazão média de longo período. Como produto, foram estabelecidas as correspondentes linhas d'água para subsidiarem as análises de ordem socioeconômica e ambiental na área de influência do aproveitamento.

As análises foram fundamentadas no emprego de técnicas de modelagem matemática, utilizando-se como ferramenta o modelo HEC-RAS: River Analysis System, do U.S. Corps of Engineers (Hydrologic Engineer Center).

As linhas d'água de remanso foram calculadas considerando-se duas hipóteses: a primeira hipótese considera o curso d'água em condições naturais e a segunda considera o curso d'água alterado pela implantação do reservatório. Para cada hipótese, foram admitidas aflúências das vazões com períodos de recorrência de 2, 10, 25, 50, 100, 1.000, 5.000 e 10.000 anos, em "regime permanente". As análises incluem também o traçado da linha d'água referenciada a vazão média de longo período no local do eixo, definida igual a 494 m<sup>3</sup>/s.

O trecho do rio Parnaíba considerado na modelagem matemática tem início no local previsto para o barramento e estende-se por 72,3km para montante, passando pelos municípios de Barão de Grajaú (MA), Floriano (PI), São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI).

Para a composição dos dados de entrada do modelo de simulação, foram considerados os dados disponíveis das estações fluviométricas operadas pela ANA, informações decorrentes dos levantamentos de campo e elementos diversos obtidos nos trabalhos de coleta de dados, tais como:

- Plantas do levantamento planialtimétrico do sítio do aproveitamento, incluindo-se a área abrangida pelo canal de fuga, elaboradas na escala 1:2.000;
- Plantas do levantamento planialtimétrico compreendendo a área de influência do futuro reservatório, elaboradas na escala 1:10.000;
- Dados cartográficos disponíveis, representados pelas bases de levantamentos aerofotogramétricos do IBGE, disponibilizados nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000;
- Levantamento topobatimétrico de 10 seções transversais ao longo do rio Parnaíba, no trecho a montante do local do eixo do AHE Estreito;
- Distância entre duas seções consecutivas obtidas através da restituição aerofotogramétrica;
- Dados da curva-chave definida para o local do canal de fuga do AHE Estreito;

- Pontos atingidos por cheias excepcionais ocorridas no passado, pesquisados junto à população das localidades de São Francisco do Maranhão, Floriano e Barão de Grajaú, e que foram devidamente amarrados topograficamente;
- Dados operacionais do reservatório e curva de descarga do vertedouro do AHE Estreito e
- Dados complementares obtidos durante as inspeções de campo.

O esquema topológico considerado no processo de modelagem compreendeu 10 seções transversais situadas entre o eixo de Estreito e o eixo inventariado de Cachoeira.

A calibragem foi realizada através do ajuste do coeficiente da fórmula de Manning, onde por um processo iterativo, são ajustados os valores simulados com os observados. No trecho abrangido pelo remanso de Estreito, foram utilizados como referência, os dados disponíveis de níveis d'água decorrentes das cheias históricas ocorridas no passado, cujos pontos foram identificados e amarrados topograficamente no âmbito deste estudo de viabilidade.

Como condições de contorno de jusante, considerou-se os dados da curva-chave definida para o local do canal de fuga e, à montante, dados de vazões aplicados em condição de regime permanente e uniforme.

Através de um processo de tentativas, atingiu-se o melhor ajuste do modelo, com valor do coeficiente da fórmula de Manning igual a 0,033 para o leito do rio e 0,038 para cada uma das margens, adequado às faixas de níveis d'água e de vazões consideradas no processo de calibragem.

A partir do modelo calibrado, realizou-se o cálculo dos níveis d'água em cada seção considerada na modelagem, impondo-se, em regime permanente, valores de vazões na seção topobatimétrica mais à montante, e níveis d'água à jusante, junto ao eixo do AHE Estreito.

Os níveis d'água à jusante foram estabelecidos em função de dois cenários analisados:

- Para as condições naturais, considerou-se a curva-chave do canal de fuga estabelecida para o AHE de Estreito e
- Com a implantação do reservatório, utilizou-se a curva de descarga do vertedouro. Para vazões de até 6.117 m<sup>3</sup>/s, o nível d'água do reservatório é controlado pelas comportas e é mantido na cota do nível d'água máximo normal de 101,00 m. Para vazões acima deste valor, o controle do nível d'água é realizado pelo vertedouro com as comportas totalmente abertas. Neste caso, considerou-se, para cada período de retorno, a cota do nível d'água máximo atingido pela da passagem da onda de cheia pelo vertedouro resultante de simulação.

Os valores respectivos das condições de contorno de montante e de jusante adotadas nas simulações são apresentados no **Quadro 5.2-17**.

**Quadro 5.2-17** AHE Estreito - condições de contorno.

Período de Retorno (anos)	Condição de Contorno		
	Montante	Jusante: Nível d'água (m)	
	Vazão Afluente (m <sup>3</sup> /s)	Condição natural	Com Reservatório
Vazão Média de Longo Período	520	88,14	101,00
10	2.579	92,48	101,00
50	3.666	93,92	101,00
1.000	5.690	96,08	101,00
<b>10.000</b>	7.245	97,45	<b>102,02</b>

Fonte: CNEC – 2006.

As linhas de remanso para as condições naturais e com a existência do AHE Estreito são mostradas nos **Quadros 5.2-18 e 5.2-19** e nos **Gráficos 5.2-9 e 5.2-10**.

**Quadro 5.2-18** Curvas de Remanso – Condições Naturais.

Seção	Distância (m)	Cota do Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Vazão Média	Tempo de Recorrência TR (anos)				
				10	50	1.000	10.000	
01	Eixo	0	84,09	88,14	92,48	93,92	96,08	97,45
02	M110D – M109E	1.428	84,14	88,43	93,18	94,78	97,09	98,33
03	M107D – M108E	7.369	85,97	89,29	94,17	95,72	97,95	99,21
04	M106D – M105E	17.147	86,77	90,88	96,01	97,55	99,49	100,64
05	M103D – M104E	29.900	88,9	92,98	97,89	99,16	100,77	101,77
06	M102D – M101E	39.204	91,16	95,26	99,63	100,54	101,87	102,75
07	M99D – M100E	49.753	93,14	97,63	102,39	103,32	104,37	105,03
08	M98D – M97E	62.294	96,03	100,63	105,65	107,09	108,98	110,06
09	M95D – M96E	69.868	95,61	102,20	107,10	108,67	110,70	111,83
10	M93D – M94E	80.073	100,63	104,40	109,17	110,78	112,84	114,00

**Quadros 5.2-19** Curvas de Remanso – Com o AHE Estreito.

Seção	Distância (m)	Cota do Fundo do Canal (m)	Cota do Nível d'água (m)					
			Vazão Média	Tempo de Recorrência TR (anos)				
				10	50	1.000	10.000	
01	Eixo	0	84,09	101,00	101,00	101,00	101,00	102,02
02	M110D – M109E	1.428	84,14	101,00	101,02	101,05	101,12	102,16
03	M107D – M108E	7.369	85,97	101,00	101,08	101,15	101,36	102,44
04	M106D – M105E	17.147	86,77	101,01	101,19	101,37	101,80	102,91
05	M103D – M104E	29.900	88,9	101,01	101,32	101,60	102,24	103,32
06	M102D – M101E	39.204	91,16	101,02	101,53	101,94	102,76	103,79
07	M99D – M100E	49.753	93,14	101,08	102,39	103,11	104,38	105,03
08	M98D – M97E	62.294	96,03	101,61	105,65	107,10	108,99	110,06
09	M95D – M96E	69.868	95,61	102,45	107,10	108,67	110,70	111,83
10	M93D – M94E	80.073	100,63	104,38	109,17	110,79	112,84	114,00

Fonte: CNEC – 2008.

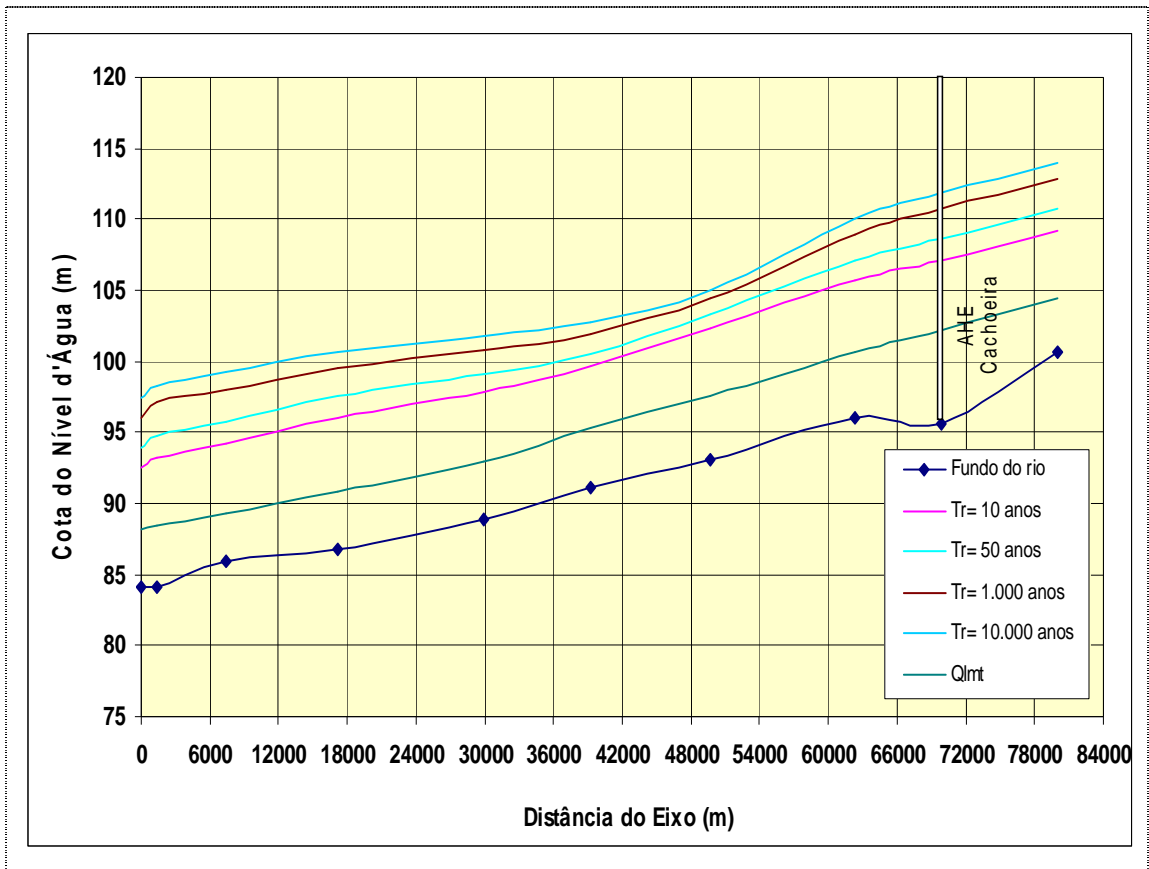


Gráfico 5.2-9 Curvas de Remanso – Condições Naturais.

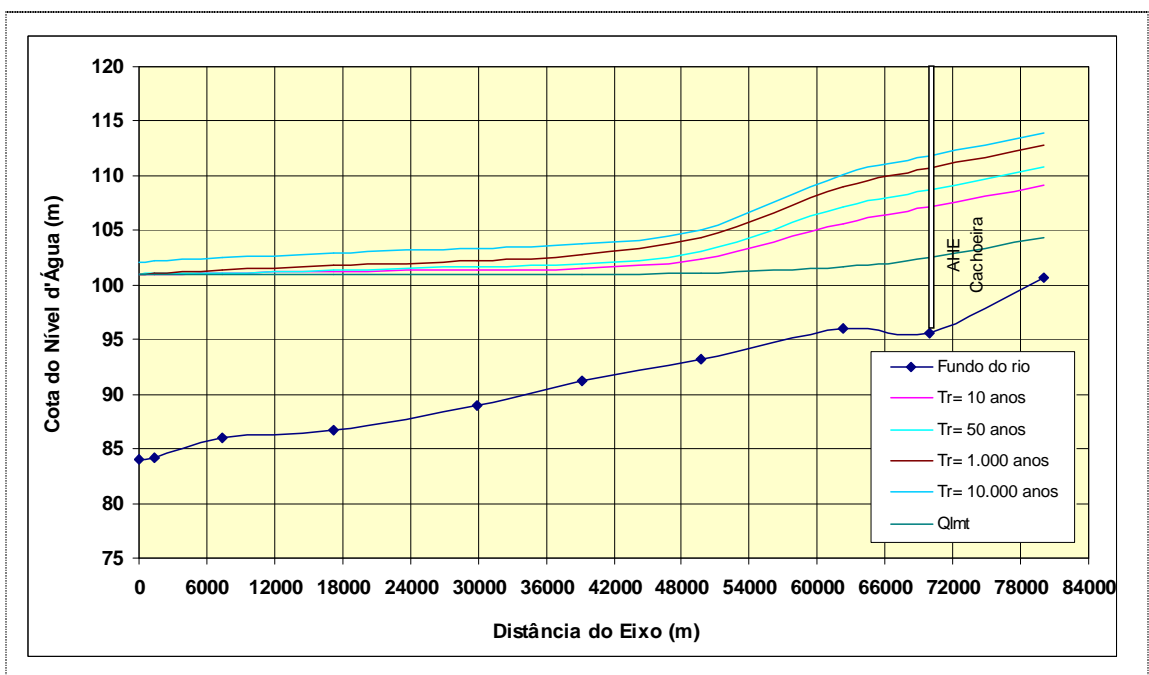


Gráfico 5.2-10 Curvas de Remanso – Com o AHE Estreito.

#### 5.2.4.6. Assoreamento e vida útil

As análises tiveram como finalidade a avaliação do aporte de sedimentos ao reservatório com o objetivo de se estimar a sua vida útil e a formalização das ações preventivas a serem consideradas no controle de sedimentos.

Os dados disponíveis, abrangendo medições de descarga sólida em suspensão, são provenientes das seguintes fontes:

- Estação fluviométrica de Barão de Grajaú, operada pela ANA - Agência Nacional de Águas;
- Campanhas de levantamentos sedimentométricos desenvolvidas pela CHESF no âmbito dos estudos de viabilidade.

No **Quadro 5.2-20** estão relacionadas as estações consideradas nos estudos, com a indicação da entidade operadora, o número de medições realizadas e o período das campanhas.

**Quadro 5.2-20** Dados sedimentométricos considerados nos estudos.

Código	Estação	Entidade	Rio	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Nº de Medições	Período
34311000	Barão de Grajaú	ANA	Parnaíba	140.707	45	02/1992 a 10/2003
PB-FDS-04	Floriano	CHESF	Parnaíba	140.277	15	11/2004 a 10/2005

Fonte: ANA e CNEC (2005).

#### 5.2.4.7. Cálculo do Deflúvio Médio Anual

A estimativa do material sólido transportado em suspensão foi obtida através da aplicação da curva-chave de sedimentos, onde são correlacionadas as medições de descarga sólida e as medições de descarga líquida, expressa através da seguinte equação geral:

$$Q_{\text{sólida}} = a * (Q_{\text{líquida}})^n$$

onde:

$Q_{\text{líquida}}$  é a descarga líquida, em m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> ;

$Q_{\text{sólida}}$  é a descarga sólida, em ton/dia/km<sup>2</sup> e

$a$  e  $n$  são os coeficientes resultantes do processo de correlação.

Esse procedimento de regionalização em relação à área de drenagem permite aplicar a equação obtida em qualquer local do curso do rio, desde que se respeite a região de validade delimitada pelos estudos de regionalização.

Com base nos dados sedimentométricos disponíveis, foram estabelecidas relações funcionais sintetizadas através da regressão dos logaritmos das descargas sólidas sobre os

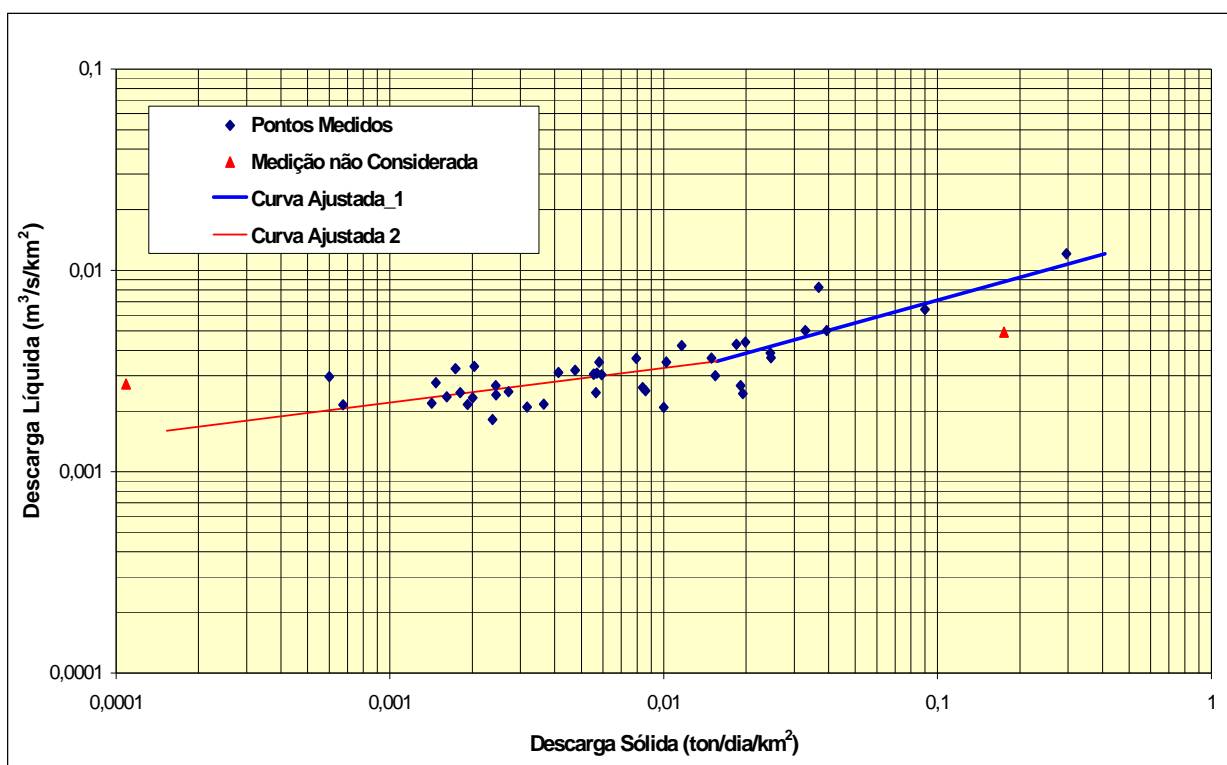
correspondentes logaritmos das vazões líquidas, obtendo-se a curva-chave de sedimentos conforme apresentado no **Quadro 5.2-21**.

**Quadro 5.2-21.** Curva-Chave de Sedimentos.

Estação Fluviométrica	Equação	Validade
Barão de Grajaú	$Q_{sólida} = 3.2 \times 10^{12} \times Q_{líquida}^{5.83730}$	$Q_{líquida} \leq 0,003534$
PB-FDS-04	$Q_{sólida} = 50.000 \times Q_{líquida}^{2,65330}$	$Q_{líquida} > 0,003534$

Fonte: CNEC – 2006.

A respectiva representação gráfica da curva-chave de sedimentos é mostrada no **Gráfico 5.2-11**.



**Gráfico 5.2-11** Curva-Chave de Sedimentos – Estação de Barão de Grajaú

Os valores da descarga sólida em suspensão foram calculados a partir das séries de vazões medias mensais afluentes ao eixo de Estreito, definidas no período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004.

No **Quadro 5.2-22** são apresentados os valores mínimos, médios e máximos mensais das descargas sólidas totais em suspensão afluentes, resultantes da compilação do período analisado de 1931 a 2004.



**Quadro 5.2-22** Descargas sólidas afluentes – AHE Estreito.

Ano	Mínima (ton)	Média (ton)	Máxima (ton)
Jan	10.372	205.450	1.765.509
Fev	14.180	212.186	2.718.904
Mar	6.426	278.045	2.169.147
Abr	3.532	239.645	2.555.198
Mai	969	49.850	322.435
Jun	533	8.572	61.885
Jul	455	3.584	21.668
Ago	290	2.020	10.923
Set	146	1.412	7.639
Out	140	4.548	28.875
Nov	568	24.205	132.012
Dez	2.900	89.792	548.490
<b>Ano</b>	<b>157.359</b>	<b>1.119.308</b>	<b>5.605.870</b>

Fonte: CNEC – 2006.

#### 5.2.4.8. Estimativa da Retenção de Sedimento no Reservatório

A relação entre o volume armazenado no reservatório até a cota do nível d'água máximo normal de operação e, o volume médio anual das vazões líquidas afluentes, é utilizado para avaliar a eficiência de retenção de sedimentos, definida pela razão entre a descarga sólida que fica retida no reservatório e a descarga total afluente.

Com base na característica do aproveitamento foi calculada a relação: (capacidade do reservatório) / (volume afluente anual) a partir da qual, empregando-se a curva de eficiência de retenção de sedimentos em reservatórios, obteve-se o valor percentual de sedimentos retidos, conforme apresentado no **Quadro 5.2.23**.

**Quadro 5.2-23.** Estimativa da retenção de sedimentos.

Parâmetro	Valor
Vazão média de longo termo (m <sup>3</sup> /s)	520
Volume afluente anual (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	15.573,7
Cota do nível d'água máximo (m)	101,000
Capacidade do reservatório (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	307,92
Relação (Capacidade / Vol. Afluente anual)	0,020
Retenção de sedimento (%)	60

Fonte: CNEC – 2008.

#### 5.2.4.9. Estimativa da Carga Anual de Sedimentos

O valor do deflúvio médio anual é obtido através da soma das cargas de transporte sólido em suspensão e de arrasto.

A parcela relativa à descarga sólida de arraste foi adotada igual a 20% do valor obtido para a descarga sólida em suspensão. Vale lembrar que esta parcela do transporte sólido fica retida no reservatório, não sendo liberada normalmente pelo vertedouro ou turbina.

O volume final retido no reservatório foi multiplicado por dois, a fim de se prever um provável incremento da produção de sedimentos na bacia devido ao aumento da erosão por efeito de ações antrópicas.

Com base no valor percentual de retenção de sedimentos e nas premissas de cálculo adotadas, é apresentada no **Quadro 5.2-24**, a carga anual de sólidos totais retidos no reservatório, para o aproveitamento operando de forma isolada (primeira adição).

**Quadro 5.2-24.** Estimativa da carga anual de assoreamento.

Parâmetro	Valor
Descarga sólida em suspensão (t/ano)	1.119.308
Retenção de sedimento em suspensão (%)	60
Sólidos suspensos retidos (t/ano)	671.585
Descarga sólida de arraste (t/ano)	223.862
Sólidos totais retidos (t/ano)	1.790.893

Fonte: CNEC – 2006.

#### 5.2.4.10. Vida Útil do Reservatório

Na avaliação do volume de assoreamento, a descarga sólida calculada em t/ano é transformada em m<sup>3</sup>/ano, para o que é necessário conhecer o peso específico do material sólido que será depositado no reservatório.

Para sua estimativa foi utilizado o método proposto por Lane e Koelzer, o qual tem por base as parcelas areia, silte e argila que compõem os sedimentos, além do grau de compactação e/ou adensamento desses materiais, avaliado em função do tempo de permanência no reservatório e da submersão (decorrente das variações de níveis).

A formulação proposta por Lane e Koelzer para o cálculo do peso específico de cada um dos componentes dos sedimentos é dada por:

$$P = P_0 + K \times \log (T)$$

onde:

P = peso específico após T anos, em t/m<sup>3</sup>;

P<sub>0</sub> = peso específico inicial, em t/m<sup>3</sup>;

T = tempo de permanência, em anos;

B = coeficiente definido em função da granulometria do sedimento e obtido com base no tipo de operação do reservatório.

O peso específico P<sub>0</sub> é definido como:

$$P_0 = W_c \times P_c + W_m \times P_m + W_s \times P_s$$

onde:

- $W_c$ ,  $W_m$  e  $W_s$  são os coeficientes de compactação da argila, silte e areia, obtidas em função do tipo de operação do reservatório;
- $P_c$ ,  $P_m$  e  $P_s$  são as frações de quantidades de argila, silte e areia contida no sedimento e resultantes das amostragens realizadas.

No **Quadro 5.2-25** são apresentados, para cada condição de operação do reservatório, os valores das constantes  $W$  e  $K$  utilizados no cálculo do peso específico aparente considerado nas formulações.

**Quadro 5.2-25.** Coeficientes para o cálculo do peso específico aparente.

Condição de Operação	Argila		Silte		Areia	
	$W_c$	$K_c$	$W_m$	$K_m$	$W_s$	$K_s$
Sedimento sempre ou quase sempre submerso	0,416	0,2563	1,121	0,0913	1,554	0,0
Depleção do reservatório de pequena a média	0,561	0,1346	1,137	0,0288	1,554	0,0
Reservatório com consideráveis variações de nível	0,641	0,0	1,153	0,0	1,554	0,0
Reservatórios normalmente vazios	0,961	0,0	1,169	0,0	1,554	0,0

Fonte: Design of Small Dams, U.S. Bureal of Reclamation.

De acordo com as amostragens realizadas, o sedimento de fundo é constituído essencialmente por frações de areia media grossa e fina.

Considerando a condição de operação da usina na situação em que o sedimento é mantido sempre ou quase sempre submerso, decorre:

$$P = 1,00 \times 1,554$$

Para um período de 100 anos resulta:  $P = 1,554 \text{ t/m}^3$

Considerando-se a carga total de sedimento retido no aproveitamento, é apresentado no **Quadro 5.2-26** o volume anual de assoreamento correspondente a um período de 100 anos de operação, ou seja, o dobro da vida útil do aproveitamento normalmente adotado em 50 anos.

**Quadro 5.2-26.** Estimativa do volume anual de assoreamento.

Parâmetro	Valor
Sólidos totais retidos (ton/ano)	1.790.893
Volume anual retido ( $\text{m}^3 \times 10^6$ )	1,152
Volume anual retido em 100 anos ( $\text{m}^3 \times 10^6$ )	115,2

Fonte: CNEC – 2006.

A verificação da vida útil do aproveitamento é apresentada na **Quadro 5.2-27**, considerando-se o volume anual de assoreamento retido no aproveitamento operando isoladamente (primeira adição).

Como referência, adotou-se o volume relativo à cota do nível d'água máximo normal, a partir do qual foi verificado o percentual do volume remanescente no reservatório ao fim dos 100 anos de operação.

**Quadro 5.2-27.** Verificação da vida útil do reservatório.

Parâmetro		Valor
Volume retido em 100 anos ( $m^3 \times 10^6$ )		115,2
Nível d'água máximo normal (m)	Cota (m)	101,00
	Volume ( $m^3 \times 10^6$ )	307,92
	Volume comprometido do reservatório em 100 anos (%)	37,4

Fonte: CNEC – 2006.

Considerando-se os valores apontados, estima-se a vida útil do reservatório da ordem de 267 anos, para completar o volume correspondente ao seu nível d'água máximo normal.

O sedimento que se deposita no reservatório tem uma distribuição que dependem de fatores relacionados a sua dimensão e tipos de partícula. As partículas mais pesadas, que geralmente são transportadas por arrasto, são depositadas na entrada do reservatório e, as partículas menores avançam mais para o interior do reservatório formando uma seqüência de deltas de acumulação evoluindo em direção ao eixo e acumulando junto a estrutura da barragem.

A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d'água junto ao fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nas proximidades seja transportada pelas unidades geradoras.

#### 5.2.4.11. Enchimento do Reservatório

No estudo de enchimento, foi avaliado o tempo necessário para o reservatório atingir o nível d'água máximo normal, na elevação 101,00 m, correspondente a um volume acumulado de  $308 \times 10^6 m^3$ .

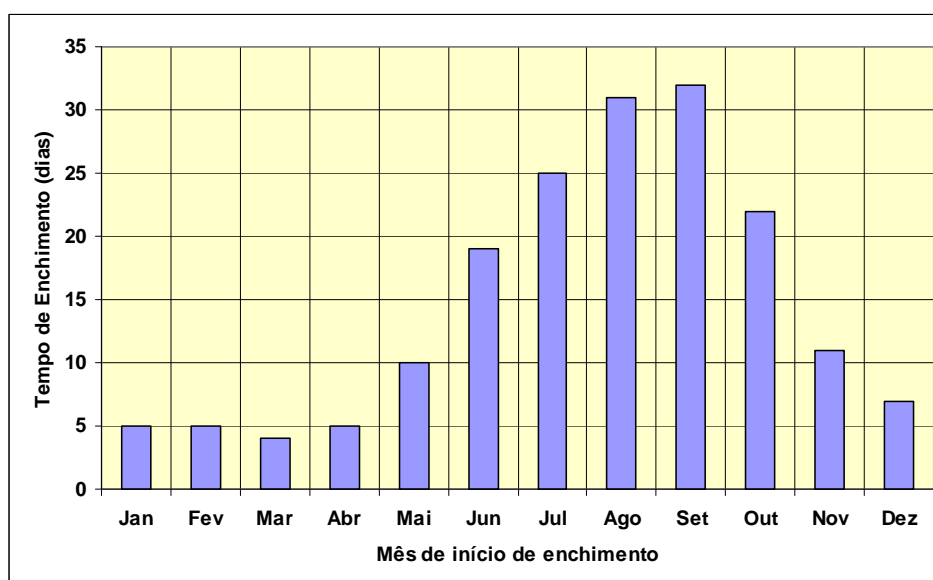
Nesta estimativa foi utilizada a série de vazões médias mensais afluentes ao eixo do aproveitamento, cobrindo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005, e, para atendimento dos condicionantes ambientais, considerou-se a liberação para jusante da vazão sanitária de  $144 m^3/s$ , correspondente a 50% da vazão  $Q_{7,10}$  (vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos), que foi mantida fixa em todo o período de enchimento.

As análises consideraram 12 cenários alternativos, com marco de início de enchimento variando de janeiro a dezembro, conforme apresentado no **Quadro 5.2-28** e ilustrado no **Gráfico 5.2-12**.

**Quadro 5.2-28.** AHE Estreito – tempo de enchimento do reservatório.

Mês de Início	Vazão Afluente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Sanitária (m <sup>3</sup> /s)	Tempo de Enchimento (dias)
Jan	743	144	5
Fev	817	144	5
Mar	907	144	4
Abr	795	144	5
Mai	487	144	10
Jun	328	144	19
Jul	281	144	25
Ago	258	144	31
Set	249	144	32
Out	304	144	22
Nov	455	144	11
Dez	616	144	7

Fonte: CNEC – 2008.


**Gráfico 5.2-12.** AHE Estreito – tempo de enchimento do reservatório

### 5.3. GEOLOGIA

#### 5.3.1. Geologia regional

A bacia do Parnaíba corresponde a um significativo registro sedimentar depositado diretamente sobre rochas pré-cambrianas da plataforma Sul-Americana (ALMEIDA & HASUI, 1984). Está depositada sobre rochas de natureza variada, denominadas genericamente de embasamento cristalino, constituídas por migmatitos, granulitos, ortognaisses, xistos, rochas metabásicas dentre outros tipos litológicos. O limite da bacia sedimentar está caracterizado ao norte pelo Cráton de São Luis; ao sul pela Faixa de dobramentos Brasília; a leste pelos Cráton São Francisco e a Faixa de dobramentos Nordeste; e a oeste pelo Cráton do Amazonas, a faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia e o Maciço de Goiás. Suas bordas são delineadas pelos seguintes arcos: Tocantins,

localizado a noroeste, que separa a bacia do Parnaíba das bacias de Marajó e Médio Amazonas e o Arco São Francisco, situado a sul e sudeste, estabelecendo o limite com a bacia Sanfranciscana. Seu arranjo estrutural está condicionado por dois lineamentos, um com direção nordeste-sudoeste, denominado Transbrasiliano, e outro noroeste-sudeste, o lineamento Picos-Santa Inês.

#### 5.3.1.1. *Bacia Sedimentar do Parnaíba*

Segundo Campbell *et al.* (1949), a bacia sedimentar do Parnaíba, também conhecida bacia do Maranhão, possui uma área de aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup> e está instalada quase que totalmente nos estados do Maranhão e Piauí, em parte no Pará, Tocantins e Ceará, com alguma pequena área na Bahia.

O mapa geológico regional da bacia do Parnaíba e demais bacia é apresentado na **Figura 5.3-1**.

Nunes *et al.* (1973 *apud* Cunha 1986), em mapeamento regional (Projeto RadamBrasil), descreveram as unidades sedimentares nos estados do Piauí e Maranhão como constituintes da bacia sedimentar Piauí-Maranhão, com deposição desde o Paleozóico inferior ao Cretáceo superior. Segundo esses autores, as formações paleozóicas afloram principalmente nas margens oriental e ocidental da bacia e ainda nas calhas dos principais rios, enquanto as unidades mesozóicas recobrem a porção central da área. Nas últimas décadas, várias pesquisas foram realizadas na bacia e seu empilhamento estratigráfico e história deposicional foi revisada e detalhada.

No trabalho realizado, Góes & Feijó (1994) a bacia do Parnaíba foi redefinida e caracterizada como Província Sedimentar do Meio Norte e a subdividida em quatro bacias menores com gênese diferenciada: Parnaíba, Alpercatas, Grajaú e Espigão Mestre.

De acordo com Lima Filho (1998), a espessura de rocha atinge aproximadamente 3.000 m, dos quais 2.500 m são constituídos por sedimentos depositados no paleozóico, enquanto a porção cuja idade é essencialmente mesozóica perfaz os 500 m. Considerou, ainda, as unidades pouco espessas atribuídas ao Cenozóico.

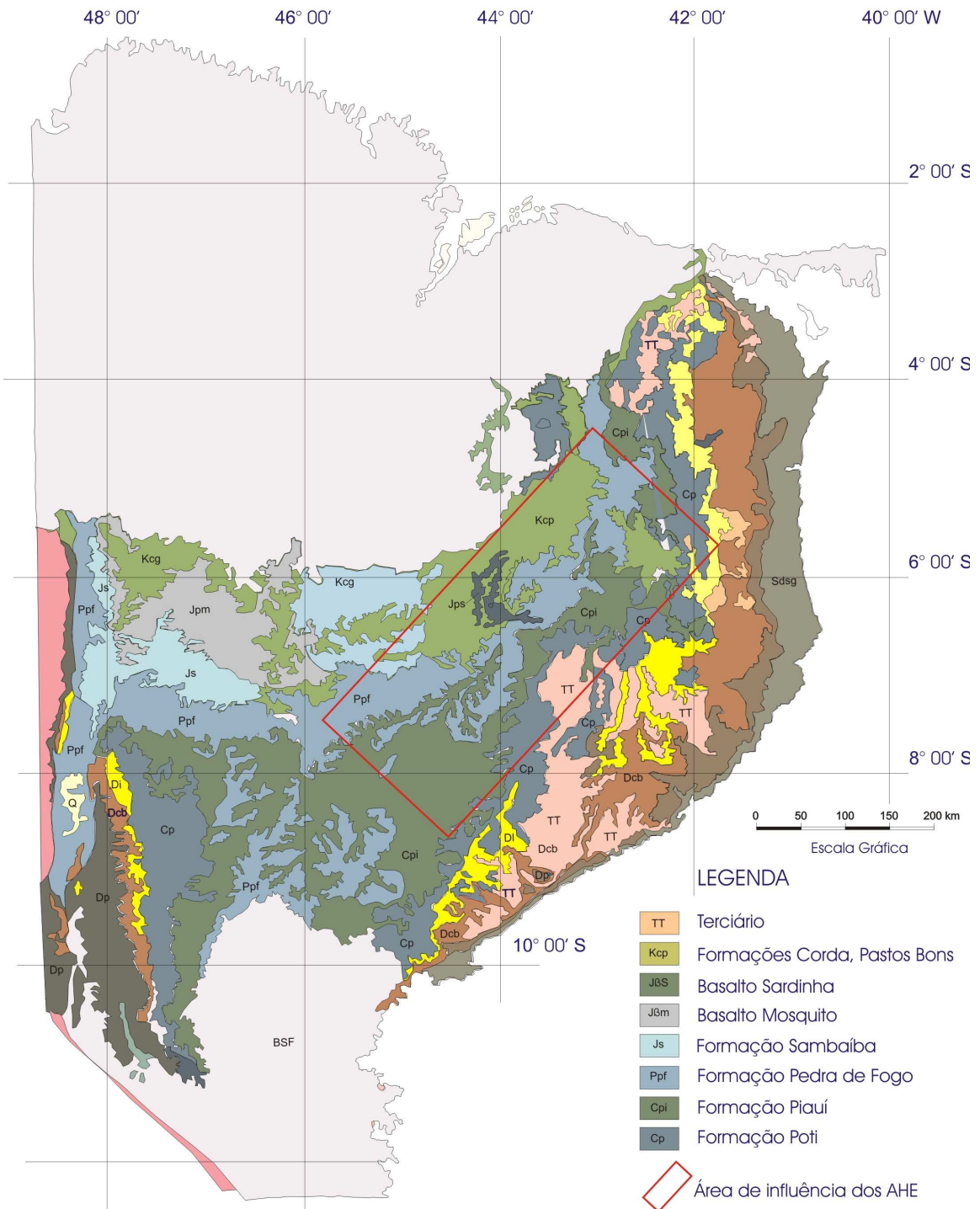
A primeira interpretação para a história evolutiva da bacia foi proposta por Mesner & Wooldridge (1964), que atribuíram uma sedimentação em três megaciclos, delimitados por discordâncias regionais. Posteriormente, Góes & Feijó (1994) consideraram a bacia do Parnaíba como a porção remanescente de extensa sedimentação afro-brasileira envolvendo rochas depositadas em três ciclos transgressivos-regressivos, desde o Siluriano até sua continentalização no Triássico, ciclos representados pelos grupos Serra Grande, Canindé e Balsas.

#### 5.3.1.2. *Principais Estruturas Tectônicas*

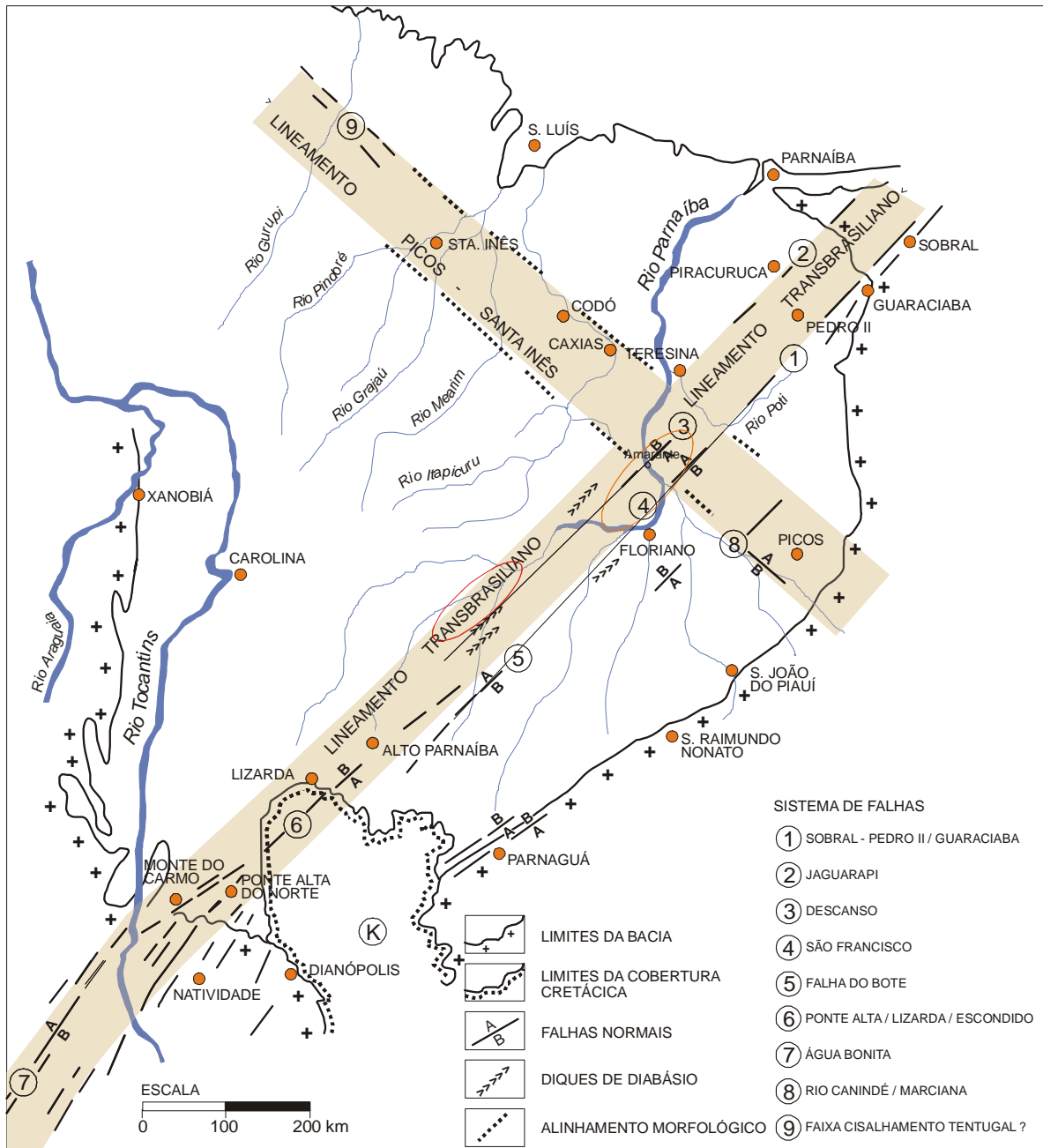
Regionalmente, os sedimentos da bacia do Parnaíba estão dispostos no sentido NE-SW, relacionados aos falhamentos, flexura e lineamentos que impuseram o arranjo em mosaico com blocos escalonados. Essas estruturas interferem diretamente no retrabalhamento morfológico dos sedimentos nas áreas dos empreendimentos. Segundo Cunha (1986), dois lineamentos regionais condicionam o arcabouço da bacia, são eles: o lineamento Transbrasiliano com direção NE-SW e o Lineamento Picos-Santa Inês, posicionado segundo a direção NW-SE, cortando transversalmente o anterior (**Figura 5.3-2**).



FIGUEIREDO & RAJA GABAGLIA (1986) propuseram uma formação poligenética para a bacia do Parnaíba, com início no Cambro-Ordoviciano a partir de uma fratura no interior do continente, passando no Siluriano, a sinéclise interior continental. O lineamento do rio Parnaíba com orientação NE-SW secciona as unidades na porção leste da bacia. Esta estrutura tem um significado importante por condicionar os principais trechos do rio Parnaíba onde serão instaladas as hidrelétricas de Estreito e Cachoeira.



**Figura 5.3-1.** Mapa geológico regional das bacias Parnaíba Grajaú e São Luis (Santos & Carvalho, 2004).



Fonte : Cunha, 1986.

Area das AHEs de Ribeirão Gonçalves e Uruçuí

Area das AHEs de Cachoeira, Estreito e Castelhanos

**Figura 5.3-2.** Principais estruturas e lineamentos das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís Fonte: CNEC (2002).

### 5.3.2. Geologia local

A área de influência indireta do aproveitamento hidroelétrico de Estreito possui cerca de 55.000 km<sup>2</sup>, dos quais 30.000 km<sup>2</sup> estão no estado do Maranhão e 25.000 km<sup>2</sup> no estado do Piauí.

O Mapa Geológico da área de influência indireta (All) do AHE Estreito apresenta cinco formações geológicas: a) Poti, b) Piauí, c) Pedra do Fogo, d) Corda e e) Sardinha, cuja espacialização é apresentada no Mapa Geológico – **Anexo I Tomo II**.

A formação Poti pertence ao grupo Canindé, as formações Piauí e Pedra do Fogo fazem parte do grupo Balsas, enquanto a formação Corda pertence ao Grupo Mearim. A formação Sardinha representa um evento vulcânico posterior às formações anteriores (**Figura 5.3-3**).

#### ▪ Grupo Canindé

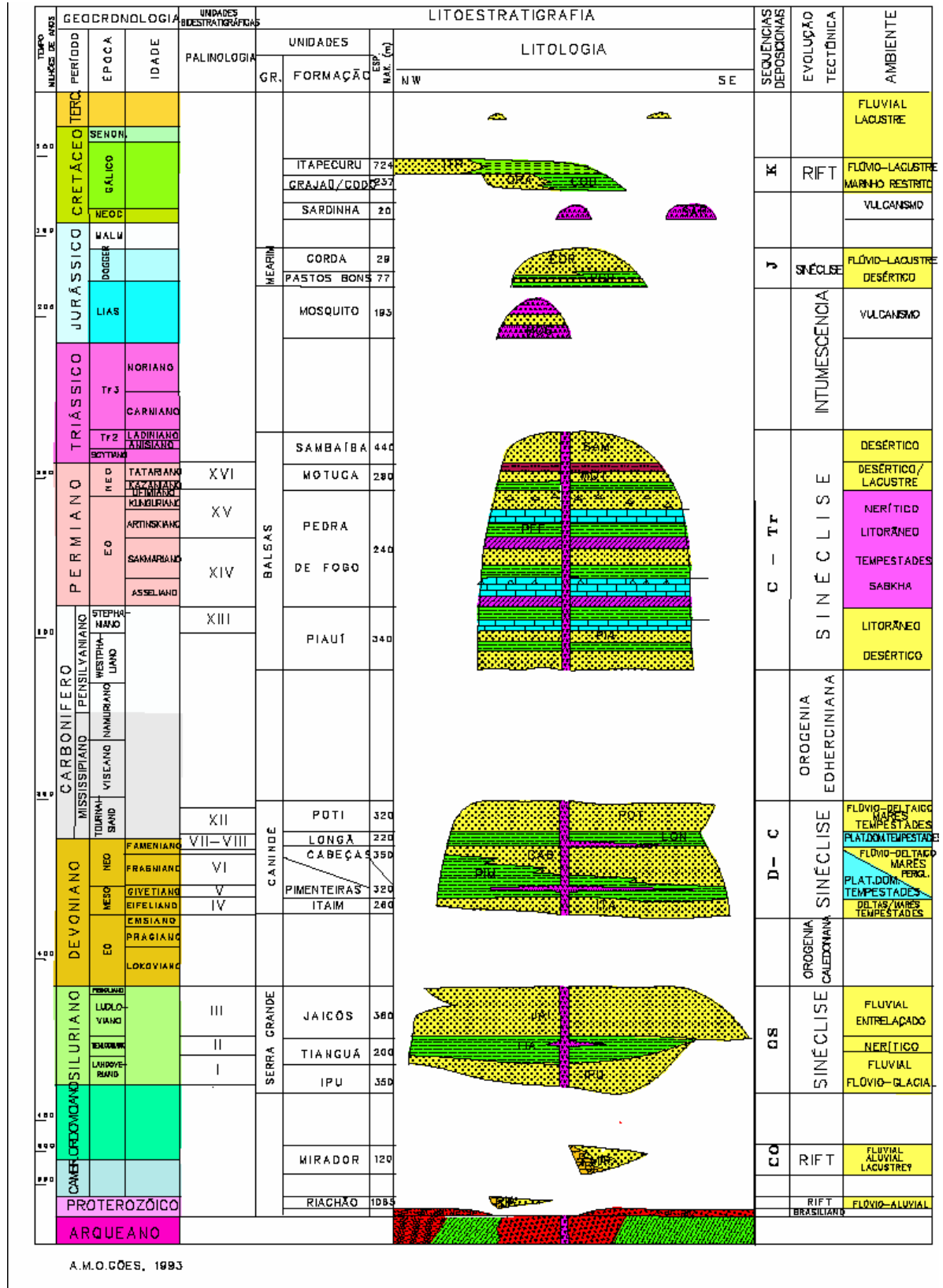
Rodrigues (1967 apud Caputo 1984) propôs que o grupo Canindé constituía-se pelas formações Pimenteiras, Cabeças e Longá. Caputo (1984) inseriu a formação Itaim, enquanto Góes *et al.* (1990) acrescentou a Formação Poti. Assim, o referido grupo tem a seguinte ordenação da base para o topo (**Figura 5.3-3**): formação Itaim, formação Pimenteiras, formação Cabeças, formação Longá e formação Poti. Essas unidades sedimentares foram depositadas entre o Devoniano Médio e o Carbonífero Inferior.

#### ▪ Formação Poti

A primeira referência ao nome Poti foi feita por Lisboa (1914) para designar folhelhos carbonáceos que afloram no rio Poti, mas foi Paiva & Miranda (1937) que denominaram de Formação Poti os estratos em subsuperfície compostos por arenitos, folhelhos carbonosos e outras litologias siliciclásticas abaixo dos 219 m no furo de sondagem n° 125 na cidade de Teresina, estado do Piauí. Mesner & Wooldridge (1964) definem essa formação como composta por arenitos e siltitos com gradação normal, carbonáceos com intercalação de conglomerados e finas lâminas de carvão. Consideram também que sua porção inferior foi depositada em ambiente marinho seguido de condições deltáicas. Cruz *et al* (1973a) descreveram na porção superior da formação depósitos fluviais meandrantés. Della Favera (1990), detalhando a interpretação de Mesner & Wooldridge (1964), destaca a presença de barras de maré e de desembocadura em sistema deltaico. Góes (1995), pela análise de fácies em superfície e subsuperfície, reconheceu nessa formação um conjunto de parassequências e seus ambientes deposicionais.

Notadamente, os sedimentos da formação Poti afloram nas bordas leste e oeste da bacia, dispostos em estratos com direção norte-sul com inclinação para sudeste e sudoeste, coincidentes com o atual contorno da bacia. Sua espessura, segundo Góes & Feijó (1994), é de aproximadamente 320 m, e do ponto de vista cronológico foi depositada no carbonífero inferior na época denominada Mississipiano. No contexto evolutivo, essa formação está inserida na sinéclise da bacia do Parnaíba. Essa unidade marca o início do recuo dos mares interiores, com interrupção das ligações com a bacia do Amazonas.

Na All do empreendimento ocorrem ao longo do eixo do rio Parnaíba, desde 3 km a sul de Amarante até a cidade de Floriano no Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**). A espessura máxima de 320 m foi indicada por Góes & Feijó (1994).



**Figura 5.3-3** Coluna estratigráfica das bacias do Paraíba.

Fonte: Góes & Feijó (1994).

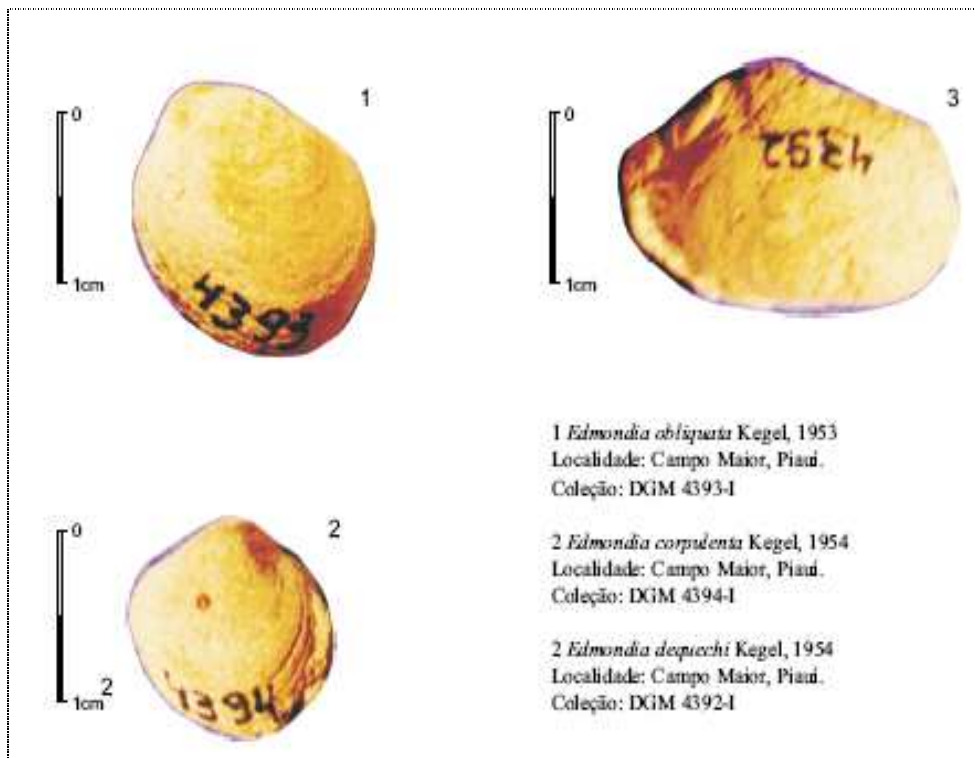


Litologicamente a formação Poti é composta, principalmente em sua porção inferior, por arenitos finos a médios, de coloração creme e esbranquiçado, porosos, friáveis, e homogêneos; enquanto na porção superior tem-se a alternância de siltitos cinza a cinza escuro, arenitos finos a médios, de cor esbranquiçado e amarelado com níveis subordinados de folhelhos e siltitos cinza escuro a preto, contendo restos vegetais carbonizados ou laminações de carvão. O contato inferior com formação Longá ocorre de forma concordante, enquanto o superior com a formação Piauí é nitidamente discordante, marcado por superfícies erosivas (Aguiar, 1971; Schobbenhaus et al., 1984; Della Fávera, 1990; Lima Filho, 1992).

O contato inferior com a formação Longá é concordante e o contato superior com a formação Piauí é nitidamente discordante, marcado por superfícies erosivas (Aguiar, 1971; Schobbenhaus et al., 1984; Della Fávera, 1990; Lima Filho, 1992).

As características faciológicas para a seção inferior da formação Poti indicam um ambiente marinho de águas rasas, provavelmente flúvio-deltáico, com alguma contribuição marinha.

O conteúdo fossilífero encontrado no pacote sedimentar da formação Poti refere-se a uma associação diversificada. A fauna é restrita em níveis na parte inferior da formação Poti onde está densamente acumulada, Duarte (1936) e Kegel (1954) registraram na seção inferior da formação Poti uma fauna marinha pouco diversificada, composta de bivalves e um braquiópodes inarticulado. Kegel (1954) diferenciou sete espécies do bivalve *Edmondia* (Figura 5.3-4), que fornecem indicações marinhas. Dos vertebrados há descrito um espinho do peixe condricte *Xenacanthus* e restos de Paleoniscidae (Duarte, 1936; Santos & Salgado, 1970).



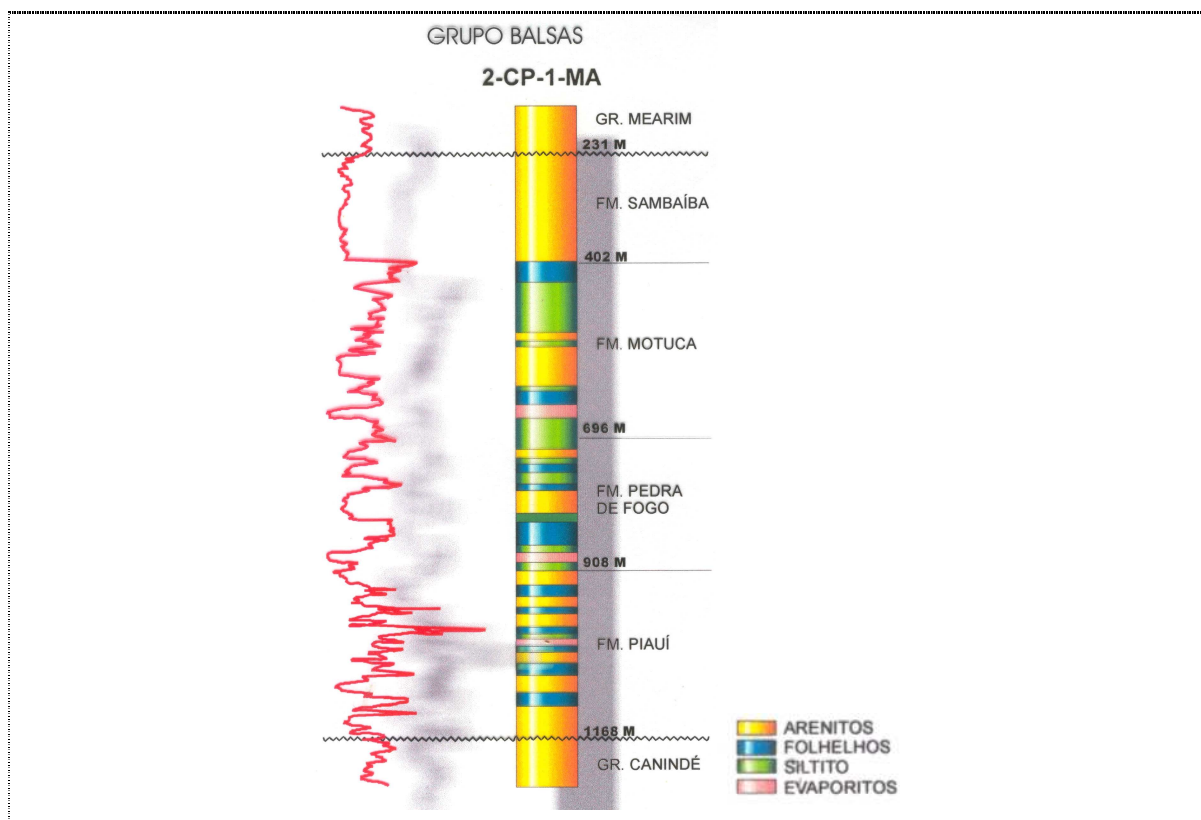
**Figura 5.3-4.** Bivalves fósseis da Formação Poti.

Fonte: Carvalho e Santos (2004).

Nas porções mais superiores foram encontrados microfósseis (esporomorfos) de idade Tournaisiano (mais antiga) e Viseano (mais nova) (Daemon, 1974; Lima & Leite, 1978; SUNDARAM *et al.*, 1981; Tabelas, 1982). Ianuzzi (1994) descreve também a presença de palinomorfos (*Punctatisporites*, *Laevigatosporites*, *Foveosporites*, *Apiculatisporites*, *Botryococcus*, *Verrucosisporites*, *Auroraspora*) associados a espécimes de vegetais e vestígios de vegetais (perfurações por raízes). A matéria orgânica do tipo lenhosa indica uma influência terrestre nos depósitos. Também foi encontrada a alga *Botryococcus* de águas doces a no máximo salobras. Esses fósseis reafirmam a variação ambiental da formação Poti com a porção inferior marinha e na porção superior à continentalização da bacia.

▪ **Grupo Balsas**

Góes *et al* (1990) realizaram uma revisão minuciosa na estratigrafia da bacia do Parnaíba e propuseram este grupo para as unidades sedimentares estratigraficamente empilhadas, depositadas desde o Paleozóico superior ao Mesozóico inferior. Esse compreende as formações Piauí (Carbonífero superior), Pedra de Fogo e Motuca, depositadas no Permiano superior, enquanto a formação Sambaíba corresponde aos sedimentos depositados no Triássico inferior. Uma melhor caracterização das unidades em sub-superfície está representada no furo 2-CP1-MA (Figura 5.3-5).



**Figura 5.3-5** Perfil de referência do Grupo Balsas. A linha em vermelho representa o perfil de raios gama  
 Fonte: Góes & Feijó (1994).

▪ **Formação Piauí**



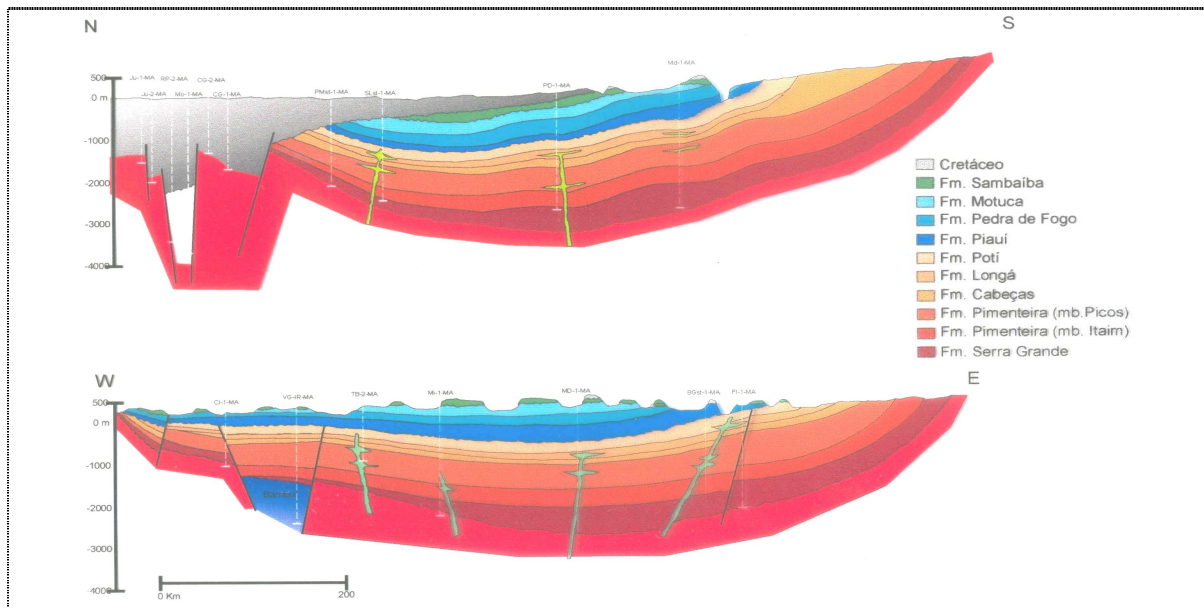
Série Piauí foi o termo proposto originalmente por Small (1914) para designar as unidades sedimentares que afloram nos estados do Piauí e Maranhão, identificadas como arenitos e folhelhos inferiores, arenitos e folhelhos intermediários e arenitos vermelhos superiores. Oliveira e Leonardos (1943) restringiram o termo para formação Piauí, relacionados apenas às camadas carboníferas de Pensilvaniano. Dequech (1950) definiu os limites estratigráficos da formação Piauí, compreendidos entre os arenitos e siltitos da formação Poti e o sílex basal da formação Pedra de Fogo. Mesner & Wooldridge (1964) dividiram-na em dois membros, o inferior constituído por arenitos róseos, maciços com raras intercalações de folhelhos, continental e o superior correspondendo a arenitos vermelhos a leitos de sílex de origem marinha. Para Cruz *et al* (1973 a, 1973b) a seção basal está muito bem representada nas proximidades do rio Gurguéia onde predominam arenitos róseos, amarelados e esbranquiçados, com textura variando de fina a grossa até conglomeráticos de má a baixa seleção; e a porção superior está restrita ao vale do riacho Correntes, correspondendo a arenito creme a amarelado ou avermelhado, fino bem selecionado, esféricos, pouco friáveis, pouco feldspáticos, com intercalações de sílex maciço ou oolítico.

Lima & Leite (1978) atribuíram à formação Piauí um ambiente deposicional continental do tipo fluvial com contribuição eólica, em clima semi-árido a desértico, com incursões marinhas. Lima Filho (1992) assinala sistemas deposicionais lacustre, deltáico, fluvial, evaporítico e marinho raso (plataforma carbonática), com aridez de clima em condições severas e com a sedimentação sob influência das variações da linha de costa.

A formação Piauí foi depositada em evento ocorrido no final do Carbonífero, mais precisamente Pensilvaniano, e representa uma sedimentação associada à transgressão marinha. Esses eventos são inseridos em ambiente que refletem um dessecamento geral da bacia onde a linha de costa teria características mistas clástica/carbonática, oscilante intercalando zonas de evaporitos (Lima Filho, 1992; Lima Filho & Rocha Campos, 1993; Santos, 1994).

Os sedimentos da formação Piauí ocorrem nas bordas leste e oeste, ocupando ampla área da região centro-sul da bacia, acompanhando a direção dos estratos paleozóicos, em faixas de direção norte-sul, que se estreitam para o norte. A seqüência tem na base sedimentação derivada de exposição subaérea, formando dunas eólicas, que correspondem a uma fase regressiva e terrestre. O clima reinante evidenciava tendências áridas e desérticas. Na parte superior e em áreas localizadas no centro da bacia, ocorreu sedimentação subaquática, em ambientes marinhos rasos, representante de uma seqüência transgressiva, com elevação progressiva do nível eustático (Santos & Carvalho, 2004).

Esta formação é constituída predominantemente de uma alternância de arenitos e folhelhos e subordinadamente evaporitos e siltitos. Na seção representada na **Figura 5.3-6** observa-se uma seqüência essencialmente arenosa com níveis de siltitos e folhelhos e intercalações de evaporitos. Os sedimentos arenosos da seção inferior são representados por arenitos avermelhados, róseos e amarelados, finos a grosseiros, argilosos, localmente feldspáticos. Mais para o topo da seção os arenitos passam a finos e bem selecionados. A seção superior é constituída por arenitos avermelhados, amarelo-esbranquiçados, finos a médios. Ocorrem também níveis de siltitos e folhelhos com intercalações de calcário.



**Figura 5.3-6.** Seção estratigráfica da borda leste da bacia do Parnaíba, mostrando os limites de seqüências (LS1, LS2, LS3 e LS4), os tratos de sistemas de mar alto (TSMA), e de mar baixo (TSMB), trato de sistema transgressivo (TST), e superfície de máxima inundação marinha (sim). Foram identificadas cinco seqüências de 3ª ordem e um possível vale inciso (Lima Filho, 1998). Teresina localiza-se a NE e Floriano a SE, no mapa.

Fonte: Góes & Feijó (1994)

Com relação aos registros paleontológicos, Duarte (1936) estudando o conteúdo faunístico do poço nº 125 separou os estratos contendo os bivalves marinhos *Aviculopecten*, *Edmondia*, *Spirifer* e *Orbiculoidea*, que atribuiu ao Andar Uraliano do Carbonífero, de camadas de origem continental caracterizadas por *Palmatopteris furcata* associados ao andar Westphaliano. Nas camadas situadas na parte superior da formação, denominadas informalmente de Calcário Mocambo, ocorre uma fauna de invertebrados, com trilobitas (Kegel, 1951) e moluscos (Kegel & Costa, 1951). Kegel (1952) assinalou também, ocorrências de invertebrados fósseis na borda oeste da bacia. A fauna marinha, do Calcário Mocambo, foi mencionada por Mesner & Wooldridge (1964), e analisada por Campanha & Rocha Campos (1979), Assis (1979, 1980) e Anneli *et al.* (1994). Há apenas um registro macroflorístico (Dolianiti, 1972).

▪ **Formação Pedra de Fogo**

Essa denominação foi proposta por Plummer *et al.* (1948) para o pacote de folhelhos, siltitos, arenitos e calcários com camadas ricas em chert e fósseis vegetais de gênero *Psaronius*, que ocorrem no leito do riacho homônimo entre Pastos Bons e Nova Iorque-MA. A formação Pedra de Fogo tem ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão. Aflora na região centro-leste, centro-oeste e centro-sul da bacia (Figura 5.3-6), com eixo de deposição deslocado para oeste (Mesner & Wooldridge, 1964). A espessura máxima em subsuperfície é de 240 m (Góes & Feijó, 1994), e sua configuração, em superfície, apresenta uma expansão a sudoeste, que evidencia o controle da Antéclise Tocantins-Araguaia (Góes, 1995).

Cruz *et al.* (1973 a 1973 b) dividiram a formação Pedra de Fogo em três intervalos: inferior, médio e superior. Na porção a sul do Piauí o intervalo inferior é representado por uma

sucessão de folhelho e siltito cinza e preto com laminação paralela, intercalados a camadas de arenitos finos com estratificação *flaser*. Na parte superior do nível basal ocorre um calcário creme, maciço, pouco argiloso, silicificado e ainda arenito creme, esbranquiçado, cinza esverdeados, finos, maciços, ou com estratificação plano-paralela e cruzada, subordinadamente ocorrem folhelhos e siltitos cinza esverdeado ou cinza. Na parte superior o arenito tem cor cinza, parcialmente silicificado com fragmentos de oólitos. Faria Jr. & Truckenbrodt (1980a, 1980b) descreveram a estratigrafia da formação, dividindo-a em: Membro Sílex Basal, Membro Médio e Membro Trisidela. O Membro Sílex Basal (20 m) tem ampla distribuição na bacia e intercala siltitos e bancos dolomíticos com abundantes concreções e horizontes silicosos. O Membro Médio é constituído por camadas de arenitos finos com estratificações cruzadas que intercalam siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos com pequenas concreções silicosas. O Membro Trisidela intercala arenitos finos, siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos.

A formação Pedra de Fogo tem ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão. Aflora na região centro-leste, centro-oeste e centro-sul da bacia, com eixo de deposição deslocado para oeste (Mesner & Wooldridge, 1964). Na área de influência do aproveitamento hidroelétrico de Estreito ocorre principalmente em sua porção NW, cobrindo cerca de 10% de sua superfície no Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**). A formação Pedra de Fogo apresenta espessuras de 200 m. Está constituída por uma alternância de arenitos amarelados a avermelhados, siltitos e calcários oolíticos ou concrecionários e folhelhos esverdeados com restos de vegetais e lentes de calcário.

Como mostra a **Figura 5.3-6**, a porção basal desta unidade é formada por folhelhos, siltitos e evaporitos, enquanto a porção média é composta por arenitos de coloração esbranquiçada a amarelada, finos a médios, mal selecionados, argilosos, caulíníficos. A seção superior é composta por siltitos e folhelhos arroxeados, avermelhados e marrons, micromicáceos, com laminações carbonáticas e leitos de sillexito.

Apresentam estratificação cruzada nos níveis de arenito e fosseis nos níveis de folhelho e siltito. O contato inferior com a formação Piauí é em geral concordante e se apresenta, por vezes, com brusca mudança litológica (arenito para folhelho), enquanto contato superior com a formação Motuca é gradacional (folhelho) (**Figura 5.3-6**).

Troncos de madeira silicificada com mais de 1 m de diâmetro são encontrados na base e próximo ao topo da formação. Devido à conservação, tamanho e frequência destes fosseis foi criado o Parque Municipal Floresta Fóssil dentro da cidade de Teresina, PI, às margens do rio Poti; e o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas, no município de Filadélfia, TO. A presença de conchostráceos, bivalves, peixes indicam uma idade permiana inferior para a formação Pedra do Fogo.

O registro ocorrências fossilíferas inclui uma variedade de estromatólitos, vegetais (palinomorfs, esporomorfs e troncos), e ainda de vertebrados. Cruz *et al.*, (1973b) descreveram em seus relatórios palinológicos pertencentes a uma flora desenvolvida e variada de gimnospermas, pteridófitas e esfenófitas, confirmando a idade permiana. Posteriormente, em novas identificações de esporomorfs, foram determinadas as idades mesopermiana para a formação (Lima & Leite, 1978). Góes & Feijó (1994), por métodos bioestratigráficos, atribuem os sedimentos ao Eopermiano nos intervalos Asseliano, Sakmariano, Artinskiano e Kunguriano, e à base do Neopermiano, no intervalo Ufimiano. Santos e Carvalho (2004) observaram no membro Trisidela madeiras fosseis associadas

aos siltitos e arenitos finos avermelhados com manchas brancas, pertencentes às partes mais superiores da formação.

A flora ocorrente foi preservada predominantemente como madeira silicificada. Às margens do rio Poti, na cidade de Teresina, foi verificada a ocorrência de exemplares de floresta petrificada (**Figura 5.3-7**). Caldas *et al.*, 1989 estudaram a ocorrência de inúmeros troncos, visando sua preservação e descreveram um novo gênero de Pteridospermophyta, *Teresinoxylon eusebioi*.



**Figura 5.3-7.** Tronco fóssil localizado *in situ*, nas margens do rio Poti, em Teresina. Fonte: Santos e Carvalho (2004).

#### ▪ Grupo Mearim

Constituído pelas formações Corda e Pastos Bons, o grupo Mearim está relacionado à sedimentação preenchendo depressões alinhadas na direção leste-oeste, correlacionados um ciclo continental, e ao aumento do nível das águas interiores correspondem os ambientes lacustres. Góes (1995) e Góes & Coimbra (1996) definiram a bacia de Alpercatas (porção oeste do Maranhão) como antéclise, composta por rochas provenientes de vulcanismo (Formação Mosquito) e as pertencentes às formações Corda e Pastos Bons.

Na área do empreendimento AHE Estreito foram identificadas as unidades sedimentares pertencentes a formação Corda, que será descrita a seguir.

#### ▪ Formação Corda

A definição estratigráfica da formação Corda foi apresentada por Aguiar (1969) para designar os arenitos cor creme, róseos a cinza-arroxeados, com estratificação cruzada, sobrepostos concordantemente à formação Pastos Bons, e discordantemente aos basaltos da formação Mosquito. Apresenta-se como uma sedimentação característica de ambiente desértico e fluvial de alta energia, onde a preservação de fósseis foi um evento muito raro.

Os sedimentos da formação Corda afloram na parte central da bacia, na borda oeste, próximo à foz do rio Araguaia e a leste, até próximo à margem esquerda do rio Parnaíba. Lima & Leite (1978) observaram que a unidade apresenta pequenas áreas de ocorrência locais e descontínuas, que preencheram depressões originadas por erosão do basalto.

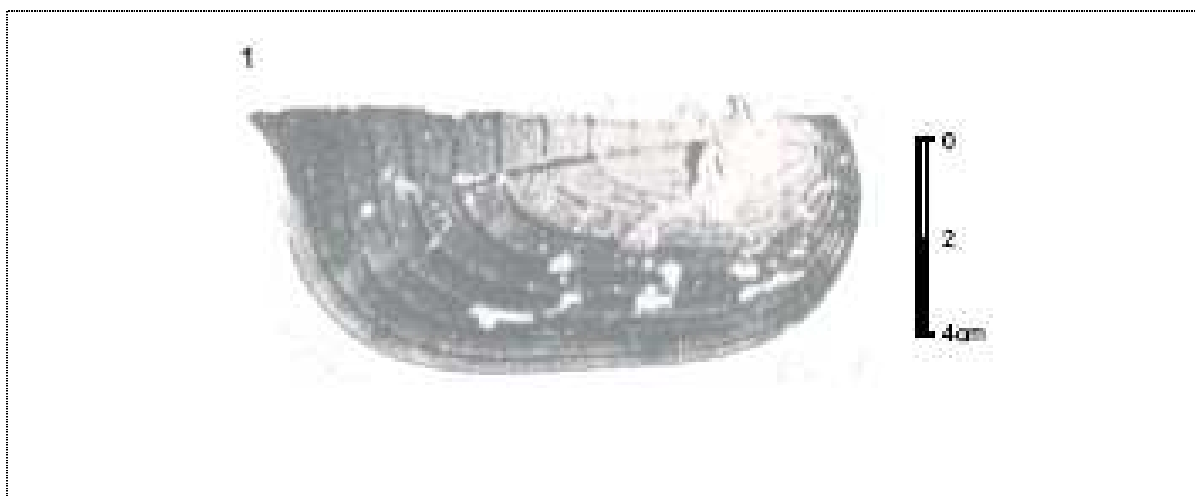


Na área de influência do empreendimento, a formação Corda ocorre como uma pequena mancha na porção sudeste em contato com as formações Pastos Bons e Piauí.

Os sedimentos formam associações representadas por arenitos finos a médios, de cor creme, com grãos de quartzo arredondados, foscos, bem selecionados, bimodais, e eventuais níveis de seixos facetados (ventifactos). As principais estruturas sedimentares são os pacotes com estratificação cruzada acanalada, de grande porte e fluxo de grãos, que intercalam camadas com estratificações plano-paralelas. São interpretados como depósitos de dunas eólicas e de regiões de interdunas.

Associações pelíticas ocorrem em menor proporção, constituídas por seqüências de arenitos finos e pelitos arroxeados, com laminação paralela passando a laminação cruzada cavalgante (*climbing ripples*), interpretados como gerados por correntes de turbidez, em ambiente lacustre. Enquanto nos níveis pelíticos ocorrem os raros fósseis, são associados a sistema continental desértico com dunas eólicas de grande porte, com formação de leques aluviais e pequenos lagos. Os ambientes de sedimentação referem-se a climas considerados quentes e áridos, com sistemas desérticos, contudo, deveria haver alternância com estações úmidas, que possibilitava o aumento do nível de base e o povoamento dos corpos de água, pelas biotas de peixes e pequenos conchostráceos.

Os raros fósseis registrado são as pegadas de répteis referidas a saurópodos, registradas por Leonardi (1980; 1994) em camadas de arenito situadas à margem do rio Tocantins, em Itaguatins, no estado do Tocantins; e conchostráceos (*Macrolimnadiopsis*) identificados em Lima & Leite (1978) e por Beurlen (1954) (**Figura 5.3-8**). Santos & Carvalho (2004) consideraram as formações Pastos Bons e Corda de mesma idade, baseados no gênero de conchostráceos que é comum em ambas as formações.



**Figura 5.3-8.** Conchostráceo, *Macrolimnadiopsis paulo* descrito por Beurlen (1954)

Fonte: Santos & Carvalho (2004)

#### ▪ Formação Sardinha

A formação Sardinha representa um evento vulcânico caracterizado por basaltos e diabásios datados Góes & Feijó (1994), como intrudidos na base do Neocomiano (Cretáceo). Thomaz-Filho *et al.* (2000) posicionam o alojamento das rochas desta formação em torno dos 180 Ma durante o processo de separação dos continentes, Sul Americano e Africano quando da abertura do oceano Atlântico Sul.

Na área do empreendimento, esta unidade ocorre como uma pequena área localizada a sudeste da cidade de Floriano, e a norte do barramento, na cidade de Amarante, em contato com as formações Piauí e Poti no Mapa Geológico (**Anexo I Tomo II**). Normalmente, as rochas ígneas estão representadas por soleiras e diques de diabásio de pequena espessura, quando alteradas, as rochas apresentam uma esfoliação esferoidal.

### 5.3.3. Potencial mineral

Para a análise dos processos de direitos minerários existentes na AII do futuro aproveitamento de Estreito procedeu-se a obtenção de cópia dos dados digitais, via download, de arquivos em formato shapefile (\*.shp) através da ferramenta SIGMINE (Sistema de Informações Geográficas da Mineração), disponível on-line para aquisição gratuita em caráter provisório, no sítio do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, endereço: <http://sigmine.dnpm.gov.br/>).

Os arquivos georreferenciados, atualizados duas vezes por semana e disponibilizados em recorte por estado da federação, contêm os polígonos referentes às áreas requeridas e dados sobre número, ano, tipo e fase atual do processo de requerimento, área solicitada, identificação do requerente, substâncias requeridas, além de informações sobre a situação de análise e pendências do processo e último evento de protocolo. Os dados digitais foram copiados com atualização no sistema SIGMINE até 01 de agosto de 2009.

A consulta complementar sobre os dados de cada processo foi realizada através do Cadastro Mineiro, ferramenta também disponível *on-line* e com acesso livre no sítio do DNPM. Os dados adicionais sobre os processos de direitos minerários incluem informações sobre os hectares solicitados e os hectares atuais, a localização política e a denominação do imóvel, a poligonal ativa com as coordenadas geográficas do ponto de amarração e os vetores que formam o polígono de cada área requerida, histórico do processo e diplomas concedidos, assim como os titulares e responsáveis.

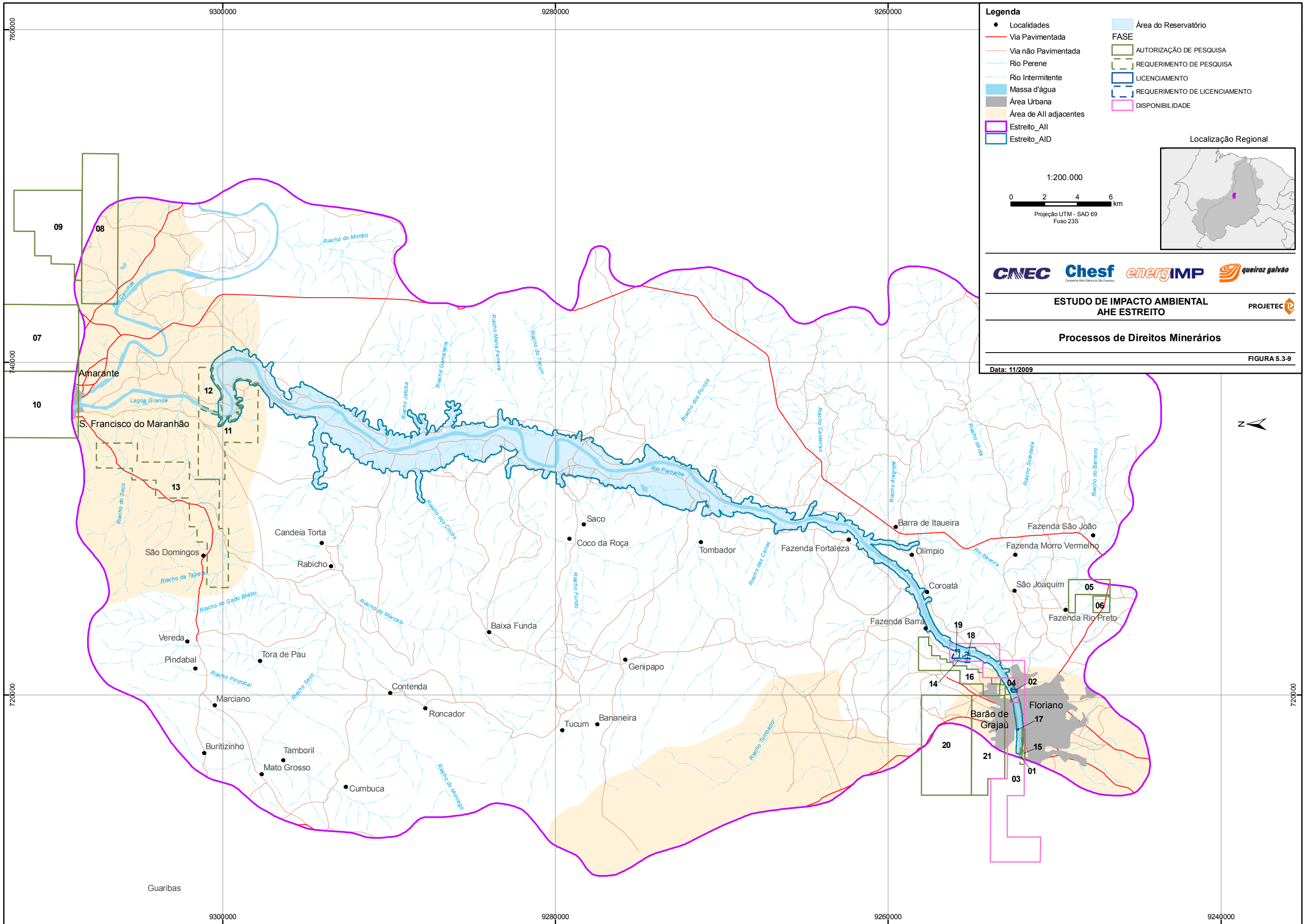
Os polígonos referentes aos estados de Piauí e Maranhão foram recortados, em função do perímetro da bacia de contribuição (AII) do empreendimento, através de ferramenta do ArcGIS 9.0, mantendo-se as áreas de direitos minerários contidas no limite da bacia.

As áreas requeridas foram classificadas em nove fases, referentes ao tipo e/ou estágio de tramitação do processo no DNPM: requerimento de pesquisa (RP), autorização de pesquisa (AP), requerimento de lavra (RL), concessão de lavra (CL), licenciamento (LI), requerimento de lavra garimpeira (RLG), concessão de lavra garimpeira (LG), registro de extração (RE) e em disponibilidade (DISP).

Na AII do AHE Estreito foram identificadas 21 áreas de direitos minerários, conforme espacialização apresentada na **Figura 5.3-9** e relação especificada na **Tabela 5.3-1**.

Das áreas de situação legal encontradas na AII tem-se: (1) 4 áreas em fase de requerimento de pesquisa, sendo 3 para fosfato e 1 para areia; (2) 11 áreas em fase autorização de pesquisa para minério de ferro, ilmenita, diabásio, argila e ouro; (3) 3 áreas em requerimento de lavra para areia e argila; (4) 2 áreas em licenciamento para areia e argila; e (5) 1 área em disponibilidade em função da não aprovação do relatório final de pesquisa mineral.





**Tabela 5.3-1** Requerimentos das substâncias minerais na área de influência indireta (AI) do aproveitamento hidroelétrico de Estreito.

Número localização o no mapa	Código DNPM	ANO	ÁREA (ha)	FASE	REQUERENTE	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
01	803015	2009	17,64	RP	Manoel Ribeiro & Carvalho Ltda	areia	construção civil	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 19/01/2009
02	803075	2006	4,99	LI	Fredson Veloso Falcão	areia	construção civil	760 - LICEN/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 01/04/2009
03	803119	2005	1988,50	DISP	Genival Ribeiro de Carvalho	ouro	industrial	318 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ NÃO APV ART 30 II CM PUB EM 04/11/2008
04	803127	2005	103,40	AP	Cooperativa dos Fornecedores de Material de Construção de Floriano	ouro	industrial	264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO EM 30/01/2008
05	803180	2002	271,58	AP	Britaplan Mineração Ltda	diabásio	industrial	1273 - AUT PESQ/REDUÇÃO DE ÁREA PROTOCOLIZADO EM 13/07/2009
06	803327	2006	99,90	AP	Britaplan Mineração Ltda	diabásio	revestimento	255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 13/07/2009
07	804322	2008	1996,14	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
08	804327	2008	1954,02	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 08/06/2009
09	804329	2008	1560,79	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 02/04/2009
10	804337	2008	1996,76	AP	Produtos Minerais do Piauí Ltda	minério de ferro	industrial	323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 30/04/2009
11	806050	2009	1215,35	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 02/06/2009
12	806050	2009	293,91	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 02/06/2009
13	806051	2009	1979,09	RP	Diagem Reflorestamento Ltda.	fosfato	fertilizantes	100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO EM 24/03/2009
14	806069	2009	20,38	RL	Cerâmica Industrial do Maranhão Ltda.	argila	cerâmica vermelha	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 17/04/2009
15	806100	2007	32,17	AP	D. Almeida e Irmão Ltda.	argila	industrial	178 - AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH EM 17/12/2008
16	806101	2007	468,90	AP	D. Almeida e Irmão Ltda.	argila	industrial	178 - AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH EM 17/12/2008

Cont.

**Tabela 5.3-1** Requerimentos das substâncias minerais na área de influência indireta (AII) do aproveitamento hidroelétrico de Estreito.

Número localização o no mapa	Código DNPM	ANO	ÁREA (ha)	FASE	REQUERENTE	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
17	806103	2009	0,62	RL	Draga Baronense e Extração de Areia Ltda	areia	construção civil	1154 - REQ LICEN/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 29/07/2009
18	806107	2007	3,49	LI	Cerâmica Industrial do Maranhão Ltda.	argila	cerâmica vermelha	1401 - LICEN/LICENÇA AMBIENTAL PROTOCOLIZADA EM 06/04/2009
19	806142	2009	41,76	RL	Cerâmica Industrial do Maranhão Ltda.	argila	cerâmica vermelha	700 - REQ LICEN/REQUERIMENTO LICENCIAMENTO PROTOCO EM 30/07/2009
20	806251	2004	1800,00	AP	Corcovado Granitos Ltda	ilmenita	industrial	255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 07/04/2009
21	806252	2004	1100,00	AP	Corcovado Granitos Ltda	ilmenita	industrial	230 - AUT PESQ/ARQUIVAMENTO AUTO INFRAÇÃO PUBL EM 20/04/2009

#### 5.4. GEOTECNIA REGIONAL

A caracterização geotécnica regional, descrita a seguir, baseia-se nas observações de campo efetuadas para o reconhecimento do território abrangido pelos cinco (5) aproveitamentos energéticos, ou seja, desde o município de Amarante até Ribeiro Gonçalves, varrendo uma distância de mais de 500 km, a maioria deles pela margem direita do Rio Parnaíba, estado do Piauí.

Essa caracterização regional fornece uma visão macro do território que poderá ser impactado pelo projeto AHE Estreito. Salienta-se que as informações em que se baseia essa caracterização regional são de caráter qualitativo, baseadas na caracterização geológica, registro fotográfico e observações diretas em campo.

Com base na caracterização geológica e geomorfológica da área, observa-se que a totalidade do território delimitado pelos divisores d'água do rio Parnaíba entre Amarante e Ribeiro Gonçalves se encontra inserido na bacia sedimentar do Parnaíba, composta essencialmente por intercalações rochosas compostas de sedimentos arenosos e silto-argilosos. Geomorfologicamente a área é constituída por um conjunto de relevos de formas predominantemente tabulares, apresentando formas em chapadas, e relevos residuais em formas de mesas com vertentes íngremes.

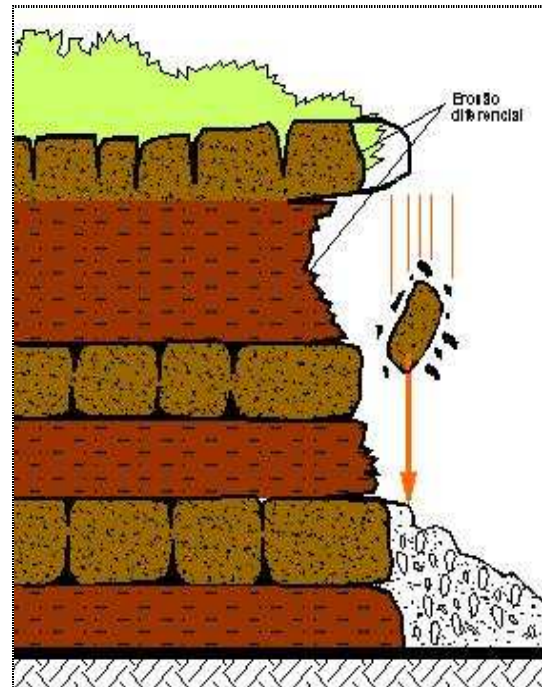
Essa relativa homogeneidade geológica transfere-se à paisagem, que apresenta perfis de solos avermelhados, ricos em ferro, muito alterados e profundos, mimetizando em muitos casos sua origem litológica.

Os perfis rochosos, geralmente expostos em cortes de estrada e antigas zonas de empréstimo, mostram alternâncias de arenito, siltito e folhelho, ocasionalmente podem ser observados afloramentos de rochas ígneas ou metamórficas.

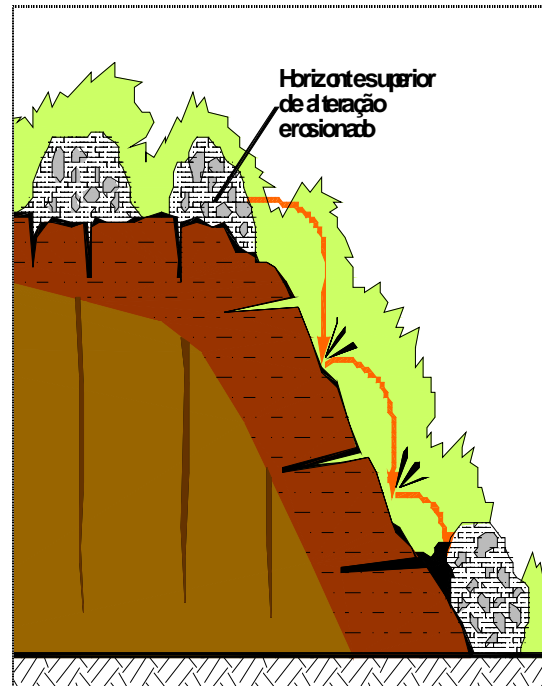
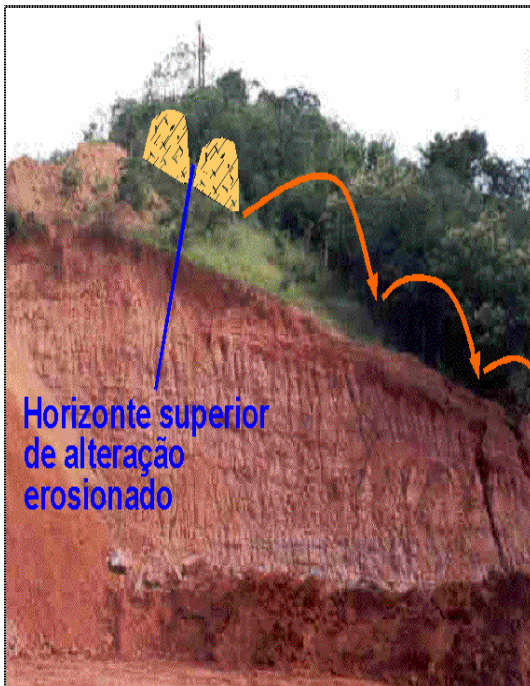
Da mesma forma como o contexto geológico se apresenta homogêneo, o comportamento geotécnico dos materiais e das estruturas se mostra semelhante. Nos setores percorridos para o reconhecimento do território, não foi detectado nenhum tipo de instabilidade geotécnica de grande porte do tipo translacional ou rotacional. As encostas se apresentam estáveis sem evidências (aparentes) de movimentos retrogressivos ou de "creep". Moradores dos distritos visitados, quando indagados, não apontaram antecedentes de queda de barreiras ou desabamento de casas, embora altas declividades foram verificadas em alguns casos.

Todos os fenômenos de instabilidade do terreno verificados na área são de pequena magnitude, de abrangência local, embora freqüentes. Todos estão relacionados com o desenvolvimento de processos erosivos intensos em solos ou rochas. Nesse aspecto, foram detectados basicamente quatro (4) tipos de mecanismos erosão – instabilidade, ilustrados nas **figuras 5.4-1 e 5.4-2**.





**Figura 5.4-1** Mecanismo 1 - Queda de blocos por erosão diferencial no talude.



**Figura 5.4-2.** Mecanismo 2 - Queda de blocos por erosão do horizonte superior de alteração

Em geral, o observado na região é uma alta propensão dos materiais expostos a serem erodidos pela ação mecânica d'água. A maior parte dos taludes de corte apresentam um grau de erosão intenso, gerando depósitos de materiais no sopé do talude, entupindo as valetas de drenagem e dificultando a circulação dos veículos. Esses sedimentos

posteriormente em período de chuvas são arrastados para os rios e drenagens naturais, causando o assoreamento dos mesmos.

Essa propensão à erosão depende de uma série de fatores, entre os quais pode-se citar o tipo de material, o grau de alteração, o padrão da drenagem e as relações geométricas entre altura e declividade. De uma forma geral, taludes cortados com declividades superiores a 0.75H:1.00V parecem exibir um grau de alteração maior, independente da altura ou de possuírem berma intermediária.

## 5.5. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS E HIDROGEOLOGIA

### 5.5.1. Aspectos Hidrogeológicos da bacia Sedimentar do Parnaíba

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba está totalmente inserida na bacia Sedimentar do Parnaíba, que compreende quase todo o território dos estados do Maranhão e do Piauí, além de pequenas partes dos estados do Ceará, de Goiás e do Pará, totalizando uma superfície de cerca de 600.000 km<sup>2</sup>.

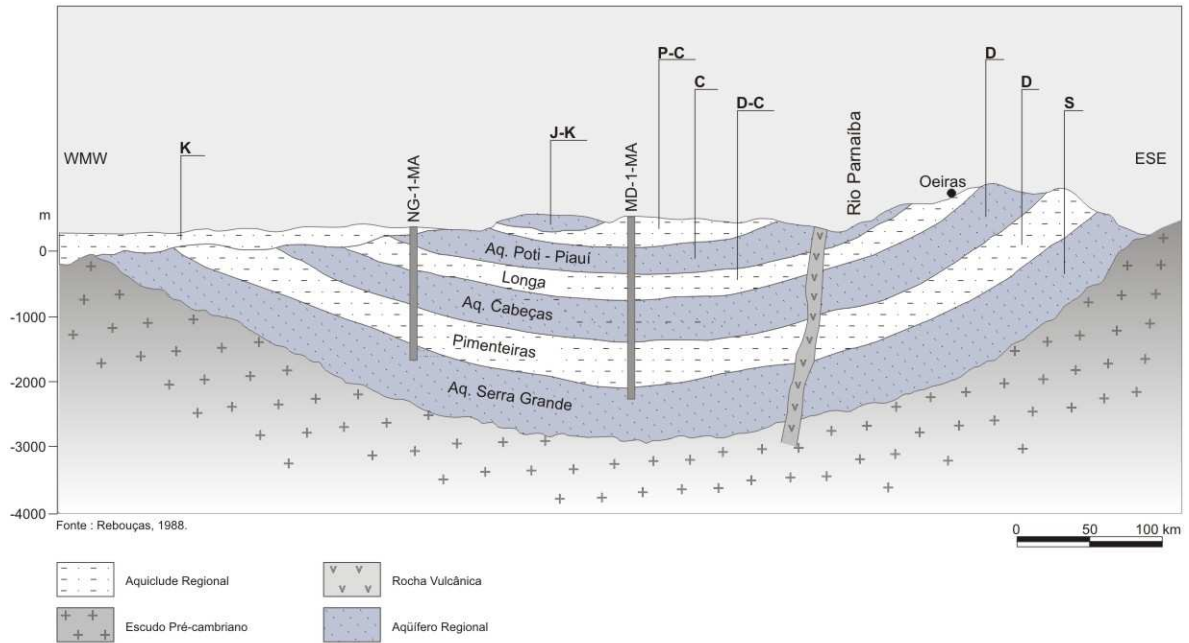
A seqüência sedimentar desta bacia, segundo dados de geologia de superfície e sondagens executadas pela Petrobrás, é constituída por um pacote de sedimentos paleozóicos e mesozóicos, com espessura máxima da ordem de 3000 m, assentado discordantemente sobre as rochas cristalinas do complexo embasamento Pré-Cambriano.

Entre os sedimentos depositados nessa bacia destacam-se os clásticos finos e grossos ou conglomeráticos (Grupo Serra Grande e as formações Cabeças, Poti-Piauí, Motuca, Sambaíba, Corda e Itapecuru) com maiores possibilidades de armazenar e liberar grandes quantidades de água, e os clásticos finos e pelitos (formações Pimenteiras, Longá, Pedra de Fogo e Pastos Bons) que, por serem menos permeáveis, caracterizam-se como camadas confinantes das formações mais permeáveis.

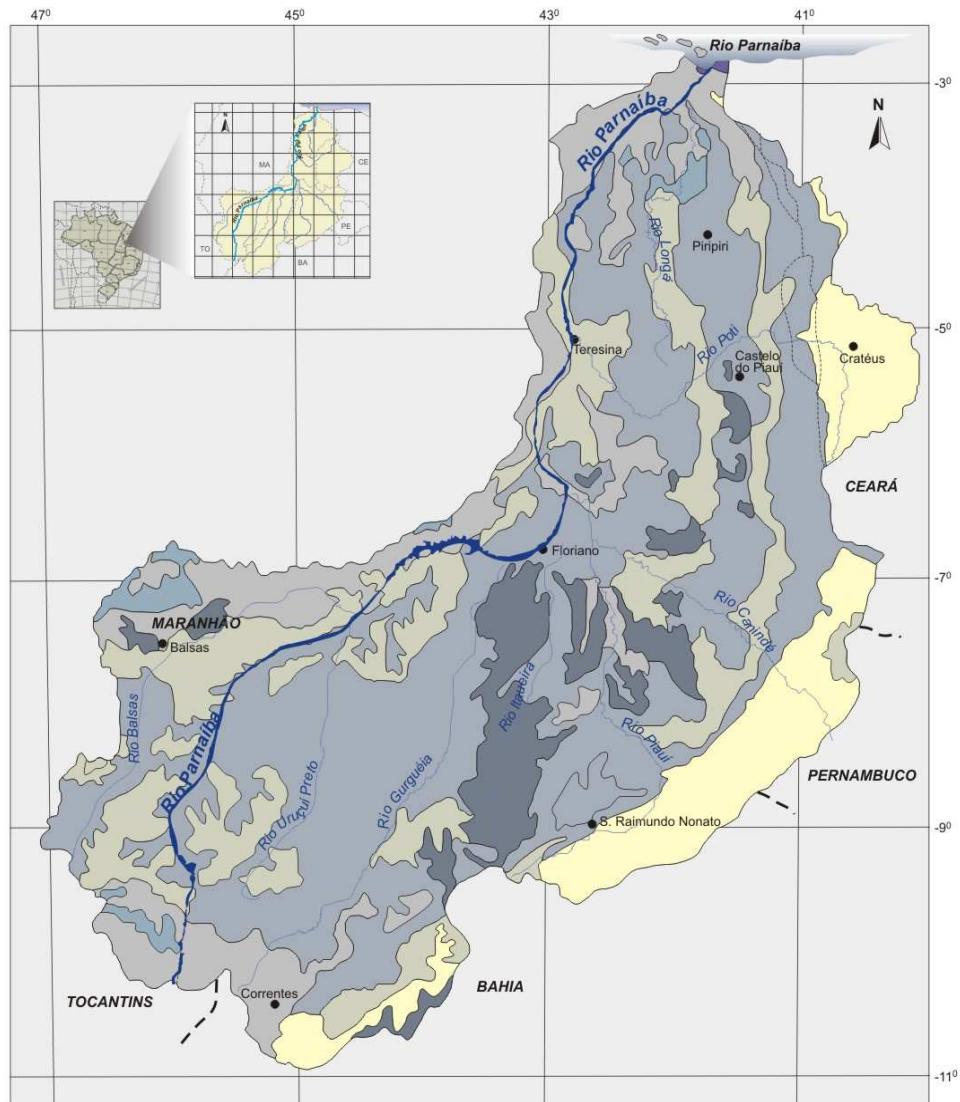
Na bacia do Parnaíba foram executados importantes estudos hidrogeológicos de caráter regional e local, entre os quais podemos citar: O Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Pesquisa Sistemática da Água Subterrânea na bacia do Parnaíba (Piauí e Maranhão) e bacia do Apodi; Estudo de Reconhecimento do Vale do Gurguéia; Estudo de Viabilidade do Vale do Gurguéia; Estudo Hidrogeológico da Região de São João do Piauí e Estudo de Pré-Viabilidade do Vale do Fidalgo e O Aquífero Cabeças no Vale do Gurguéia – Atualização dos Conhecimentos, dentre outros. Desses trabalhos, o Inventário Hidrogeológico, apesar de ter sido realizado há 26 anos, ainda é o trabalho mais completo para a região como um todo, sendo, portanto, uma referência básica.

A partir desses trabalhos elaborou-se uma síntese da Hidrogeologia da bacia Sedimentar do Parnaíba, descrevendo-se as formações aquíferas da mais antiga para a mais recente, sendo esta conformação apresentada na **Figura 5.5-1**. As **figuras 5.5-2** e **5.5-3** apresentam a distribuição espacial e a produtividade média das principais unidades aquíferas da bacia do Parnaíba, respectivamente.





Legenda: **K** = Cretáceo; **J** = Jurássico; **P** = Permiano; **C** = Carbonífero; **D** = Devoniano; **S** = Siluriano  
**Figura 5.5-1** Seqüência aquífera esquemática na bacia Sedimentar do Parnaíba.



Fonte : Modificado do Mapa Hidrogeológico do Brasil ( 1983 ).

**LEGENDA**

**AQÜÍFEROS EM ROCHAS POROSAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA GRANDE A PEQUENA**

**■** Aquíferos contínuos de extensão variável, livres. Constituem-se de sedimentos clásticos não consolidados. Permeabilidade variável . Qualidade química das águas geralmente boa. Possibilidade de exploração através de poços rasos ( < 50 m ).

**■** Aquíferos contínuos de extensão regional a regional limitada, livres e/ou confinados. Formados por sedimentos clásticos consolidados. Permeabilidade geralmente alta a média. Qualidade química das águas geralmente boa.

**■** Aquíferos contínuos de extensão regional a regional limitada, livres e/ou confinados. Constituídos por sedimentos clásticos não consolidados e consolidados. Permeabilidade geralmente média a baixa. Qualidade química das águas geralmente boa.

**■** Aquíferos locais encontrados em finas camadas ou lentes arenosas. Aquíferos contínuos de extensão restrita ou de explorabilidade difícil devido à grande profundidade dos níveis d'água, livres ou confinados. Consistem de sedimentos clásticos consolidados e inconsolidados. Permeabilidade geralmente baixa. Qualidade química das águas geralmente boa.

**AQÜÍFEROS EM ROCHAS EFUSIVAS OU INTRUSIVAS BÁSICAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA MUITO PEQUENA**

**■** Aquíferos praticamente ausentes, ampliados em certos trechos pelas zonas de fraturas. Qualidade química das águas geralmente boa.

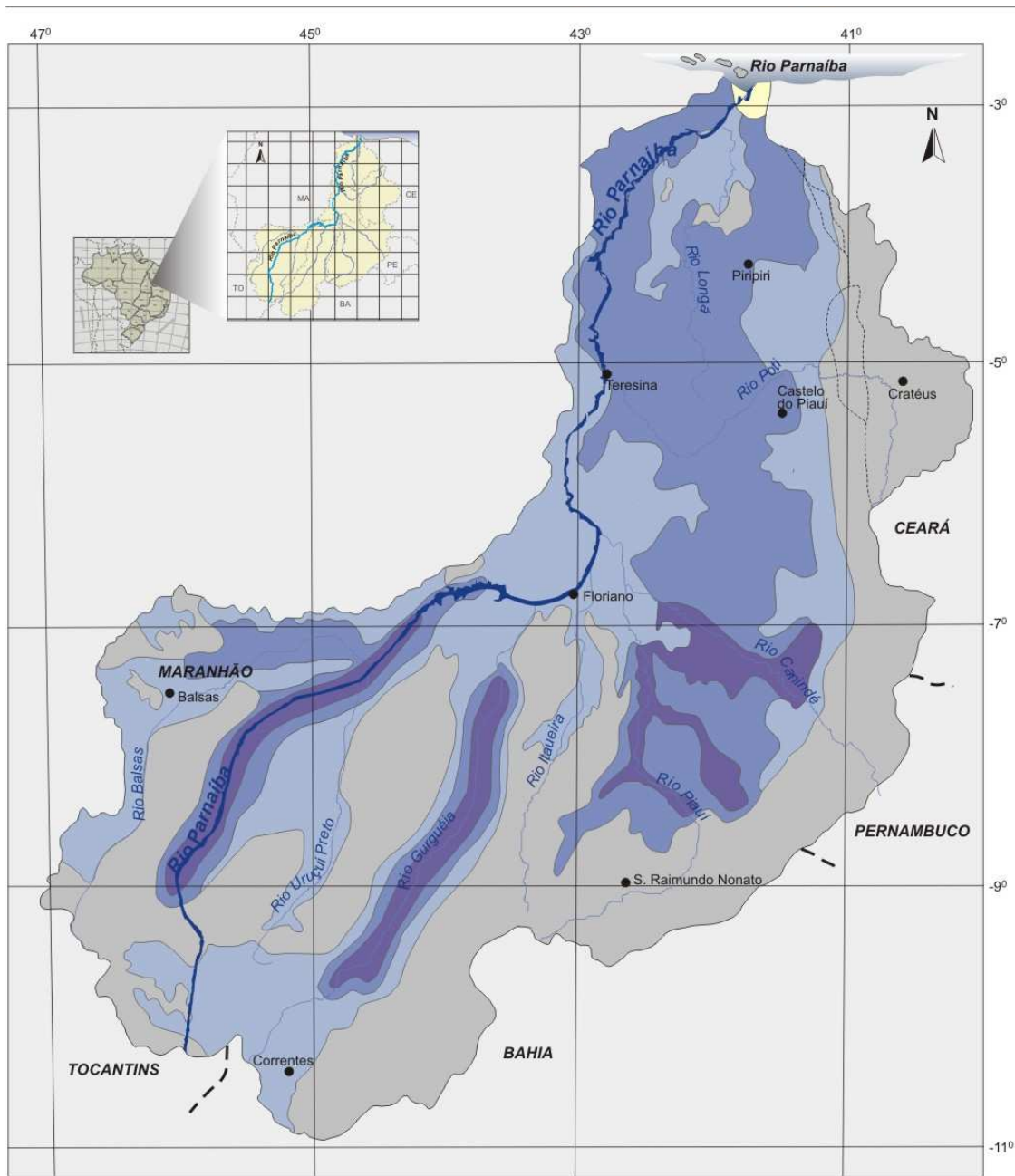
**AQÜÍFEROS EM ROCHAS POROSAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA MUITO PEQUENA**

**■** Aquíferos locais encontrados em finas camadas ou lentes arenosas, livres. Constituídos por sedimentos clásticos inconsolidados a pouco consolidados. Permeabilidade baixa. Águas geralmente de boa qualidade química.

**AQÜÍFEROS EM ROCHAS FRATURADAS COM IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA RELATIVA MUITO PEQUENA**

**■** Aquíferos locais restritos a zonas de fraturas, livres. Encontrados em rochas metamórficas e graníticas sensu lato. Águas em geral salinizadas.

**Figura 5.5-2.** Mapa esquemático ilustrando a distribuição das principais unidades aquíferas da bacia Sedimentar do Parnaíba.



Fonte : Modificado do Mapa Hidrogeológico do Brasil ( 1983 ).

**LEGENDA**

- MUITO ELEVADA**  
Poços com capacidade específica superior a 4 m<sup>3</sup>/h/m e vazão superior a 100 m<sup>3</sup>/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- ELEVADA A MÉDIA**  
Poços com capacidade específica entre 4 e 1m<sup>3</sup>/h/m e vazão entre 100 e 25 m<sup>3</sup>/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- MÉDIA A FRACA**  
Poços com capacidade específica entre 1 e 0,13 m<sup>3</sup>/h/m e vazão entre 25 e 3,25 m<sup>3</sup>/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- MUITO FRACA**  
Poços com capacidade específica inferior a 0,13 m<sup>3</sup>/h/m para rebaixamento do nível d'água de 25 m
- SEM INFORMAÇÃO**

**PRODUTIVIDADE DOS AQUIFEROS**  
**Bacia do Rio Parnaíba**

**Figuras 5.5-3.** Mapa esquemático com a distribuição espacial da produtividade dos aquíferos da bacia Sedimentar do Parnaíba.

## Principais aquíferos identificados

### 5.5.1.1. Aquífero Serra Grande

O aquífero Serra Grande é limitado pela formação Pimenteira no topo e pelo embasamento cristalino na base. É constituído por arenitos finos a médios, até conglomerático, de coloração esbranquiçada, podendo atingir mais de 450 m de espessura, como registrado em poços do DNOCS no Vale do Gurguéia, os quais produzem descargas da ordem de 400 m<sup>3</sup>/h.

Segundo Pessoa (1979) a alimentação do aquífero Serra Grande pode ser processada através de infiltração direta das precipitações pluviométricas e infiltração a partir de rios, na área de afloramento; e infiltração vertical descendentes através da formação Pimenteiras, na área de confinamento do aquífero.

Segundo esse autor, os exutórios do aquífero são constituídos basicamente pela infiltração vertical ascendente, através do aquífero Pimenteiras, alimentando o aquífero Cabeças, em virtude das maiores cargas hidráulicas do aquífero Serra Grande.

O DNOCS/OESA apud Pessoa (1979) determinou as características hidrodinâmicas do aquífero Serra Grande a partir de testes de aquífero realizados em três poços, cujos resultados são apresentados no **Quadro 5.5-1**.

**Quadro 5.5-1.** Características hidrodinâmicas do Aquífero Serra Grande.

POÇO BOMBEADO		PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS				
		Transmissividade T(m <sup>2</sup> /s)		Condutividade Hidráulica K (m/s)		Coefficiente de Armazenamento S
Número	Local	Rebaixamento	Recuperação	Rebaixamento	Recuperação	Rebaixamento
144/18	Violeto	2,43 x 10 <sup>-3</sup>	2,12 x 10 <sup>-6</sup>	9,72 x 10 <sup>-6</sup>	8,48 x 10 <sup>-6</sup>	-
258/18	Sta. Rita nº 3	5,30 x 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	0,76 x 10 <sup>-3</sup>
262/18	S. João do Piauí	1,50 x 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	9,8 x 10 <sup>-5</sup>
Média para o aquífero		3,02 x 10 <sup>-3</sup>		9,10 x 10 <sup>-6</sup>		4,29 x 10 <sup>-4</sup>

Fonte: Pessoa (1979) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste.

Segundo Pessoa (1979), o estudo do escoamento subterrâneo do aquífero Serra Grande é bastante difícil, face à reduzida quantidade de poços no aquífero. Os poucos existentes concentram na região de São João do Piauí.

O DNOCS/COTEP (1976) também teve a mesma dificuldade para o estudo do escoamento subterrâneo, no trabalho realizado na região de médio vale do rio Gurguéia, na parte sudeste do estado do Piauí, entre as localidades da Colônia do Gurguéia, antiga Colônia do Incra, e Cristino Castro.

Segundo eles, na zona de alimentação, na região entre Curimatá e Parnaguá, a potenciometria pode ser esboçada, indicando um escoamento divergente, parte em direção as lagoas de Parnaguá e rio Paraím e parte no sentido do rio Curimatá, parecendo essencialmente comandado pelas feições geomorfológicas e variações de condutividade hidráulica. Na zona de confinamento, por sua vez, o delineamento potenciométrico do Serra



Grande mostrou-se ainda mais precário, devido a total inexistência de poços que atingissem o sistema, principalmente na zona de baixo vale. Somente a partir das perfurações realizadas, na lagoa de Pau D' Arco, Paus e Violeto e mediante extrapolações e grandes simplificações (admitiu-se um desenvolvimento cilíndrico de piezometria), foi possível visualizar seu provável comportamento.

Segundo o DNOCS/COTEP (1976), a superfície potenciométrica obtida indica um escoamento geral em direção ao interior da bacia do Gurguéia com gradientes médios da ordem de 1,48 m/km. Admitindo-se uma frente de escoamento influente sobre o vale do Gurguéia igual a 350 km, correspondendo à extensão de toda a área de afloramento de Serra Grande, desde o sul de Paus até o nordeste de São Raimundo Nonato, o volume de escoamento natural calculado foi de  $36,65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

Pessoa (1979), a partir do volume de escoamento natural obtido pelo DNOCS/COTEP (1976) ( $36,65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) e tendo conhecimento do valor da área de influência sobre a frente de escoamento ( $2.215 \text{ km}^2$ ) e da pluviometria média anual da área ( $880 \text{ mm/ano}$ ), calculou a infiltração anual, obtendo um valor igual a  $16,55 \text{ mm/ano}$ , o que corresponde a 1,88% da precipitação.

A reserva permanente do aquífero, constituída pelos volumes de saturação e sob pressão, foi de  $359.183 \times 10^6 \text{ m}^3$  para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Pessoa, 1979).

#### 5.5.1.2. *Aqüitardo Pimenteiras*

Litologicamente, a formação Pimenteiras é formada principalmente de folhelhos e siltitos com intercalações lenticulares de arenito fino, comportando-se em escala regional como um aquífero ou leito semipermeável, confinando o aquífero Serra Grande sotoposto. Localmente, pode apresentar condições de aquífero quando ocorrem intercalações de arenitos na seqüência argilosa. Tal unidade pode atingir 250 m de espessura, como registrado nos perfis dos poços da região de São João do Piauí e do Vale do Gurguéia (Pessoa, 1979)

O processo de alimentação do aquífero consiste de infiltração direta a partir das chuvas, infiltração a partir dos rios e infiltração vertical (ascendente ou descendente) dos aquíferos Cabeças, sobreposto, e Serra Grande, sotoposto.

Segundo Pessoa (1979), a alimentação a partir das chuvas e dos rios é considerada bastante reduzida devido às características litológicas, às condições topográficas da área de recarga e aos curtos períodos de deflúvio que não favorecem a infiltração através destes processos. É provável que os maiores volumes d'água que penetram no aquífero são fornecidos pelos aquíferos Cabeças e Serra Grande por infiltração vertical descendentes e ascendente, respectivamente.

Os exutórios do aquífero Pimenteiras são a evapotranspiração na área de recarga e as perdas por infiltração vertical ascendentes e descendentes para os aquíferos Cabeças e Serra Grande, nessa ordem.

As características hidrodinâmicas da formação foram determinadas pelo DNOCS/COTEP apud Pessoa (1979), através de ensaios de bombeamento realizados em poços da cidade de Correntes/PI e no poço 147/18, localizado próximo à Lagoa do Pau D' Arco. Os valores

médios de transmissividade e condutividade hidráulica são  $3,08 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $3,07 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ , respectivamente.

O escoamento natural calculado por Pessoa (op. cit.) para a área da folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste foi obtido de modo indireto, com o objetivo apenas de se ter uma ordem de grandeza dos volumes envolvidos, para tanto, foi considerado uma taxa de infiltração em torno de 0,25% da pluviometria, que na área da folha é de 810mm/ano. Considerando essa infiltração para uma área de afloramento de  $4.160 \times 10^6 \text{ m}^2$ , obtém-se como resultado uma vazão de escoamento natural de  $8,42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A reserva permanente do aquífero, constituída pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de  $19.709 \times 10^6 \text{ m}^3$  para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Pessoa, 1979).

#### 5.5.1.3. *Aquífero Cabeças*

O aquífero Cabeças é limitado pelas formações Longá, no topo, e Pimenteiras, na base. litologicamente é constituído por arenitos cinza claros a esbranquiçados, granulometria fina a média, ora grosseira, por vezes conglomerático, com intercalações de folhelhos roxos, na parte basal, podendo atingir 400 m de espessura. Os poços do DNOCS, na região do Vale do rio Gurguéia, atingem vazões de produção de até  $450 \text{ m}^3/\text{h}$ , apresentando em geral águas de excelente qualidade, podendo ser utilizadas tanto para abastecimento quanto na irrigação.

As áreas de recarga do aquífero estendem-se desde Pajeú até a região de Oeiras e Picos. Para norte e para o sul do estado do Piauí, os afloramentos estendem-se ainda de maneira contínua até Piracuru, Parnaguá e Curimatá. Na área da folha 13 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste a formação aflora, também, na região de São Francisco, no vale do rio Piauí (Pessoa, 1979). Na folha 18 do mesmo inventário a formação Cabeças tem uma área de recarga direta de  $16.697 \text{ km}^2$ , desenvolvendo-se desde a região de Canto do Buriti até a Lagoa do Pau-D' Arco no quadrante sudoeste da folha. Como a formação ocorre continuamente em sub-superfície para noroeste, a área recoberta pelos sedimentos mais recentes é, em torno de  $26.785 \text{ km}^2$  (SUDENE, 1978).

A alimentação do aquífero Cabeças é processada através de infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; infiltração vertical ascendente ou descendente através das formações inferior e superior; e contribuição da rede de drenagem superficial (Pessoa, 1979).

Os exutórios do aquífero Cabeças são as perdas por infiltração vertical ascendentes e descendentes para os aquíferos Poti-Piauí e Serra Grande, respectivamente, e a restituição de água aos rios nos períodos secos, em face a conexão hidráulica existente com a rede de drenagem superficial.

As características hidrodinâmicas do aquífero Cabeças foram determinadas pelo DNOCS/COTEP apud Pessoa (1979), através de testes de bombeamento em vários poços e a partir de testes realizados para o Estudo Hidrogeológico do Projeto de Irrigação Lameiro e Estudo de Pré-Viabilidade do Vale do Fidalgo (SUDENE, 1978); os resultados destes testes constam no **Quadro 5.5-2**.



**Quadro 5.5-2.** Características hidrodinâmicas do aquífero Cabeças

Poço Bombeado	Local	Parâmetros Hidrodinâmicos		
		Transmissividade – T (m <sup>2</sup> /s)	Condutividade Hidráulica -K (m/s)	Coefficiente de Armazenamento -S
47/18	Brejo	6,35 x 10 <sup>-3</sup>	2,76 x 10 <sup>-4</sup>	-
75/18	Canto do Buriti	2,67 x 10 <sup>-3</sup>	2,76 x 10 <sup>-4</sup>	2,97 x 10 <sup>-4</sup>
138/18	Cristino Castro	4,78 x 10 <sup>-3</sup>	2,17 x 10 <sup>-4</sup>	-
161/18	Lagoa Cercada	2,00 x 10 <sup>-3</sup>	8,43 x 10 <sup>-5</sup>	-
309/18	Santa Luz	6,75 x 10 <sup>-3</sup>	4,39 x 10 <sup>-5</sup>	0,60 x 10 <sup>-5</sup>
124/18	Bom Lugar	2,05 x 10 <sup>-2</sup>	-	-
126-131/18	Pj. Gurguéia	1,69 x 10 <sup>-2</sup>	-	-
132-137/18	Pj. Gurguéia	1,68 x 10 <sup>-2</sup>	-	-
143/18	Violeto nº1	1,79 x 10 <sup>-2</sup>	6,77 x 10 <sup>-5</sup>	-
144/18	Violeto nº2	2,17 x 10 <sup>-2</sup>	8,19 x 10 <sup>-5</sup>	1,37 x 10 <sup>-5</sup>
157/18	Col. do Gurguéia	1,95 x 10 <sup>-2</sup>	7,05 x 10 <sup>-5</sup>	1,96 x 10 <sup>-5</sup>
193/18	Paus	1,35 x 10 <sup>-2</sup>	5,56 x 10 <sup>-5</sup>	2,66 x 10 <sup>-5</sup>
Valores Médios		1,81 x 10 <sup>-2</sup>	6,89 x 10 <sup>-5</sup>	1,99 x 10 <sup>-5</sup>
200/13	Salinas	2,70 x 10 <sup>-3</sup>	1,20 x 10 <sup>-5</sup>	5,90 x 10 <sup>-4</sup>
201/13	Salobro	1,06 x 10 <sup>-3</sup>	7,00 x 10 <sup>-6</sup>	-
160/13	Oeiras	2,30 x 10 <sup>-4</sup>	2,00 x 10 <sup>-6</sup>	-
230/13	Fonte de Fátima	3,10 x 10 <sup>-3</sup>	-	-
231/13	Lagoa do Boi	1,00 x 10 <sup>-3</sup>	-	1,60 x 10 <sup>-4</sup>
232/13	Lagoa Comprida	5,00 x 10 <sup>-3</sup>	-	-
318/13	Vermelha	4,00 x 10 <sup>-5</sup>	-	-
Valores médios		2,00 x 10 <sup>-3</sup>	1,00 x 10 <sup>-5</sup>	5,10 x 10 <sup>-4</sup>

Fonte: Pessoa (1979) e BRASIL.SUDENE(1978) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 18 e 13, respectivamente.

A superfície Potenciométrica do aquífero Cabeças delineada a partir das medições efetuadas em poços tubulares nos vales do Fidalgo, Piauí e Canindé, (referindo-se, principalmente, à zona confinada), mostrou que o escoamento das águas é feito para a rede de drenagem superficial. Os gradientes hidráulicos são mais fracos nas proximidades das áreas de recarga do vale do Fidalgo (média de 1,7 m/km), tornam-se maiores nas áreas confinadas (média de 3,8m/km) e são mais fortes a nordeste de Oeiras devido às condições topográficas (11,5 m/km) (SUDENE, 1978).

Com base nesse mapa potenciométrico foi possível obter uma vazão de escoamento natural de 47,6 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano, para uma seção de 165km de comprimento situada na área confinada, um gradiente hidráulico médio de 3,2 m/km, e uma transmissividade com valor de 2,9 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.

Na região de Canto do Buriti, a potenciometria mostra que o escoamento do aquífero Cabeças é dirigido para nordeste, em direção ao vale do rio Piauí, com gradientes hidráulicos situando-se em torno de 2,0 m/km. Estima-se que 75% do escoamento natural do aquífero, nessa região, contribuem para o escoamento de base do rio Piauí (SERRETE – ENGENHARIA S/A, *apud* PESSOA, 1979). A vazão de escoamento natural para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste é de  $323,56 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A reserva permanente do aquífero, constituída pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de  $65.330 \times 10^6 \text{ m}^3$  para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (PESSOA, 1979). Para a folha 13 do mesmo inventário, a reserva permanente foi de  $118.450 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

#### 5.5.1.4. *Aqüitardo Longá*

A formação Longá é constituída principalmente de folhelhos cinza-avermelhados e roxos, com intercalações de delgadas lentes de siltitos e arenitos finos das mesmas cores. Do ponto de vista hidrogeológico, comporta-se de maneira semelhante à formação Pimenteiras, funcionando como uma camada confinante/semi-confinante do aquífero Cabeças, separando essa formação do sistema aquífero sobrejacente Poti-Piauí.

A alimentação do aquífero pode ser feita por infiltração a partir dos rios, principalmente nos trechos perenes, e por infiltração vertical ascendente ou descendente oriunda dos aquíferos Poti-Piauí, sobreposto, e Cabeças, sotoposto.

As características hidrodinâmicas foram determinadas pelo DNOCS/COTEP, através dos ensaios de bombeamento efetuados nos poços 143/18 (Violeto) e 193/18 (Paus). Os valores de transmissividade e condutividade hidráulica obtidos são de  $2,62 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  e de  $7,87 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ , respectivamente. SUDENE (1978) indica valores de transmissividade na ordem de  $1,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e condutividade hidráulica de  $1,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ , para a região de Barras/PI.

Segundo Pessoa (1979), os dados disponíveis sobre o aquífero Longá não foram suficientes para esboçar a superfície potenciométrica da formação. Entretanto, foi levantada a hipótese de que o escoamento subterrâneo ocorre em direção aos rios e para noroeste, na área de confinamento. A vazão de escoamento natural calculado indiretamente pelo autor é de  $10,75 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A reserva permanente do aquífero, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de  $4,896 \times 10^6 \text{ m}^3$  para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, representando 0,9 % da reserva permanente total, para a referida folha (PESSOA, 1979).

#### 5.5.1.5. *Sistema Aquífero Poti–Piauí*

As formações carboníferas Poti e Piauí foram reunidas em uma única unidade hidrogeológica, tendo em vista a sua semelhança do ponto de vista litológico. A alternância repetida de leitos mais e menos permeáveis, no conjunto das duas formações, sugere tratar-se de uma seqüência de aquíferos e aquíferos, de maior ou menor tamanho, formando um único sistema hidrogeológico.

Na área em que estão locados os cinco eixos barráveis, o sistema Poti-Piauí se comporta em grande parte como aquífero livre, sendo confinado localmente pela formação Pedra de Fogo, no topo, e pela formação Longá, na base. Os arenitos da formação Poti são de

granulação fina, argilosos, micáceos de coloração avermelhada, podendo ocorrer intercalações de siltitos e folhelhos avermelhados. A formação Piauí, na parte basal é constituída por arenitos finos a médios, de coloração rósea, com algumas intercalações de folhelhos. Na parte superior, os arenitos são avermelhados com intercalações de folhelhos de várias cores. Há também a presença de leitos de sílex. No conjunto, a espessura pode atingir até 600 metros.

Das cinco barragens previstas, Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, quatro serão implantadas sobre sistema aquífero Poti/Piauí, apenas a barragem de Estreito será assentada sobre sedimentos da formação Pedra de Fogo.

Os processos através dos quais podem efetuar-se as alimentações do sistema consistem de:

- Infiltração direta a partir de chuva.
- Contribuição da rede de drenagem superficial.
- Infiltração a partir das formações sobrejacentes (Pedra de Fogo e Corda) de carga hidráulica mais elevada.

Segundo SUDENE (1979), não é possível avaliar a quantidade de água que alimenta o aquífero pelos processos acima indicados, devido à falta de informações e de dados. As contribuições provenientes dos rios Gurguéia, Parnaíba, Piauí, Canindé e outros cursos secundários devem ocorrer principalmente em épocas de cheias.

Os exutórios do aquífero Poti são representados por:

- Rede de drenagem superficial. Os rios Gurguéia, Parnaíba, Piauí e outros recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero durante as cheias, principalmente, nos períodos de seca.
- Perdas de água por infiltração vertical descendente. As cargas hidráulicas mais elevadas de Poti-Piauí em relação ao aquífero Cabeças indicam tais perdas.

Ensaio de bombeamento executados pelo DNOCS/COTEP (1976) permitiram a caracterização hidrodinâmicas do aquífero na região de Aliança do Gurguéia e na antiga Colônia do INCRA. Os resultados e os valores médios obtidos estão ilustrados no **Quadro 5.5-3**.

**Quadro 5.5-3** Características hidrodinâmicas do aquífero Poti-Piauí

Poço Bombeado	Local	PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS		
		Transmissividade –T (m <sup>2</sup> /s)	Condutividade Hidráulica –K (m/s)	Coefficiente de Armazenamento - S
153/18	Aliança do Gurguéia	4,21 x 10 <sup>-4</sup>	5,20 x 10 <sup>-6</sup>	-
157/18	Colônia do Incra	1,79 x 10 <sup>-4</sup>	2,64 x 10 <sup>-6</sup>	1,44 x 10 <sup>-3</sup>
Valores Médios		3,00 x 10 <sup>-4</sup>	3,92 x 10 <sup>-6</sup>	1,44 x 10 <sup>-3</sup>

Fonte: Pessoa (1979)– Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 18.

No trabalho SUDENE (1978) estão indicadas as características hidrodinâmicas do aquífero Poti, obtidas através de testes de bombeamento realizadas em Nazaré, Floriano e Jerumenha. Os valores de transmissividade, coeficiente hidráulico e armazenamento estão representados no **Quadro 5.5-4**.

Nos poços 96/13, 88/13, 108/13 e 81/13, os valores baixos de transmissividade e permeabilidade indicam fraca capacidade de transmitir e produzir água. Apenas nos poços 75/13 (Floriano) e 84/13 (Caldeirão), cujos respectivos valores de transmissividade são  $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , tem-se uma zona de regular capacidade produtiva. Naturalmente, esses resultados refletem a heterogeneidade o aquífero que resulta das grandes variações litológicas da formação.

**Quadro 5.5-4** Características hidrodinâmicas do aquífero Poti

POÇO BOMBEADO	LOCAL	PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS		
		Transmissividade – T ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Cond. Hidráulica – K ( $\text{m}/\text{s}$ )	Coef. de Armazenamento – S
75/13	Floriano	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$
81/13	Boqueirão	$2,0 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-6}$	-
84/13	Caldeirão	$1,22 \times 10^{-3}$	$4,98 \times 10^{-6}$	$4,72 \times 10^{-4}$
88/13	Pé da Ladeira	$1,8 \times 10^{-4}$	$8,1 \times 10^{-7}$	-
96/13	Malhadinha	$0,9 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-7}$	-
108/13	Francisco Aires	$1,9 \times 10^{-4}$	$7,7 \times 10^{-7}$	-
120/13	Jerumenha	$6,68 \times 10^{-5}$	$3,32 \times 10^{-7}$	-
Valores médios		$8,3 \times 10^{-4}$	$4,3 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-4}$

Fonte: BRASIL.SUDENE(1978) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 13.

Tendo em vista essas variações litológicas, Cruz apud SUDENE (1978) indicou os seguintes valores médios das características hidrodinâmicas do aquífero Poti, em Nazaré e Floriano:

- Aquífero Poti arenoso:  $T = 1,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$   
 $K = 5,1 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}$   
 $S = 4,7 \times 10^{-4}$
- Aquífero Poti argiloso:  $T = 1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$   
 $K = 7,8 \times 10^{-7} \text{ m}/\text{s}$   
 $S = 10^{-5}$

De acordo com medições efetuadas em poços na região de Floriano, foi possível configurar a superfície potenciométrica aproximada do aquífero Poti (BRASIL.SUDENE 1978). Os sentidos das linhas de fluxo indicam que o aquífero é drenado pelo aquífero rio Parnaíba. Os gradientes hidráulicos são fortes, com um valor médio de  $3,7 \text{ m}/\text{km}$ . Tal observação pode ser aplicada também para o sistema Poti-Piauí.

O escoamento natural calculado a partir da superfície potenciométrica esboçada na região de Floriano, segundo uma seção tomada entre as curvas de 120 e 140 m, e adotando-se valores de transmissividade, gradiente hidráulico e frente de escoamento, de  $7,5 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, 3,75 m/km e 35.000 m, respectivamente, é de  $3,1 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano, o que corresponde a  $8,7 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/ano, para cada quilômetro da seção do aquífero Poti (SUDENE, 1978).

Segundo Pessoa (1979), a superfície potenciométrica do sistema Poti-Piauí obtidas com as cotas dos níveis estáticos de cerca de 60 pontos de água nos vales do Gurguéia e do Uruçuí Preto, indicam um escoamento geral em direção a esses rios com gradientes hidráulicos variando entre 3 e 4 m/km. Segundo este autor o escoamento natural do aquífero em direção aos vales do Gurguéia e Uruçuí Preto é de  $61,44 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano.

A reserva permanente do aquífero, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de  $118,086 \times 10^6$  m<sup>3</sup> para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, (PESSOA, 1979). Para a folha 13 do mesmo inventário a reserva permanente foi de  $15.765 \times 10^6$  m<sup>3</sup>.

#### 5.5.1.6. *Aqüitardo Pedra de Fogo e Pastos Bons*

Depositada sobre o sistema aquífero Poti-Piauí, o aquífero Pedra de Fogo é constituído principalmente por siltitos e arenitos finos com concreções silicosas e intercalações de folhelhos e lentes de calcário, enquanto que o aquífero Pastos Bons é constituído por siltitos, folhelhos e argilitos verdes a castanho-avermelhado depositado sobre o aquífero Sambaíba. Do ponto de vista hidrogeológico esses aquíferos Pedra de Fogo e Pastos Bons, comportam-se de maneira semelhante à formação Pimenteiras e Longá, funcionando como uma camada confinante do aquífero Poti-Piauí e Sambaíba, respectivamente e como base semi-permeável dos seus respectivos sistemas aquíferos sobrejacente, Sambaíba e Corda.

A alimentação deve processar-se a partir das precipitações pluviométricas sobre a área de afloramento. Segundo Pessoa (1979), a vazão de escoamento natural para o aquífero Pedra de Fogo é de  $8,90 \times 10^5$  m<sup>3</sup>/ano, considerando uma taxa de infiltração de 0,23%, uma pluviometria média de 910mm/ano e uma área de afloramento igual a 425 km<sup>2</sup>.

A reserva permanente do aquífero Pedra de Fogo, constituídas pelos volumes de saturação e acumulação sob pressão, foi de  $17 \times 10^6$  m<sup>3</sup> para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (PESSOA, 1979).

Dada a ausência de conhecimentos nesses aquíferos, principalmente devido à fraca capacidade de produzir e transmitir água, nada se pode comentar quanto a seus parâmetros hidrodinâmicos.

#### 5.5.1.7. *Aquífero Sambaíba e Corda*

Os aquíferos Sambaíba e Corda, que ocorrem na região onde serão instaladas as cinco barragens, localizam-se em topografias elevadas. O primeiro próximo a São Raimundo do Mangabeiras e o segundo a sudoeste de Floriano, a leste Palmeirais e próximo a São Domingos do Azeitão. Ambos apresentam condições de aquífero livre.

O aquífero Sambaíba é constituído de arenitos róseos e amarelos, médios a finos, bem selecionados. O aquífero Corda é formado por arenitos esbranquiçados a vermelhos, finos a



grossos, com raros níveis de sílex. Segundo Pessoa (1979), as condições de infiltração do aquífero Corda são bem melhores que as condições do aquífero Poti-Piauí.

O DNOCS/COTEP apud Pessoa (1979) calculou uma taxa de infiltração, no vale do Gurguéia, da ordem de 0,96% para a formação Corda. Sabendo-se que a alimentação do aquífero é feito exclusivamente a partir das precipitações pluviométricas (710mm/ano) sobre a área de afloramento ( $298 \times 10^6 \text{ m}^2$ ), o volume infiltrado anualmente para a região da folha nº 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste foi de  $2,03 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e a reserva permanente para a mesma folha foi de  $417 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Em face das suas reduzidas áreas de ocorrência, deixam de ter interesse do ponto de vista hidrogeológico.

## 5.5.2. Potenciometria e Hidrogeologia

### 5.5.2.1. Potenciometria

Na elaboração do mapa potenciométrico de um aquífero duas medidas são fundamentais: o nível

estático (NE) e a cota do poço. O nível estático foi obtido a partir das informações do cadastramento de poços realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM entre os anos de 2002 e 2003, publicado em junho de 2004 (CPRM, 2004). As cotas foram obtidas a partir de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Demetrio *et al.* (2006), mostrou que é possível utilizar cotas obtidas a partir de imagens SRTM para elaborar mapas potenciométricos para fins caracterização regional do fluxo subterrâneo.

Dentro da área de trabalho a CPRM cadastrou 1234 poços, dos quais 423 apresentavam informação de N.E., tal como mostrado no **Quadro 5.5-5**. Do lado do Maranhão não há nenhum trabalho disponível de cadastro de poços. Por esta razão o mapa potenciométrico será realizado utilizando apenas poços do estado do Piauí.

Em linhas gerais, o mapa potenciométrico da **Figura 5.5-4** está dentro do esperado para um aquífero livre, fortemente influenciado pelo relevo da área. As zonas altas representam zonas de divergências de fluxo, apresentando uma feição de recarga e as zonas baixas de convergência de fluxo. O rio Parnaíba representa o grande dreno do sistema aquífero Poti/Piauí, sendo, portanto, na maior parte do ano um rio efluente. Esta condição só deve se alterada apenas durante o período das cheias, quando o rio aumenta a carga e passa a ser influente, recarregando o aquífero.

É nítido no mapa potenciométrico a influência do efeito do bombeamento de alguns poços, principalmente daqueles próximos as sedes municipais, onde o abastecimento dessas cidades é feito por meio da água subterrânea captada do sistema aquífero Poti/Piauí. O efeito do bombeamento nas curvas de igual carga hidráulica pode ser claramente percebido nas imediações de Angical do Piauí, Regeneração, entre Amarante e Regeneração e a lesta de São Gonçalo do Piauí, nesses locais há inclusive inversão de fluxo. Nas demais cidades o efeito do bombeamento teve pouca, ou nenhuma, influência no traçado da potenciometria. Apesar da alta densidade de poços no entorno da cidade de Floriano não se percebem alterações significativas nas curvas potenciométricas. Uma hipótese para explicar tal fato seria a proximidade dos poços como o rio Parnaíba. Este funcionaria como fonte de recarga de forma a não haver rebaixamentos significativos da superfície freática.



Do lado do Maranhão, apesar de não haver informações, pode-se admitir comportamento semelhante, talvez com menos influência do relevo, pois, desse lado dominam os afloramentos da formação Pedra de Fogo, essencialmente argilosa, o que propicia um caráter confinado ou semi-confinado ao sistema aquífero Poti-Piauí.

Devido a alta densidade de poços em alguns locais, principalmente no entorno das sedes municipais, tal como Floriano, ficou inviável a colocação da indicação das cargas hidráulicas em cada poço, assim, a indicação das cargas hidráulicas fica restrita ao **Quadro 5.5-5**.

#### 5.5.2.2. Hidrogeologia

Do ponto de vista hidrogeológico a área é dividida em duas grandes unidades, a unidade aquífera e a unidade aquífero/aquífera, tal como mostrado no mapa da **Figura 5.5-5**.

A unidade aquífera basicamente é formada pelas formações Poti/Piauí, do período Carbonífero, que afloram na área de influência do AHE Estreito. Essa unidade aquífera é denominada de sistema aquífero Poti/Piauí, que é constituído de arenitos intercalados com siltitos, folhelhos e calcários. O sistema aquífero Poti/Piauí pode ser considerado, do ponto de vista da exploração de água subterrânea, como de média a baixa vocação hidrogeológica, principalmente quando comparado com outros aquíferos da bacia do Parnaíba, como a aquífero Cabeças.

A vazão média, dos 459 poços cadastrado com informação de vazão, é aproximadamente de 12,0 m<sup>3</sup>/h, a mínima de 1,0 m<sup>3</sup>/h e a máxima de 150 m<sup>3</sup>/h. Em relação ao conteúdo de sais a água é boa, sendo registrada uma condutividade elétrica da água máxima de 3430 µS/cm, o que corresponde a cerca de 2230 mg/L de sólidos, mas, apenas três poços, dentre 1086 com informação de condutividade elétrica da água, tiveram os sólidos totais dissolvido - STD, acima 1000 mg/L, valor máximo permitido pela Ministério da Saúde para considera a água como potável em relação ao STD. A condutividade elétrica média é de 280 µS/cm (182,0 mg/L).

A unidade aquífero/aquífera corresponde na área, na maior parte, a formação Pedra de Fogo, do período Permiano, formado por arenitos, folhelhos, calcários e silexitos, são sedimentos de ambiente marinho raso a litorâneos. Embora em alguns locais, por exemplo, Teresina, a formação Pedra de Fogo é aproveitada com aquífero, na área domina mais a fácies argilosa, diminuído fortemente o seu interesse como formação produtora de água, ficando as captações de água subterrânea restrita ao sistema aquífero Poti/Piauí. Morfologicamente a formação Pedra de Fogo ocorre nas partes altas das chapadas, sendo as áreas escolhidas para a agricultura intensiva da soja, isso tanto do lado do estado do Piauí como do estado do Maranhão.

Em menor quantidade aparecem a formações Sambaíba, do Triássico, constituída essencialmente por arenitos, as formações Pastos Bons e Corda do período Jurásico, constituídos por arenitos, folhelhos, e calcário. Ocorre ainda na área derrames de basaltos e diabásios, do cretáceo superior, que são unidades sem qualquer vocação hidrogeológica, representados os aquíferos. Ao sul da área a algumas machas de sedimentos recentes, formados por coberturas arenosas do terciário/quadernário. Essas coberturas em geral são de poucas espessura e não representam aquíferos importantes, no máximo são usados para pequenos abastecimentos domésticos.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DR125	9234487	765213	156,39	20,00	136,39	DR319	9234901	700281	199,79	8,00	191,79
DR127	9233546	764060	154,28	14,00	140,28	DR332	9243238	717670	167,15	60,00	107,15
DR131	9237089	762386	151,94	15,00	136,94	DR333	9243097	717639	162,08	16,17	145,91
DR132	9236662	762472	155,21	13,00	142,21	DR334	9242461	717706	149,37	10,00	139,37
DR134	9236079	761536	152,30	13,00	139,30	DR336	9242839	719130	126,05	20,00	106,05
DR135	9236054	761109	149,58	8,00	141,58	DR337	9240935	710595	187,06	25,43	161,63
DR136	9237984	758477	170,18	14,00	156,18	DR339	9241015	718784	167,94	30,00	137,94
DR137	9240815	756663	140,84	14,00	126,84	DR340	9240553	719095	178,66	32,47	146,19
DR138	9241304	756488	143,56	14,00	129,56	DR342	9240145	719617	185,79	18,00	167,79
DR139	9241787	756450	139,96	8,00	131,96	DR343	9239963	719908	190,96	19,00	171,96
DR141	9236686	753121	155,82	25,00	130,82	DR344	9240178	719798	180,95	14,00	166,95
DR142	9235814	756001	144,42	20,00	124,42	DR345	9249928	718106	133,84	1,00	132,84
DR152	9238571	752770	185,79	40,00	145,79	DR349	9250082	718896	152,49	15,00	137,49
DR156	9235957	746720	259,32	70,00	189,32	DR350	9250050	718327	138,61	3,00	135,61
DR158	9235051	743363	294,09	40,00	254,09	DR351	9249964	718324	137,79	1,00	136,79
DR160	9235545	743505	311,30	46,00	265,30	DR353	9250473	718777	144,70	8,65	136,05
DR264	9234166	713659	152,84	18,00	134,84	DR354	9250250	718261	135,75	3,00	132,75
DR266	9236722	713697	141,33	6,00	135,33	DR355	9250290	719001	144,33	8,00	136,33
DR271	9238383	714060	147,55	30,00	117,55	DR356	9250281	718297	137,97	4,74	133,23
DR273	9239364	714589	158,03	14,00	144,03	DR357	9250253	719237	143,27	12,00	131,27
DR277	9239695	714732	151,65	4,23	147,42	DR358	9250395	719072	140,59	2,00	138,59
DR278	9240376	714992	145,47	12,00	133,47	DR428	9246223	720433	176,73	22,00	154,73
DR279	9240333	715816	141,92	30,00	111,92	DR430	9245706	721396	173,06	24,00	149,06
DR286	9242089	716080	172,43	12,00	160,43	DR432	9244001	723321	142,79	22,00	120,79
DR288	9242600	716036	156,68	18,00	138,68	DR433	9243276	723440	164,16	16,00	148,16
DR289	9232850	712407	156,18	9,00	147,18	DR434	9241772	723084	175,76	27,00	148,76
DR291	9241783	715861	158,51	30,00	128,51	DR435	9240971	723419	157,37	24,00	133,37
DR295	9242252	713937	183,62	50,00	133,62	DR438	9237972	725018	163,41	18,00	145,41
DR296	9242491	713192	192,09	40,00	152,09	DR439	9233166	724279	184,74	12,75	171,99
DR298	9241812	711795	212,49	45,00	167,49	DR440	9233256	724795	206,03	24,81	181,22
DR301	9243322	716716	177,67	8,00	169,67	DR441	9233654	724413	181,94	11,94	170,00
DR303	9240757	708883	192,65	40,00	152,65	DR497	9245296	721704	161,95	9,00	152,95
DR305	9248592	692264	142,04	40,00	102,04	DR499	9246291	720885	177,50	8,00	169,50

Cont.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DR306	9246929	685769	131,38	13,42	117,96	DR500	9246446	709271	132,01	7,00	125,01
DR307	9243287	686195	147,60	4,00	143,60	DR503	9246380	708113	146,04	25,30	120,74
DR309	9244645	703933	180,91	41,52	139,39	DR504	9245889	708692	135,25	5,44	129,81
DR310	9236609	705766	210,48	20,00	190,48	DR506	9251217	719357	123,05	2,00	121,05
DR311	9244426	714889	188,03	18,00	170,03	DR510	9250893	719556	134,00	20,00	114,00
DR312	9244241	716645	188,46	3,00	185,46	DR511	9250602	720190	152,85	10,00	142,85
DR313	9237430	704793	198,08	17,30	180,78	DR512	9250753	720170	149,41	30,00	119,41
DR314	9240076	705565	197,95	16,79	181,16	DR514	9250173	720560	139,62	24,00	115,62
DR315	9240338	707696	176,48	15,00	161,48	DR516	9251129	719097	118,89	5,00	113,89
DR317	9235257	703476	184,38	21,22	163,16	DR712	9251501	717390	112,37	3,00	109,37
DR318	9236257	701672	196,31	8,00	188,31	DR721	9237360	713320	146,62	2,00	144,62
DR727	9248351	718422	160,56	30,00	130,56	DR815	9249903	716938	126,38	3,00	123,38
DR728	9248188	718522	154,29	35,00	119,29	DR820	9249835	717571	143,38	13,00	130,38
DR732	9248330	718384	159,00	20,00	139,00	DR821	9250025	717040	126,76	4,00	122,76
DR737	9247680	717292	140,65	10,00	130,65	DR824	9250265	717062	125,06	7,00	118,06
DR740	9247169	716761	147,77	20,00	127,77	DR828	9250484	716855	120,19	6,00	114,19
DR741	9247654	716856	130,19	4,00	126,19	DR829	9250624	717018	124,51	3,00	121,51
DR745	9252397	721509	128,60	23,00	105,60	DR830	9250531	717229	125,56	5,00	120,56
DR746	9252316	722468	139,47	22,00	117,47	DR831	9249999	718186	134,03	4,00	130,03
DR747	9252101	722482	133,27	21,00	112,27	DR833	9249715	717611	150,79	28,00	122,79
DR748	9251612	720317	126,38	22,00	104,38	DR835	9249530	717776	137,17	10,00	127,17
DR749	9251520	720363	129,03	24,00	105,03	DR836	9249745	717970	130,67	6,00	124,67
DR750	9251438	720249	135,26	20,00	115,26	DR838	9250628	720548	138,73	50,00	88,73
DR751	9250667	720160	151,78	19,00	132,78	DR841	9250487	719143	135,55	10,00	125,55
DR752	9250206	720149	163,26	21,00	142,26	DR842	9249632	719195	177,56	14,00	163,56
DR753	9250077	720053	163,32	45,00	118,32	DR843	9249774	719021	166,09	6,00	160,09
DR754	9250126	720219	162,11	19,00	143,11	DR850	9251248	716986	118,67	5,00	113,67
DR757	9252111	720805	127,83	17,00	110,83	DR851	9251218	716934	119,60	5,00	114,60
DR759	9252136	720123	114,02	5,00	109,02	DR852	9250212	718012	126,27	12,00	114,27
DR763	9247279	719883	191,94	20,00	171,94	DR853	9251378	715952	117,19	11,00	106,19
DR764	9247779	720148	203,87	26,00	177,87	DR855	9251531	716098	114,23	2,00	112,23
DR765	9247775	720289	200,10	27,00	173,10	DR856	9250734	716423	113,61	3,00	110,61
DR767	9247900	719799	198,00	29,00	169,00	DR857	9250544	716268	118,81	6,00	112,81

Cont.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DR771	9247888	720376	200,95	29,00	171,95	DR859	9250757	716146	120,54	5,00	115,54
DR772	9247769	720293	199,86	37,00	162,86	DR860	9251055	716191	122,20	12,00	110,20
DR773	9251521	718567	117,42	1,00	116,42	DR861	9251307	716176	117,39	13,00	104,39
DR774	9251469	719202	120,23	3,00	117,23	DR862	9251080	716771	123,70	8,00	115,70
DR775	9250758	718757	134,86	11,00	123,86	DR863	9249729	716514	122,34	2,00	120,34
DR778	9249128	717807	139,38	6,00	133,38	DR865	9249621	716643	118,12	0,80	117,32
DR780	9249479	717615	147,34	23,00	124,34	DR867	9251145	714274	141,59	36,00	105,59
DR781	9249649	717235	146,56	20,00	126,56	DR868	9252173	714748	113,29	6,00	107,29
DR784	9249199	717664	148,08	18,00	130,08	DR869	9251441	716355	110,18	6,00	104,18
DR786	9249560	717278	140,27	6,50	133,77	DR871	9251304	716726	118,23	10,00	108,23
DR789	9248532	716131	131,48	7,00	124,48	DR874	9251350	716892	114,29	10,00	104,29
DR791	9248223	715924	136,23	6,00	130,23	DS008	9307695	755672	165,88	30,00	135,88
DR792	9248189	715906	136,54	7,00	129,54	DS009	9307451	755299	178,89	30,00	148,89
DR793	9248158	715988	138,25	9,00	129,25	DS010	9308044	755269	163,55	30,00	133,55
DR800	9249208	716270	129,28	5,00	124,28	DS011	9308181	755757	170,16	36,44	133,72
DR804	9249410	716491	121,91	4,00	117,91	DS020	9310639	754339	166,96	11,58	155,38
DR805	9249274	716650	120,77	1,00	119,77	DS022	9284264	765995	151,28	40,00	111,28
DR806	9249773	716395	126,04	12,00	114,04	DS023	9283503	765570	141,34	30,00	111,34
DR809	9249963	716527	121,68	9,00	112,68	DS025	9310388	755660	172,92	27,17	145,75
DR810	9250150	716536	122,23	15,00	107,23	DS044	9333237	719616	185,14	50,00	135,14
DR813	9249977	716819	121,71	5,00	116,71	DS052	9320700	724952	110,51	16,00	94,51
DR814	9250157	717047	124,62	4,00	120,62	DS244	9311927	736659	101,66	4,00	97,66
DS245	9311670	736485	98,70	3,00	95,70	DS483	9264919	731653	127,34	15,00	112,34
DS246	9311205	736714	103,04	10,00	93,04	DS484	9266339	736600	165,11	30,00	135,11
DS249	9310206	738361	121,76	20,00	101,76	DS485	9264518	739846	169,50	11,00	158,50
DS250	9313221	738927	146,76	43,00	103,76	DS487	9296480	744862	232,84	135,0	97,84
DS251	9312654	738663	141,80	32,00	109,80	DS488	9296322	746470	217,37	106,0	111,37
DS253	9311993	740868	124,86	19,00	105,86	DS490	9296279	744277	233,88	112,0	121,88
DS255	9312596	741548	132,14	22,00	110,14	DS493	9296520	743417	230,72	120,0	110,72
DS257	9313420	742154	135,24	20,00	115,24	DS496	9310459	743304	133,09	21,00	112,09
DS258	9315278	742395	148,20	40,00	108,20	DS497	9309783	743313	142,11	16,00	126,11
DS259	9316442	741784	147,03	6,00	141,03	DS498	9309626	743337	143,19	40,00	103,19
DS260	9314145	743731	153,09	40,00	113,09	DS502	9309507	745277	147,96	48,00	99,96

Cont.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DS261	9311533	745085	112,32	6,00	106,32	DS506	9308766	740913	134,03	46,00	88,03
DS262	9311520	745187	113,29	2,00	111,29	DS509	9308827	740410	132,17	50,00	82,17
DS263	9311578	745274	115,08	2,00	113,08	DS510	9309168	740344	125,31	30,00	95,31
DS264	9311478	744280	113,84	4,00	109,84	DS511	9309195	740531	123,27	25,00	98,27
DS268	9304805	746056	123,50	20,00	103,50	DS512	9309194	740798	122,23	33,00	89,23
DS269	9305273	748141	162,73	41,00	121,73	DS513	9309230	740983	124,32	30,00	94,32
DS270	9303397	747668	150,37	36,00	114,37	DS515	9310570	740125	110,19	14,00	96,19
DS274	9298388	746337	115,62	20,00	95,62	DS516	9310082	740064	106,66	10,00	96,66
DS275	9299410	745781	108,02	9,00	99,02	DS641	9240832	734943	244,08	44,52	199,56
DS276	9301755	744374	113,55	12,00	101,55	DS642	9238489	732599	167,44	6,36	161,08
DS280	9301468	742509	168,76	67,00	101,76	DS643	9238367	732481	164,08	7,00	157,08
DS282	9304231	741571	101,37	10,00	91,37	DS645	9237660	731090	156,38	25,00	131,38
DS284	9306959	740292	111,62	20,00	91,62	DS646	9236858	733832	173,55	4,15	169,40
DS285	9306778	740189	108,46	14,00	94,46	DS648	9234259	736320	222,54	28,00	194,54
DS288	9309529	738441	101,62	4,00	97,62	DS649	9237816	735440	202,80	13,58	189,22
DS289	9309315	737404	101,39	16,00	85,39	DS651	9235951	732483	175,09	20,00	155,09
DS290	9309044	737677	107,58	16,00	91,58	DS652	9236863	731993	164,79	10,00	154,79
DS292	9322937	759608	168,31	12,00	156,31	DS655	9238386	730934	151,36	2,00	149,36
DS299	9327028	768539	178,45	6,00	172,45	DS657	9239100	731244	164,74	14,70	150,04
DS304	9327831	767558	169,95	4,00	165,95	DS659	9244151	731413	160,06	10,00	150,06
DS305	9327758	766834	166,31	2,00	164,31	DS660	9244863	730278	150,09	6,00	144,09
DS307	9326914	765652	166,48	3,00	163,48	DS661	9261417	730778	131,53	25,00	106,53
DS311	9324778	759401	212,13	60,00	152,13	DS664	9260858	730675	137,96	26,00	111,96
DS469	9299982	742086	134,91	30,00	104,91	DS665	9260483	730704	127,71	15,00	112,71
DS471	9298415	740538	106,20	7,00	99,20	DS666	9260454	730182	115,46	5,50	109,96
DS472	9297494	739609	103,93	6,00	97,93	DS668	9259008	729941	125,06	12,00	113,06
DS474	9294648	738368	106,54	8,00	98,54	DS669	9259027	730454	130,47	16,00	114,47
DS475	9294095	738279	116,07	10,00	106,07	DS670	9258573	733875	143,03	17,20	125,83
DS478	9280215	736130	117,59	6,00	111,59	DS672	9258125	729597	120,60	13,00	107,60
DS479	9277937	735756	119,36	20,00	99,36	DS674	9249560	729788	143,96	18,00	125,96
DS480	9277201	736118	122,81	17,00	105,81	DS675	9249680	729846	145,34	10,00	135,34
DS481	9273167	734398	109,52	9,00	100,52	DS676	9247312	744088	234,06	40,00	194,06
DS482	9266290	731429	113,81	11,00	102,81	DS678	9250078	739976	242,95	27,00	215,95

Cont.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DS679	9249950	740276	229,01	18,90	210,11	GN347	9267319	755180	133,52	18,00	115,52
DS680	9249700	739273	251,46	21,00	230,46	GN348	9267236	755109	128,01	10,00	118,01
DS683	9249278	736826	257,18	63,66	193,52	GN641	9256812	768471	127,79	15,00	112,79
DS684	9249206	733407	220,62	18,00	202,62	GN642	9255822	768463	145,73	38,00	107,73
DS685	9249524	733261	220,73	36,00	184,73	GN643	9255649	769935	128,70	10,00	118,70
DS686	9249441	731065	161,63	39,00	122,63	GN644	9257540	769735	139,07	9,00	130,07
DS687	9250064	731107	163,28	26,00	137,28	GN648	9259475	765150	136,64	12,00	124,64
DS688	9249533	730282	153,00	17,00	136,00	GN649	9258872	766364	140,32	25,00	115,32
DS690	9249438	729612	143,11	14,00	129,11	GN665	9266554	764846	155,58	40,00	115,58
DS691	9248716	728869	140,75	20,00	120,75	GU599	9257454	764845	141,48	16,00	125,48
DS694	9246726	728660	138,75	30,00	108,75	GU600	9257146	767364	135,08	40,00	95,08
DS695	9247100	726521	142,72	17,00	125,72	HM000	9297503	763471	216,56	55,00	161,56
DS696	9246766	726496	143,61	25,53	118,08	HM044	9340425	756240	240,50	18,00	222,50
DS698	9242824	726282	133,32	5,00	128,32	HM045	9339867	755916	234,97	12,26	222,71
DS699	9243378	726054	136,21	8,00	128,21	HM050	9339404	761498	237,70	85,62	152,08
DS700	9243730	725721	130,03	8,00	122,03	HM052	9339731	760515	239,24	90,00	149,24
DS701	9246426	726049	124,67	5,00	119,67	HM054	9338771	761415	227,05	15,10	211,95
DS702	9252774	726315	160,68	30,00	130,68	HM058	9337191	759516	239,71	14,36	225,35
DS703	9252560	726028	180,39	60,00	120,39	HM060	9338175	757905	244,76	80,00	164,76
DS707	9251427	726438	170,66	16,00	154,66	HM062	9332538	756626	217,18	71,00	146,18
DS708	9251143	726170	186,39	32,00	154,39	HM065	9336890	754195	263,21	32,00	231,21
DS713	9247808	724101	159,51	23,40	136,11	HM066	9336829	754198	263,94	11,00	252,94
DS714	9248606	722839	167,38	12,00	155,38	HM067	9336070	756478	250,22	63,00	187,22
DS715	9247335	723476	150,24	18,00	132,24	HM068	9335670	759301	248,00	64,00	184,00
DS716	9248723	722848	168,58	40,00	128,58	HM071	9334036	761303	224,88	70,00	154,88
DS724	9249365	722148	178,95	30,00	148,95	HM072	9334031	760936	234,34	40,00	194,34
DS727	9248537	721766	173,97	20,00	153,97	HM073	9334246	760390	241,39	70,00	171,39
DS728	9247522	721327	189,84	21,32	168,52	HM077	9336213	755873	247,21	5,00	242,21
DS732	9250197	720800	139,44	35,00	104,44	HM079	9336083	753195	270,27	32,00	238,27
DS733	9248655	722173	174,24	19,86	154,38	HM081	9336383	753439	256,42	23,00	233,42
DS734	9250861	720020	148,69	10,00	138,69	HM082	9335698	753455	283,14	45,00	238,14
DS735	9250775	720016	151,45	50,00	101,45	HM084	9336147	754106	266,11	37,00	229,11
DS741	9251560	718161	119,65	1,30	118,35	HM087	9330276	752358	239,75	20,00	219,75

Cont.



**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

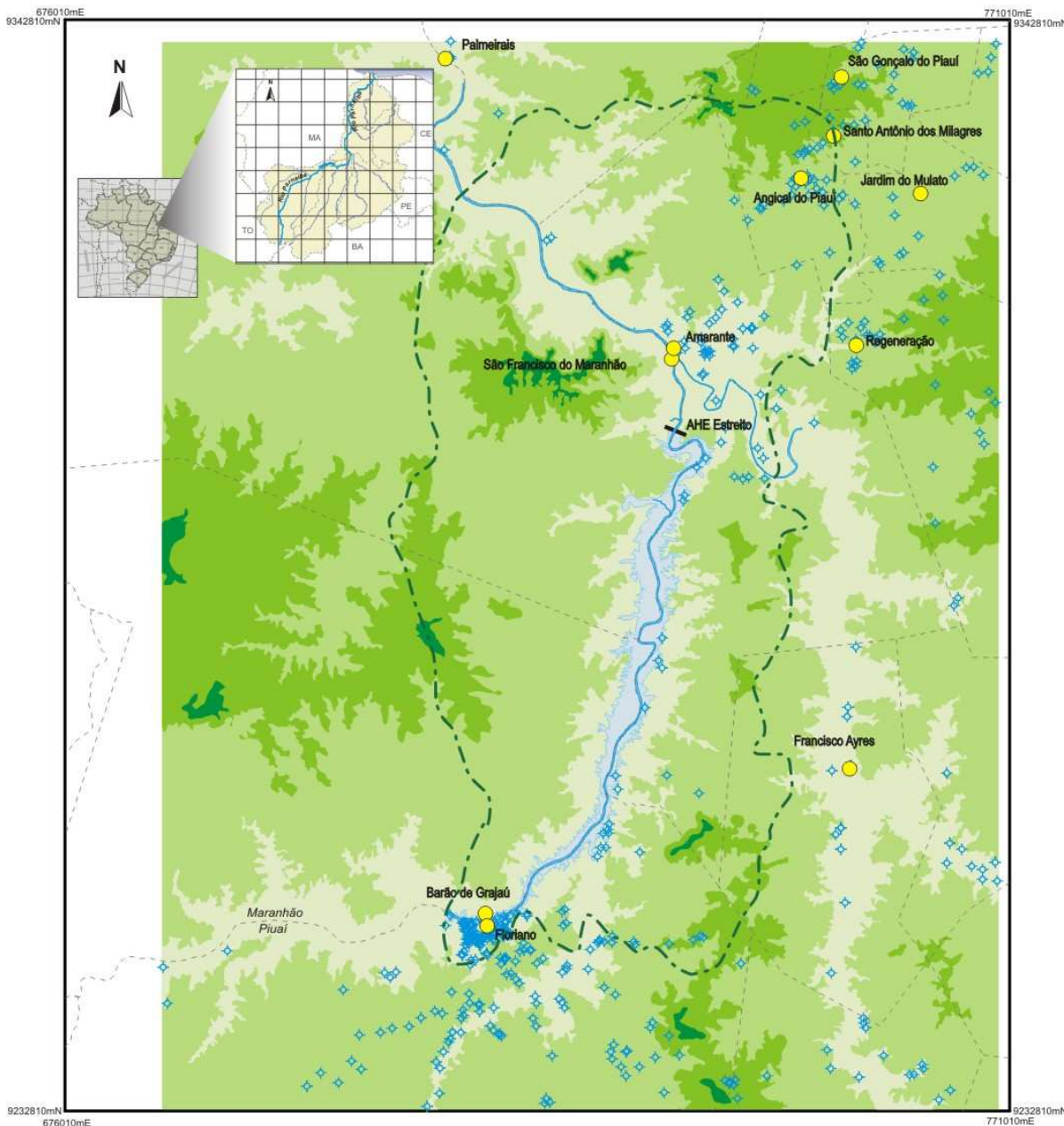
Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
DS748	9251963	719499	112,10	4,00	108,10	HM088	9331225	753215	241,27	23,00	218,27
GN333	9261014	754179	133,95	8,00	125,95	HM089	9331528	753379	233,52	7,00	226,52
GN334	9261017	754182	133,99	8,00	125,99	HM090	9325015	754344	177,67	31,63	146,04
GN335	9260347	753638	153,05	18,00	135,05	HM095	9325282	752325	183,16	37,00	146,16
GN336	9258863	754157	133,65	10,50	123,15	HM096	9324596	753977	182,49	39,00	143,49
GN338	9253465	754595	126,76	30,00	96,76	HM097	9324103	755593	173,01	20,00	153,01
GN339	9246351	753201	135,55	12,00	123,55	HM103	9326695	749513	197,01	8,00	189,01
GN340	9266799	753266	122,20	5,50	116,70	HM104	9326771	749730	193,47	11,00	182,47
GN341	9272259	754803	129,56	16,00	113,56	HM106	9326603	750980	191,54	15,00	176,54
GN342	9273209	754889	132,03	16,00	116,03	HM107	9326555	751463	187,74	22,00	165,74
GN344	9279308	755678	133,81	17,00	116,81	HM111	9325656	751727	185,00	30,00	155,00
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
HM114	9326233	750607	199,68	50,00	149,68	HM601	9312447	760528	271,07	89,23	181,84
HM115	9327006	750776	190,77	46,00	144,77	HM602	9314386	762533	277,76	98,00	179,76
HM117	9329153	750410	245,68	8,00	237,68	HM603	9314842	764439	290,48	100,0	190,48
HM126	9329115	749831	245,74	9,02	236,72	HM604	9316902	764113	237,48	40,76	196,72
HM132	9335745	745148	291,77	12,00	279,77	HM606	9312364	764520	295,00	120,0	175,00
HM133	9335466	745571	283,58	25,00	258,58	HM611	9310173	758378	168,48	22,52	145,96
HM137	9332009	749496	286,72	36,00	250,72	HM612	9310179	757642	176,00	34,00	142,00
HM139	9332407	750556	277,58	28,02	249,56	HM613	9310781	757089	178,36	60,00	118,36
HM141	9324984	750897	184,87	40,00	144,87	HM614	9310831	756775	181,25	60,00	121,25
HM143	9325856	749617	187,70	41,00	146,70	HM636	9312099	754927	165,10	25,00	140,10
HM144	9326156	749151	196,57	51,00	145,57	HM639	9310924	758094	186,01	34,50	151,51
HM145	9325034	749178	194,73	52,00	142,73	HM641	9311590	756158	189,03	60,00	129,03
HM146	9324398	748394	181,95	5,00	176,95	HM642	9312212	756572	163,72	14,23	149,49
HM147	9324072	746381	213,90	100,00	113,90	HM664	9338791	714813	93,11	10,00	83,11
HM148	9323611	746182	196,17	7,30	188,87	HM665	9339009	714761	104,30	15,00	89,30
HM149	9323646	745948	191,72	2,00	189,72	HM667	9340539	714798	128,27	20,00	108,27
HM150	9324446	743423	230,46	29,00	201,46	HM934	9332069	755504	251,56	13,50	238,06
HM151	9322456	744769	192,43	0,37	192,06	HM935	9332031	754415	262,02	17,50	244,52
HM155	9323942	752461	171,26	3,00	168,26	HM936	9332762	753031	287,64	43,00	244,64
HM161	9317921	749710	156,06	18,00	138,06	HM942	9328353	755618	210,71	14,80	195,91
HM162	9319182	753025	211,10	50,00	161,10	HM944	9329750	751775	226,29	22,00	204,29

Cont.

**Quadro 5.5-5. Poços com informação de nível estático.**

Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)	Poço	Coordenadas		Cota (m)	NE (m)	h (m)
	UTM_N	UTM_E					UTM_N	UTM_E			
HM167	9326516	752715	194,57	53,41	141,16	HM945	9329648	751009	252,87	19,30	233,57
HM168	9318279	757964	166,41	50,00	116,41	HM946	9329463	750537	253,72	29,75	223,97
HM169	9317937	758129	176,70	27,74	148,96	HM995	9305087	769096	255,08	40,00	215,08
HM172	9319177	760478	185,31	30,00	155,31	HM996	9304036	769753	269,64	75,00	194,64
HM173	9318930	760095	190,91	30,00	160,91	HM998	9305806	763706	284,99	108,0	176,99
HM175	9320861	761984	198,56	39,00	159,56	HM999	9291807	763697	262,11	108,0	154,11
HM268	9233672	743733	301,40	46,00	255,40						
HM271	9235286	743008	293,45	20,00	273,45						
HM272	9235231	742915	289,96	54,96	235,00						
HM273	9235241	742826	288,13	23,00	265,13						
HM274	9235479	742480	277,88	12,00	265,88						
HM278	9238029	737861	235,88	27,00	208,88						
HM279	9240025	736825	273,69	22,00	251,69						
HM280	9241363	735155	246,20	40,37	205,83						
HM348	9301958	751475	110,07	9,00	101,07						
HM362	9299837	768617	234,80	110,00	124,80						
HM363	9300930	768163	223,75	18,00	205,75						
HM366	9302904	767318	239,16	36,00	203,16						
HM560	9337298	768049	228,93	20,38	208,55						
HM561	9338921	769305	219,40	6,00	213,40						
HM563	9337466	769032	223,14	83,00	140,14						
HM564	9338921	769320	219,19	16,69	202,50						
HM566	9340281	769828	189,07	54,00	135,07						

Obs.: NE = Nível estático; h= carga hidráulica



FONTE: CPRM, (em andamento), Mapa geológico da bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina - PI. CPRM, 1995. Mapa geológico do Estado do Piauí

**LEGENDA**

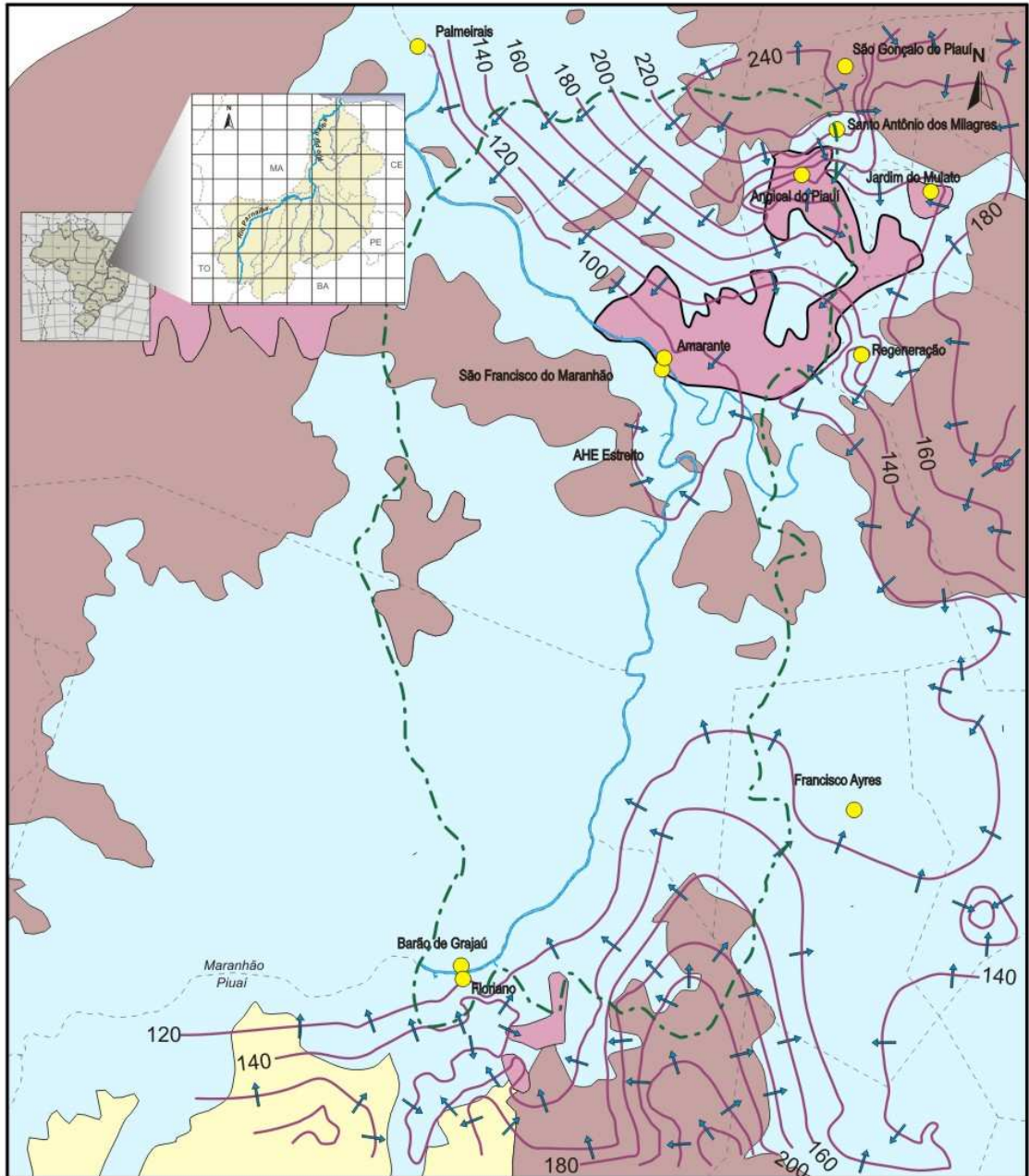
- Poço com informação de nível estático utilizado na potenciometria
- Curva de mesma carga hidráulica e seu valor em metros
- Indicação do sentido do fluxo da água subterrânea
- Limite da área de influência indireta
- Área máxima alagada
- Sede Municipal
- Limite municipal/estadual

- Altitude**
- >350m
  - 250m-350m
  - 150m-250m
  - <150m

**MAPA POTENCIOLÓGICO**  
Bacia do Rio Parnaíba

**Figura 5.5-4** Mapa Potenciométrico esquemático (sem escala) do AHE Estreito.





FORNTE: CPRM, (em andamento), Mapa geológico da bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina - PI. CPRM, 1995. Mapa geológico do Estado do Piauí

**LEGENDA**

- Poço com informação de nível estático utilizado na potenciométrica
- Curva de mesma carga hidráulica e seu valor em metros
- Indicação do sentido do fluxo da água subterrânea
- Limite da área de influência indireta
- Área máxima alagada
- Sede Municipal
- Limite municipal/estadual

**Altitude**

- >350m
- 250m-350m
- 150m-250m
- <150m

**MAPA HIDROGEOLÓGICO**  
 Bacia do Rio Parnaíba

**Figura 5.5-5** Mapa Hidrogeológico esquemático (sem escala).

### 5.5.2.3. Qualidade e características principais das águas subterrâneas na região

Consideradas em conjunto, as águas dos aquíferos do Parnaíba apresentam baixo grau de salinidade, com um resíduo seco médio da ordem de 288 mg/L. No **Quadro 5.5-6**, é apresentada a distribuição de freqüência dos resíduos secos das amostras analisadas. Para a folha 13 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, observa-se que 65,8% das águas apresentam um valor de resíduo seco inferior a 300mg/l, enquanto que, em apenas 4,2%, esse valor excede 1.000 mg/l (SUDENE, 1978).

**Quadro 5.5-6** Distribuição de freqüência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 13 – Teresina – SE.

Variação da Salinidade em Resíduo Seco (mg/L)	Freqüência		
	Nº de amostras	Relativa (%)	Acumulada
0-100	30	17,9	17,9
100-200	43	25,7	43,6
200-300	37	22,2	65,8
300-400	26	15,6	81,4
400-500	13	7,8	89,2
500-600	07	4,2	93,4
600-700	02	1,2	94,6
700-800	01	0,6	95,2
800-900	00	0,0	95,2
900-1000	01	0,6	95,8
>1000	07	4,2	100,0
<b>TOTAIS</b>	<b>167</b>	<b>100,0</b>	-

Fonte: BRASIL.SUDENE(1978) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 13.

Para a folha 18 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, as águas apresentam, também, um baixo grau de salinização com um resíduo seco médio da ordem de 210 mg/L. No **Quadro 5.5-7** é apresentada a distribuição de freqüência dos resíduos secos dessas águas, observa-se que 75% das amostras apresentam valor de resíduo seco inferior 300 mg/L, enquanto que, apenas 7,3% excedem 600 mg/L.

**Quadro 5.5-7.** Distribuição de freqüência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 18 – São Francisco – NE.

Variação da Salinidade em Resíduo Seco (mg/L)	Freqüência		
	Nº de amostras	Relativa (%)	Acumulada
0-100	32	46,4	46,4
100-200	13	18,8	65,2
200-300	07	10,1	75,3
300-400	05	7,3	82,6

Cont.

**Quadro 5.5-7.** Distribuição de freqüência dos resíduos secos das águas subterrâneas da folha 18 – São Francisco – NE.

Variação da Salinidade em Resíduo Seco (mg/L)	Freqüência		
	Nº de amostras	Relativa (%)	Acumulada
400-500	04	5,8	88,4
500-600	03	4,3	92,7
> 600	05	7,3	100
<b>TOTAIS</b>	<b>69</b>	<b>100,0</b>	-

Fonte: Pessoa (1979) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 18.

As médias por formação indicam que são fracas as variações de salinidade entre os aquíferos (**Quadro 5.5-8**).

**Quadro 5.5-8.** Resíduo seco médio das formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longa, Poti-Piauí.

Formação Geológica	Resíduo Seco Médio (mg/L)	
	Folha 13 – Teresina -SE	Folha 18 – São Francisco – NE
Serra Grande	-	289
Pimenteiras	359	-
Cabeças	333	335
Longa	450	195
Poti	231	-
Piauí	186	-
Sistema Poti-Piauí	-	153

Fonte: BRASIL.SUDENE (1978) e Pessoa (1979) – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 13 e 18, respectivamente.

O valor médio do pH para toda a área da folha 13 é de 7,3. As águas dos poços manuais são, em média, ligeiramente ácidas, enquanto que as águas dos poços tubulares e fontes são ligeiramente alcalinas, além de apresentarem dureza variando entre 1 a 12 °F, o que as classifica em águas de muito moles a moles, segundo a classificação de Klut Olszewski. Tal resultado indica a quase inexistência de problemas de incrustação devido à deposição de carbonato de cálcio (SUDENE, 1978).

Nas regiões dos vales dos rios Fidalgo, Piauí e proximidades de Floriano, as curvas de igual resíduo seco seguem a tendência geral das curvas isopotenciométricas, indicando uma diminuição de salinidade no sentido do escoamento das águas subterrâneas que é feito para a rede de drenagem superficial (SUDENE, op.cit).

Segundo SUDENE (op.cit), na área da folha 13 do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste observa-se que as águas bicarbonatadas dominam numa proporção de 69% em relação aos outros grupos (cloretadas, bicarbonatadas cloretadas, águas mistas, bicarbonatadas sulfatadas, cloretadas sulfatadas e sulfatadas). Em seguida tem-se o grupo das águas cloretadas com 9,6%, águas mistas com 8% e bicarbonatadas cloretadas com



8%. Estes quatro grupos constituem, pois, 94,6% das águas em estudo. Os outros grupos que aparecem são de ocorrência bem limitada.

## 5.6. GEOMORFOLOGIA

### 5.6.1. Geomorfologia Regional

Tomando por base a descrição morfológica proposta no Projeto RadamBrasil (BARBOSA *et al.* 1973), observa-se que o relevo da bacia do Parnaíba exibe uma diversidade de unidades morfoestruturais (planalto ocidental do médio Rio São Francisco, Planalto Sedimentar da bacia do Parnaíba, depressão periférica de Parnaguá, pediplano central do Maranhão), dentre as quais, o planalto da bacia sedimentar Piauí-Maranhão e o pediplano central do Maranhão se destacam na área investigada.

O planalto ocidental do médio São Francisco ou depressão periférica do médio São Francisco, situado preferencialmente ao sul dos estados do Maranhão e Piauí, caracteriza-se como divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins, e caracteriza-se como um conjunto de altos planaltos modelados em terrenos sedimentares. Nas cabeceiras meridionais do rio Parnaíba recebe o nome de Chapada das Mangabeiras.

O planalto da bacia do Parnaíba apresenta-se com maior relevância e compreende superfícies estruturais tabuliformes em forma de mesas e chapadões, cortadas pelos vales dos rios Parnaíba, Gurguéia e Balsas. Posicionada entre as altitudes de 600 a 900 metros, foi denominada por King (1956) de superfície sul-americana depositada entre o Mioceno e o Plioceno. Na porção centro-sul o topo do planalto a superfície exibe um leve caimento para NNE, enquanto no interior da bacia tem-se um caimento em forma de degrau, onde o sistema de *cuestas* e chapadões exibem rebordos festonados localmente dissimulados por pedimentos. Bordejando a área de planalto, o relevo de *cuesta* passa a morros testemunhos e colinas isoladas, desaparecimento sobre as unidades inferiores ou sobre o embasamento cristalino, principalmente nos vales dos rios, onde sobressaem as formas arredondadas. Estas feições compõem a paisagem ao norte da cidade de Floriano em direção à Teresina.

A depressão Inteplanáltica de Parnaguá está inserida entre o planalto da bacia sedimentar do Parnaíba e o planalto do médio São Francisco (Chapada das Mangabeiras). Nesta unidade são observados extensos pediplanos revestidos de cobertura arenosa, localizados ao sul dos estados do Piauí e Maranhão, caracterizam-se também na área, cristas e *inselbergs*, lagoas e drenagens intermitentes. No seu interior ainda ocorrem remanescentes de superfícies estruturais em tabuleiros submetidos a processo de pedimentação.

O pediplano central do Maranhão é a uma unidade morfoestrutural que apresenta grande extensão na porção central dos estados do Maranhão e parte do Piauí, e é o resultado da coalescência dos vales pedimentados dos rios Canindé, Corda, Mearim Alpercatas, Parnaíba e Gurguéia. A altitude as feições morfológicas variam entre 100 e 400m, observadas no limite com o planalto da bacia sedimentar Piauí-Maranhão. Segundo Barbosa *et al* (1973) no interior deste pediplano podem ser encontradas evidências de antigas drenagens exorréicas.

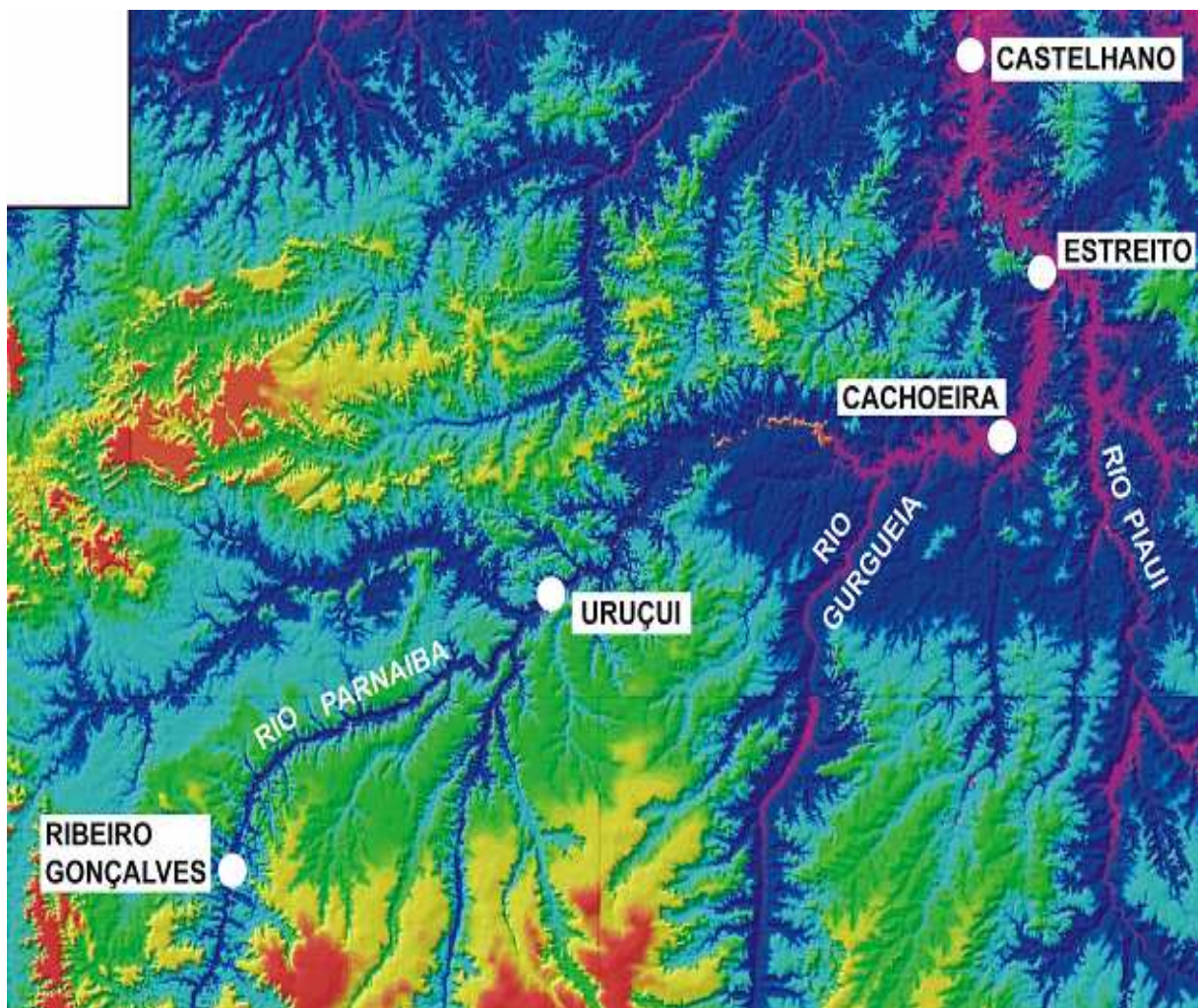
### 5.6.2. Geomorfologia local

A área do empreendimento AHE Estreito tem características de bacia de recepção e está inserida entre as unidades morfoestruturais do planalto da bacia Sedimentar Piauí-

Maranhão e o pediplano central do Maranhão. Embora esta área apresente elementos de transição, recebe maior influência do pediplano central do Maranhão (**Figura 5.6-1**).

Na AII do AHE Estreito ocorrem quatro tipos de relevo: superfícies tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação (SEstb – 1,35% em área, excluindo-se a massa d’água); superfícies estruturais pediplanadas (ESspp – 48,6%); vales pedimentados (Evpd – 35,9%); e terrenos dissecados em mesas, resultantes da evolução da dissecação em interflúvios tabulares (dm – cerca de 13%).

As unidades de maior altitude, situadas na porção ocidental da área do empreendimento, exibem aspecto residual e são individualizadas as formas do tipo chapada e mesa com rebordos escarpados, festonados, evidenciando o intenso recuo das vertentes. Essas feições estão suportadas pelas unidades sedimentares da formação Pedra de Fogo.



**Figura 5.6-1** Aspecto morfológico na região do AHE Estreito, bacia do Rio Parnaíba

Convenções: Áreas em vermelho apresentam maior altitude, e conjuntamente com as áreas amarelas e verdes formam os chapadões, chapadas e cuestas. A cor azul escura representa a rede de drenagem e a cor rosa representa o espelho d’água.

Fonte: NASA ([www2.jpl.nasa.gov/srtm](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm))

A Formação Piauí está instalada nas altitudes mais baixas, entretanto o contato entre as duas formações está mascarado pelos depósitos de encosta. Algumas feições residuais do

tipo meseta são observadas do lado oriental da área entre as cidades de Amarante e Palmeiras, apresentando-se como testemunho do intenso processo erosivo. O arranjo das chapadas suportadas pela formação Pedra de Fogo têm a direção NW e estão seccionadas por drenagem secundária com direção E-W, NE-SW, NW-SE. No topo das chapadas, a drenagem se apresenta como exorréica, pois essas estruturas atuam como divisor de água local. O aspecto dendrítico é observado principalmente nas vertentes escarpadas, mas no geral observa-se a imposição preferencial do arranjo estrutural da área. Os vales escavados nos rios que bordejam as feições tabulares mostram pedimentos que se estendem desde o sopé dos divisores até a calha dos principais rios.

As unidades de menor altitude têm uma forma muito irregular devido aos intensos processos erosivos, sua morfogênese é essencialmente mecânica, atribuída a pediplanização dos vales e pedimentação principalmente do rio Parnaíba e Canindé. Os testemunhos são do tipo colinas que se destacam na paisagem aplainada pela erosão. Já os rios principais apresentam calhas bem marcadas, enquanto os tributários possuem caráter intermitente e depositam de forma espalhada seus sedimentos. O maior retrabalhamento erosivo ocorre sobre os terrenos da formação Piauí no sentido NE, até as proximidades da cidade de Francisco Ayres, a partir desta cidade para o sul o escavamento atinge as camadas da formação Poti, estratigraficamente posicionada abaixo da formação Piauí. Este indicador mostra um nível topográfico mais elevado na porção a sul de Francisco Ayres em direção a cidade de Floriano.

Com intuito de entender as relações entre as formas de relevo e o retrabalhamento e deposição do rio Parnaíba, foi realizado um perfil de detalhe com furos de sondagem nas proximidades do eixo da AHE de Estreito. Observa-se que nas margens do rio Parnaíba o relevo eleva-se de forma abrupta com ângulo alto, notadamente tem um reduzido depósito em colúvio, mas um extenso e espesso terraço aluvionar. Apesar do terraço apresentar largos os limites com o canal do rio, o mesmo tem a forma abrupta, provavelmente relacionada com os padrões de erosão durante os períodos mais chuvosos. Vale salientar que nas imediações tem-se uma significativa bacia de recepção com um largo anfiteatro, que pode ser visto no Mapa Geomorfológico (**Anexo II Tomo II**).

Na margem direita, o relevo é suavemente ondulado, condicionando a deposição e construção do terraço marginal, tem-se ainda a deposição do depósito de colúvio e o depósito de alteração, ambos têm pouca espessura. A disposição em rampa com inclinação para o rio Parnaíba reflete um padrão erosivo com escarpas bem pronunciadas deste interflúvio.

O arranjo da drenagem exibe, de um modo geral, um aspecto dendrítico de dissecação, mas em alguns pontos ressalta o arranjo paralelo e retangular, gerados pelo alinhamento dos rios na trama estrutural das estruturas regionais. Na margem direita do rio Parnaíba a drenagem tem aspecto mais denso e nas proximidades das rochas da formação Sardinha (circunvizinhança da cidade de Amarante) tem aspecto semi-circular coincidente com a forma do corpo de natureza ígnea. Deve ser salientado que uma quebra no relevo mostra as influências da falha de São Francisco com direção NE, que controla principalmente a calha do rio Canindé. Na porção a sudeste, próxima a Francisco Ayres, os drenos correm sobre os sedimentos de formação Piauí com uma estruturação dos rios de 1ª e 2ª ordem concorda com as direções preferenciais NE e NW antes de desaguardarem no rio Parnaíba. Na margem esquerda, na porção oeste e noroeste a drenagem está superimpostas as feições morfológicas chapadas e mesas da formação Pedra de Fogo, com um arranjo preferencial NE para os drenos de 1ª ordem, e, E-W para os de 2ª ordem. No interior das áreas de recuo



em ambas as vertentes os curso d'água convergem para porções para os vales segundo a direção NE, posteriormente assumem a direção NW, onde convergem para o rio Parnaíba.

Ao norte da cidade de Barão de Grajaú, sobre as unidades sedimentares da formação Piauí, a drenagem exibe longos trechos retilíneos com feições anômalas em cotovelo. Estas feições estão relacionadas à reativação da rede de drenagem e retrabalhamento das estruturas com direção principal NW-SE, o mesmo comportamento é observado nas unidades da formação Poti nas imediações de Barão de Grajaú.

A estruturação observada na rede de drenagem, nas imediações do eixo do empreendimento, está totalmente condicionada pelas falhas de São Francisco e Descanso com direção NE-SW. Estas estão no prolongamento do lineamento Sobral-Pedro II, e controlam alguns trechos do rio Canindé com direção de luxo NW-SE. Os padrões erosivos também deixam evidente a estruturação tectônica da área. Uma análise de detalhe nos drenos de 1ª e 2ª ordens indicaria os eixos de reativação recente (neotectônica).

### 5.6.3. Ocorrência de cavidades naturais

Com relação ao levantamento sobre a potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas na All do AHE Estreito, realizou-se uma compilação de informações a partir da “Base de Dados Geoespacializados do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV)”, conforme dados consistidos para os estados do Piauí e Maranhão, disponíveis no sítio da instituição ([http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id\\_menu=228](http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=228)), sendo a consulta e data de aquisição de 06 de novembro de 2009 e os arquivos copiados em formato *shapefile* atualizados em 01/11/2009 pelo Núcleo de Geoprocessamento do CECAV.

A localização e caracterização das cavidades naturais subterrâneas pelo CECAV têm como base a integração de dados provenientes de (i) levantamentos de campo realizados pela equipe técnica do CECAV; (ii) estudos e pesquisas submetidos ao CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; (iii) bibliografia especializada; (iv) CNC – Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil, da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE); CODEX – Cadastro Nacional de Cavernas, REDESPELEO BRASIL. Cumpre ressaltar, conforme alerta do CECAV, que os dados são de “atualização permanente e orientadores das proximidades de localização das cavidades, portanto, pendentes de checagem e validação de campo”.

Os dados fornecidos pelo CECAV não indicam a presença de cavidades naturais subterrâneas na All do Aproveitamento de Estreito.

## 5.7. PEDOLOGIA

A caracterização pedológica da área em estudo foi realizada através do levantamento de informações secundárias e primárias, tendo como base a metodologia usualmente utilizada em levantamentos similares (EMBRAPA, 1988a;b; EMBRAPA, 1995), que se encontra descrita em detalhe no Volume II (**Capítulo 1 - Procedimentos Metodológicos - item 1.1. Meio Físico**).

Em virtude do fato dessa área abranger mapeamentos e publicações distintas, foi necessário adequar e compatibilizar as legendas originais. Dessa forma, tanto a legenda final como as unidades de mapeamento aqui descritas diferenciam-se das encontradas nas

publicações originais, uma vez que foi adotada a simbologia e a nomenclatura atualmente preconizada pela EMBRAPA.

### **5.7.1. Descrição geral das classes de solos**

#### *5.7.1.1. Critérios Utilizados na Classificação dos Solos*

Os critérios utilizados nesse levantamento pedológico, para estabelecimento e subdivisão das classes de solos e respectivas fases, seguiram basicamente as normas adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. Assim sendo, os solos estudados foram classificados de acordo com as especificações estabelecidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) até o 5º nível categórico com fases.

As diversas classes no 1º nível categórico foram separadas pela presença ou ausência de atributos e horizontes diagnósticos, tendo sido identificadas as seguintes ordens: Latossolos, Argissolos, Plintossolos, Planossolos, Cambissolos, Vertissolos e Neossolos.

As demais subdivisões no 2º, 3º e 4º níveis categóricos foram feitas de acordo com as chaves, conceitos e definições estabelecidas no referido sistema de classificação, sendo que no 5º nível categórico as famílias foram separadas em função do tipo de horizonte A diagnóstico e da textura, por serem considerados os atributos mais importantes para o objetivo do trabalho.

Visando fornecer maiores informações para utilização agrícola, as classes foram subdivididas em fases de pedregosidade, rochosidade, vegetação e relevo. A fase de substrato para Neossolos Litólicos não foi citada na legenda por questão de simplificação, visto que, em grande parte da área, são derivados de arenito.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que a área de estudo apresenta uma grande diversidade de classes de solos, sendo a sua distribuição e intensidade de ocorrência função dos fatores pedogenéticos responsáveis pela sua formação, tais como relevo local, do tipo de material rochoso originário e da resistência deste aos processos de intemperismo. Desta forma, constata-se que predominam nesta área os solos das classes dos Latossolos, Argissolos e Neossolos.

Dentro deste contexto, e a partir das informações levantadas, foram identificadas na All as classes abaixo descritas, que correspondem aos principais componentes das unidades mapeadas.

#### **Latossolos Amarelos**

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, profundos e bem drenados, e com baixa fertilidade natural. Apresentam predominantemente textura média a argilosa, estrutura pouco desenvolvida, baixa CTC e saturação em bases, e pH ácido, sendo normalmente distróficos a álicos. Apesar destas características desfavoráveis, apresentam aptidão regular para cultivos intensivos de culturas de ciclo longo e/ou curto e reduzida suscetibilidade à erosão.

Na área em estudo, ocupam cerca de 77.351,5 hectares (39%), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo plano a suave ondulado, associados aos Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e/ou Acinzentados, Plintossolos Pétricos e Neossolos Litólicos.

### **Argissolos Vermelho-Amarelos**

Correspondem aos solos minerais, não hidromórficos e que apresentam como característica diferencial a presença de horizonte B textural em subsuperfície. São solos bem desenvolvidos, apresentando na área de estudo uma grande variabilidade em suas características físicas e químicas, sendo predominantemente profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, e com fertilidade variando de baixa a média. Apresentam textura predominantemente média/argilosa, com argila de atividade baixa a alta, e valores de CTC, saturação em bases e pH variáveis, sendo normalmente distróficos e eventualmente eutróficos. Em virtude das características acima descritas, agravadas pela presença de caráter plíntico em alguns setores, esses solos apresentam, de uma forma geral, uma reduzida aptidão para cultivos intensivos de culturas de ciclo longo e/ou curto, sendo recomendável nos trechos com declividade mais acentuada a manutenção de cobertura vegetal permanente, de maneira a minimizar a sua elevada suscetibilidade à erosão.

Na área em estudo, ocupam cerca de 49.443 hectares (25%), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo suave a forte ondulado, associados aos Latossolos Amarelos, Argissolos Acinzentados, Chernossolos Háplicos, Plintossolos Pétricos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos.

### **Neossolos Litólicos**

São solos que apresentam reduzido desenvolvimento pedogenético, classificados como solos minerais, não hidromórficos, rasos e com textura e fertilidade variáveis, as quais estão intimamente relacionadas com o material de origem desses solos.

Apresentam, de uma forma geral, valores reduzidos para saturação de bases e CTC, argila de baixa atividade, sendo normalmente distróficos. São solos inaptos para o aproveitamento agrícola, devido a sua reduzida profundidade efetiva, ao relevo movimentado e sua suscetibilidade forte a muito forte à erosão, sendo indicados para preservação permanente.

Na área em estudo, ocupam cerca de 61.057 hectares (30,7%), ocorrendo predominantemente nos setores com relevo ondulado a montanhoso, associados predominantemente aos Argissolos Vermelho-Amarelos.

### **Chernossolos**

Corresponde a uma classe de solos constituídos por material mineral que tem, como características discriminantes, alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente (Bi), ou a um horizonte C cálcico ou C carbonático. Na All do AHE Estreito ocupa cerca de 143,4 hectares (0,07% da extensão areal), em uma pequena área a norte do eixo do empreendimento, na margem direita do rio Canindé.

### **Neossolo Flúvico**

São Neossolos derivados de sedimentos aluviais apresentando o caráter flúvico, ou seja, com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando ambos ou um dos requisitos:



- Decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo; e/ou
- Camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200 cm da superfície.
- Horizontes ou camadas glei ou horizontes ou camadas de cores pálidas ou com mosqueados de redução em quantidade comum ou abundante, podem ocorrer apenas a profundidades superiores a 50 cm da superfície.

São de baixa e alta fertilidade natural (distróficos e eutróficos) e são constituídos por argilas de alta e baixa atividade. A textura é variável, porém predominam os solos de textura argilosa, geralmente com teores consideráveis de silte e ocorrem em relevo plano ou suave ondulado.

Apresentam como limitação mais forte ao uso agrícola a possibilidade de inundação em algum período do ano. Geralmente são muito utilizados por ribeirinhos para produção de pequenas lavouras.

Na AII do AHE Estreito, o Neossolo Flúvico ocupa cerca de 8.904,5 hectares (4,5% da área), associado as vertentes da calha fluvial do rio Parnaíba.

Como conseqüência disto, e de maneira a proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos, foi elaborado o mapa pedológico da Área de Influência Indireta (AII) deste empreendimento Mapa Pedológico (**Anexo III Tomo II**).

### **5.7.2. Descrição das Unidades de Mapeamento**

Na área em estudo, foram identificadas 22 unidades de mapeamento de solos, cujos símbolos e classificação seguem às normas e procedimentos adotadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), possibilitando seu enquadramento taxonômico segundo o sistema classificatório vigente no país.

As unidades de mapeamento de solos estão descritas no **Quadro 5.7-1**. A distribuição absoluta e relativa das classes de solos identificadas na AII do AHE Estreito encontra-se na **Quadro 5.7-2**.

**Quadro 5.7-1** Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Estreito.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
LAd1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado relevo plano
LAd2	LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos A moderado textura argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano e suave ondulado
LAd4	LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO todos Distróficos típicos A moderado textura média e argilosa fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado textura média/argilosa fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado
LAd5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura média ambos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano e suave ondulado
LAd6	Lad6 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura arenosa/média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano e suave ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico ambos A moderado e proeminente textura arenosa e média/média e argilosa fase floresta subcaducifólia/cerrado com babaçu e floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçual e com babaçu) relevo plano e suave ondulado)
LAd7	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média e média/argilosa fase floresta subcaducifólia/cerrado com e sem babaçu relevo suave ondulado
MXo2	CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vértico + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico A moderado ambos textura média e argilosa/argilosa e muito argilosa fase pedregosa floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico e Distrófico típico A fraco e moderado textura média fase pedregosa e rochosa floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado+ VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico A fraco e moderado textura argilosa e muito argilosa fase floresta/caatinga e caatinga hiperxerófila relevo plano
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico latossólico plíntico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico e Eutrófico fragipânico ambos A moderado textura arenosa e média/média fase erodida cerrado subcaducifólio/caducifólio e cerrado/caatinga com e sem carnaúba relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média fase erodida pedregosa e rochosa cerrado subcaducifólio/caducifólio e cerrado/caatinga com e sem carnaúba relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa fase erodida cerrado subcaducifólio/caducifólio e cerrado/caatinga com e sem carnaúba relevo plano e suave ondulado
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ambos A fraco e moderado textura arenosa e média/média e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A fraco e moderado textura arenosa e média todos fase caatinga hipoxerófila e caatinga/cerrado caducifólio relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Tb e Ta Distrófico e Eutrófico típico A fraco e moderado textura indiscriminada fase floresta dicótilo-palmácea (com babaçu e carnaúba) relevo plano
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A fraco e moderado textura arenosa e média/média e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A fraco e moderado todos fase cerrado caducifólio/caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado

Cont.

**Quadro 5.7-1** Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Estreito.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
PVAd5	PVAd5 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A fraco e moderado textura arenosa e média/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A fraco e moderado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A fraco e moderado textura média ambos fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio/caatinga
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico ambos A moderado textura média e média/argilosa fase erodida cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia com e sem babaçu relevo suave ondulado e ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado ambos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia com e sem babaçu relevo plano e suave ondulado) + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico ambos A moderado e proeminente textura arenosa e média/média e argilosa fase cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia com e sem babaçu e/ou floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea (babaçual e/ou com buriti) relevo plano)
PVAd7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico léptico ambos A moderado textura média/argilosa fase erodida cerrado subcaducifólio/caducifólio e/ou cerrado caducifólio/caatinga relevo suave ondulado e ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura média e arenosa fase pedregosa e rochosa + CAMBISSOLO HÁPLICHO Ta Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura média ambos fase erodida cerrado subcaducifólio/caducifólio e/ou cerrado caducifólio/caatinga relevo suave ondulado e ondulado) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase cerrado subcaducifólio/caducifólio e/ou cerrado caducifólio/caatinga relevo plano e suave ondulado
PVAd8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico A moderado e proeminente textura média/argilosa fase cerrado subcaducifólio e/ou floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado a forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e proeminente textura média fase pedregosa e rochosa cerrado subcaducifólio e/ou floresta subcaducifólia/cerrado relevo suave ondulado a forte ondulado
PVAe	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Ta Eutrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico plíntico ambos A moderado textura média e média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICHO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura média e argilosa + VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico A moderado textura argilosa todos fase caatinga hipoxerófila com e sem carnaúba relevo plano e suave ondulado
RLd2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa ambos fase erodida relevo suave ondulado a forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia e/ou cerrado caducifólio
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado e fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico A moderado e fraco textura média e média/argilosa ambos fase erodida relevo suave ondulado a forte ondulado + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado e fraco textura média e argilosa + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado e fraco ambos fase relevo plano e suave ondulado) todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/caatinga e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia

Cont.

**Quadro 5.7-1** Unidades de mapeamento presentes na área de influência indireta do AHE Estreito.

UNIDADE	DESCRIÇÃO
RLd4	RLd4 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado e fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico léptico A moderado e fraco textura arenosa e média/média e argilosa ambos fase erodida caatinga hipoxerófila e/ou caatinga/cerrado caducifólio relevo suave ondulado e ondulado
RLd5	RLd5 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média fase erodida pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa fase erodida ambos fase relevo suave ondulado a forte ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado caducifólio e/ou cerrado/caatinga
RLd6	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura arenosa e média fase erodida pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa fase erodida ambos fase relevo ondulado a montanhoso + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia e/ou cerrado caducifólio
RLd7	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico plíntico léptico A moderado textura média e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa todos fase erodida relevo ondulado a montanhoso + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de (LATOSSOLO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos A moderado textura média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado) todos fase cerrado subcaducifólio e/ou cerrado subcaducifólio/floresta subcaducifólia e/ou cerrado caducifólio
RUve	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura indiscriminada + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico e Eutrófico típico A moderado textura arenosa e média/média e argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico típico A moderado textura média a siltosa todos fase floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea de várzea (babaçu) e/ou floresta subcaducifólia de várzea com babaçu e floresta ciliar de carnaúba com babaçu relevo plano

**Quadro 5.7-2** Distribuição absoluta (km<sup>2</sup>) e relativa (%) das unidades de mapeamento na área de influência indireta do AHE Estreito.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	All	
	ÁREA (km <sup>2</sup> )	%
LAd 1	63,87	3,21
LAd 2	16,87	0,85
LAd 4	15,03	0,76
LAd 5	477,51	24,01
LAd 6	135,92	6,83
LAd 7	64,32	3,23
PVAd 1	102,24	5,14
PVAd 3	28,17	1,42
PVAd 4	150,78	7,58

Cont.

**Quadro 5.7-2** Distribuição absoluta (km<sup>2</sup>) e relativa (%) das unidades de mapeamento na área de influência indireta do AHE Estreito.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	AII	
	ÁREA (km <sup>2</sup> )	%
PVAd 5	28,04	1,41
PVAd 6	85,89	4,32
PVAd 7	48,77	2,45
PVAd 8	21,21	1,07
PVAe	29,34	1,47
MXo 2	1,43	0,07
RUve	89,04	4,48
RLd 2	80,58	4,05
RLd 3	370,44	18,62
RLd 4	58,66	2,95
RLd 5	32,08	1,61
RLd 6	11,01	0,55
RLd 7	57,80	2,91
Água	20,11	1,01
TOTAL	1.989,10	100

## 5.8. APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

A classificação da aptidão agrícola das terras foi efetuada a partir das informações do levantamento de solos e de acordo com o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras adotado pela EMBRAPA (Ramalho Filho & Beek, 1995).

Esse sistema envolve a avaliação da aptidão agrícola, sem irrigação, considerando três níveis de manejo distintos, visando diagnosticar o uso potencial das terras para lavouras e/ou para outros tipos de utilização menos intensivos.

Segundo os autores, citados no Inventário Hidrelétrico da bacia do Rio Parnaíba (CNEC, 2002), a classificação da aptidão agrícola não é precisamente um guia para obtenção do máximo benefício das terras, e sim uma orientação de como devem ser utilizados seus recursos para o planejamento regional e nacional.

De modo a atender esses pressupostos, foram utilizados, no presente estudo, as características físicas e químicas dos solos mapeados, os tipos de relevo e de vegetação dominantes, e os fatores limitantes relacionados à fertilidade do solo, à deficiência de água, à deficiência de oxigênio ou excesso de água, à suscetibilidade à erosão e os impedimentos à mecanização.

Como resultado, as classes de aptidão agrícola foram atribuídas em função dos graus de limitação das terras, para produção sustentável de um determinado tipo de utilização, sendo na área em estudo, identificadas as seguintes classes:



### **Classe 2(a)bc**

Compreende as terras com aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo B ou C e restrita no nível A, e onde predominam os latossolos amarelos distróficos típicos textura média e argilosa relevo plano e suave ondulado. Suas principais limitações ao uso agrícola, dizem respeito à moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica e a reduzida fertilidade natural. Entretanto, como consequência da profundidade efetiva e das características físicas favoráveis destes solos, as áreas onde os mesmos são dominantes apresentam potencial de uso tanto para culturas de ciclo longo (principalmente frutíferas), como para culturas de subsistência (mandioca, milho e/ou feijão).

### **Classe 3(abc)**

Compreende as terras com aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B ou C, e onde predominam os latossolos amarelos distróficos típicos, associados principalmente aos latossolos amarelos distróficos concrecionários, latossolos vermelhos distróficos típicos, neossolos quartzarênicos orticos típicos e/ou argissolos vermelho-amarelos distróficos plínticos. Suas principais limitações ao uso agrícola, dizem respeito à moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica; à reduzida fertilidade natural; à moderada suscetibilidade à erosão e/ou à ocorrência de problemas com a drenagem natural. Apesar disso, nas áreas com ocorrência de terras dessa classe, verifica-se um razoável potencial de uso para culturas de ciclo curto e algumas de ciclo longo.

### **Classe 4(p)**

Compreende as terras com aptidão restrita para pastagem plantada, e onde predominam os argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos plínticos, associados principalmente aos argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos plínticos lépticos e/ou argissolos vermelho-amarelos ta eutróficos lépticos, todos com relevo variando de suave ondulado a ondulado. As principais limitações desta classe, dizem respeito à presença de características indicativas de problemas de permeabilidade, associadas à pequena profundidade efetiva, gradiente textural e/ou declividade acentuada, sendo que estas condições desfavoráveis influenciam negativamente na sua suscetibilidade aos processos erosivos. Eventualmente, as terras enquadradas nesta classe de aptidão, podem ser utilizadas no cultivo de culturas de subsistência, muito embora, com elevado risco em função das limitações acima citadas, sendo a formação de pastagens com gramíneas uma alternativa viável.

### **Classe 5(n)**

Esta classe compreende terras onde dominam os Chernossolos Háplicos Órticos vérticos, os Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos lépticos, e os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, associados ou não aos Neossolos Litólicos. Suas principais limitações dizem respeito à reduzida capacidade de retenção de umidade (Neossolos Quartzarênicos) ou baixa permeabilidade (Chernossolos Háplicos), agravada pela pequena espessura dos Neossolos Litólicos (menos de 50cm), e pela presença de pedregosidade e rochiosidade em algumas áreas, que se reflete em uma elevada suscetibilidade à erosão. Apesar disto, considera-se como viável o uso de parte destas áreas com pastagem natural, incluindo gramíneas espontâneas e outras forrageiras nativas.



## Classe 6

Essa classe, inapta para uso agrícola, compreende terras onde dominam os argissolos vermelho- amarelos distróficos plínticos e os neossolos litólicos distróficos típicos, ambos com relevo variando de suave ondulado a montanhoso. Suas principais limitações dizem respeito ao relevo acidentado, agravado pela pequena profundidade efetiva de alguns solos, o que resulta em uma elevada susceptibilidade à erosão. Em face do exposto, essas terras foram consideradas inaptas para uso agrícola, recomendando-se que as mesmas sejam destinadas apenas para preservação da flora e fauna.

O enquadramento final das unidades de mapeamento, nas classes de aptidão acima descritas, foi efetuado com base na classe de solo que apresenta nível mais elevado de restrição, dentro da associação que caracteriza a unidade, sendo que a sua distribuição em termos absolutos (km<sup>2</sup>) e relativos (%) da área estudada, encontram-se expressos no **Quadro 5.8-1**.

**Quadro 5.8-1** Distribuição absoluta (ha) e relativa (%) das classes de aptidão agrícolas das terras na área de influência indireta do AHE Estreito.

CLASSES	UNIDADE DE MAPEAMENTO	All	
		ÁREA (km <sup>2</sup> )	%
2(a)bc	LAd 1; LAd 2; LAd 5	558,21	28,06
3(abc)	LAd 4; LAd 6; LAd 7; PVAe; RUve.	450,52	22,65
4(p)	PVAd 1; PVAd 3; PVAd 4; PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7	326,88	16,43
5(n)	MXo 2	1,43	0,07
6	PVAd 8; RLd 2; RLd 3; RLd 4; RLd 5; RLd 6; RLd 7.	631,94	31,77
Água	Água	20,11	1,01
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>1.989,10</b>	<b>100</b>

Como forma de proporcionar uma melhor visualização dos resultados obtidos, e que se encontram expressos acima, foi elaborado o mapa de aptidão agrícola das terras da área estudada no Mapa de Aptidão Agrícola (**Anexo IV Tomo II**).

### 5.9. SUSCETIBILIDADE À EROSÃO DOS SOLOS

A caracterização das principais classes de suscetibilidade à erosão, no que tange aos riscos potenciais de erosão hídrica dos solos do nordeste brasileiro, foi estabelecida a partir da metodologia descrita por Leprun (1986). De acordo com a metodologia utilizada, a área em estudo apresenta, de forma generalizada, uma fraca suscetibilidade à erosão hídrica, em virtude de predominarem na mesma solos profundos e permeáveis e relevo variando de plano a suave ondulado. Entretanto, considerando-se o nível de detalhamento proposto para o presente estudo e a finalidade do mesmo, verifica-se a necessidade de aprofundamento deste enquadramento, à luz da grande variabilidade de condições de solos e relevo encontradas na área de influência do referido empreendimento.

Portanto, na definição das classes de suscetibilidade à erosão para as diferentes classes de solos descritas, foram levadas em consideração, principalmente, as condições locais de

relevo e declividade, as condições climáticas (potencial erosivo das chuvas – fator R), a erodibilidade potencial dos solos (fator K), e os níveis de cobertura do solo com vegetação.

Dentro deste contexto, e utilizando-se além dos critérios acima citados os parâmetros de avaliação da suscetibilidade à erosão, descritos por Ramalho Filho & Beek, (1995), foram estabelecidas quatro classes de suscetibilidade à erosão para os solos da área estudada.

O enquadramento final das principais classes de solos, componentes das unidades de mapeamento ocorrentes na área de estudo, foi efetuado tomando-se por base as especificações acima citadas, sendo as conclusões obtidas, apresentadas conforme segue:

### **Classe 1 - Baixa**

Terras que apresentam reduzida suscetibilidade à erosão, boas propriedades físicas e relevo plano a suave ondulado, com declividades variando de 0 a 5%. Quando cultivadas por períodos muito longos (10 a 20 anos), podem apresentar perdas elevadas de solo nos horizontes superficiais, muito embora esse processo possa ser prevenido e/ou minimizado através da adoção de práticas conservacionistas relativamente simples. Na área em estudo podem ser enquadrados nessa classe os Latossolos Amarelos típicos e concrecionários, os latossolos vermelhos típicos, os argissolos vermelho-amarelos latossólicos, os argissolos acinzentados os plintossolos, e os neossolos quartzarênicos.

### **Classe 2 – Moderada**

Terras que apresentam moderada susceptibilidade à erosão, propriedades físicas favoráveis ou não, e relevo suave ondulado a ondulado, com declividade variando de 5 a 12%. Quando intensivamente cultivadas por períodos muito longos e sem a adoção de práticas conservacionistas, podem apresentar erosão por sulcos e/ou voçorocas, principalmente em áreas com declividade acentuada e/ou cujos solos apresentem mudança textural abrupta. Na área em estudo podem ser enquadrados nesta classe os Latossolos Amarelo distrófico relevo plano a suave ondulado, argissolos vermelho-amarelos distróficos eutróficos, relevo plano a ondulado, os cambissolos haplico Ta e Tb eutrófico típico e vertissolos ebânico órtico típico com e sem carnaúba, relevo plano a suave ondulado.

### **Classe 3 – Forte**

Terras que apresentam elevada susceptibilidade à erosão, ocorrendo em relevo ondulado a forte ondulado e declividades variando de 12 a 25%. Sua utilização deve ser restrita a atividades que determinem pouca movimentação do solo, e mantenham uma boa cobertura superficial. É fundamental, a adoção de práticas conservacionistas, de forma a prevenir a ocorrência de erosão severa em sulcos e/ou voçorocas. Na área em estudo podem ser enquadrados nesta classe os argissolos vermelho-amarelos distróficos e eutróficos fragipânico relevo suave a forte ondulado, os Argissolos Vermelho-Amarelos Distrófico plíntico Ta eutróficos lépticos, os chernossolos háplicos, e os neossolos litólicos e quartzarênico, relevo suave ondulado e ondulado, planossolo háplico ta eutrófico solódico e cambissolos háplico.

### **Classe 4 – Muito Forte**

Terras com limitação forte a muito forte por ocorrerem em relevo acidentado, normalmente ondulado a montanhoso. Devem ter utilização restrita à cobertura vegetal de preservação

permanente, uma vez que a adoção de práticas conservacionistas tornaria antieconômica qualquer tipo de exploração agropecuária. Na área em estudo, podem ser enquadrados nesta classe os Neossolos Litólicos Distrófico e Eutrófico típicos com relevo ondulado a montanhoso.

A não utilização da unidade de mapeamento no enquadramento final justifica-se devido à possibilidade de uma mesma classe de solo ocorrer associada a diferentes outras classes, com diferentes níveis de suscetibilidade quanto à erosão, o que poderia acarretar profundos equívocos de interpretação.

Além disso, diante da complexidade das unidades de mapeamento descritas, fica evidente a impossibilidade de se efetuar um delineamento concreto da distribuição espacial das referidas unidades, bem como estimar com a devida exatidão os quantitativos de área referentes a cada uma destas, estando isto em conformidade com a literatura consultada.

Como forma de facilitar a visualização, da distribuição destas classes de suscetibilidade ao longo da área estudada, foi estabelecida uma correlação entre as mesmas e as unidades de mapeamento descritas, tomando-se por base, o nível de restrição mais acentuado verificado na referida unidade. Entretanto, de maneira a minimizar os possíveis equívocos de interpretação, resultantes da extrapolação destas estimativas, foram sempre levados em consideração, o nível de risco potencial apresentado pelas demais classes. Os resultados obtidos, correspondentes aos níveis potenciais de suscetibilidade à erosão das unidades de mapeamento, encontram-se expressos no **Quadro 5.9-1** e no Mapa de Erodibilidade apresentado (**Anexo V Tomo II**)

**Quadro 5.9-1.** Distribuição absoluta e relativa das classes de suscetibilidade a erosão na All do AHE Estreito

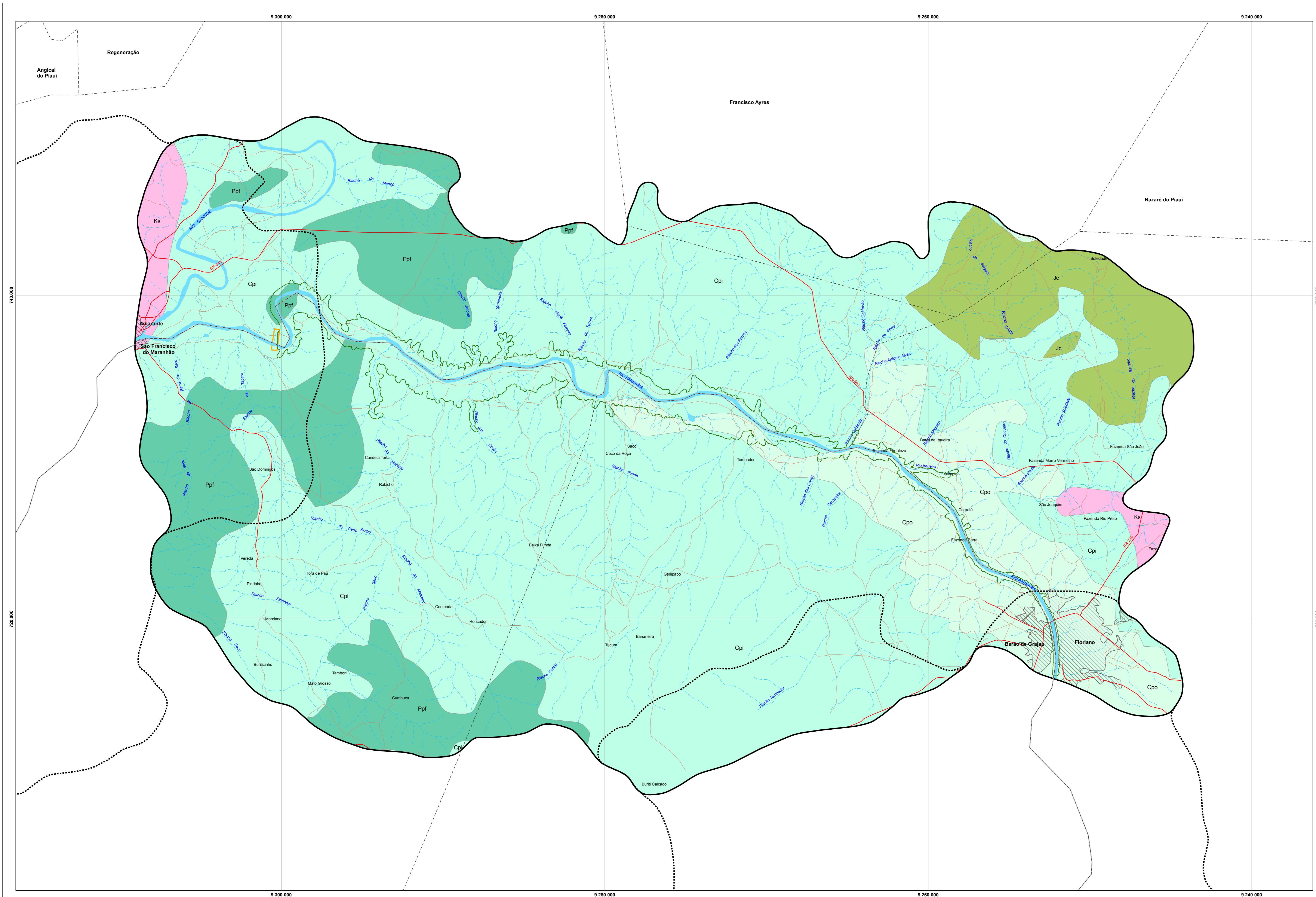
CLASSE	UNIDADES DE MAPEAMENTO	All	
		ÁREA (km <sup>2</sup> )	%
1	LAd 1; LAd 2; LAd 4; LAd 5; LAd 7.		
2	LAd 6; PVAd 3; PVAd 4.		
3	PVAd 1; PVAd 4; PVAd 5; PVAd 6; PVAd 7; PVAd 8		
4	RLd 2; RLd 3; RLd 4; RLd 5; RLd 6; RLd 7		
Água		20,11	1,01
TOTAL GERAL			

# Anexo I

## Mapa Geológico

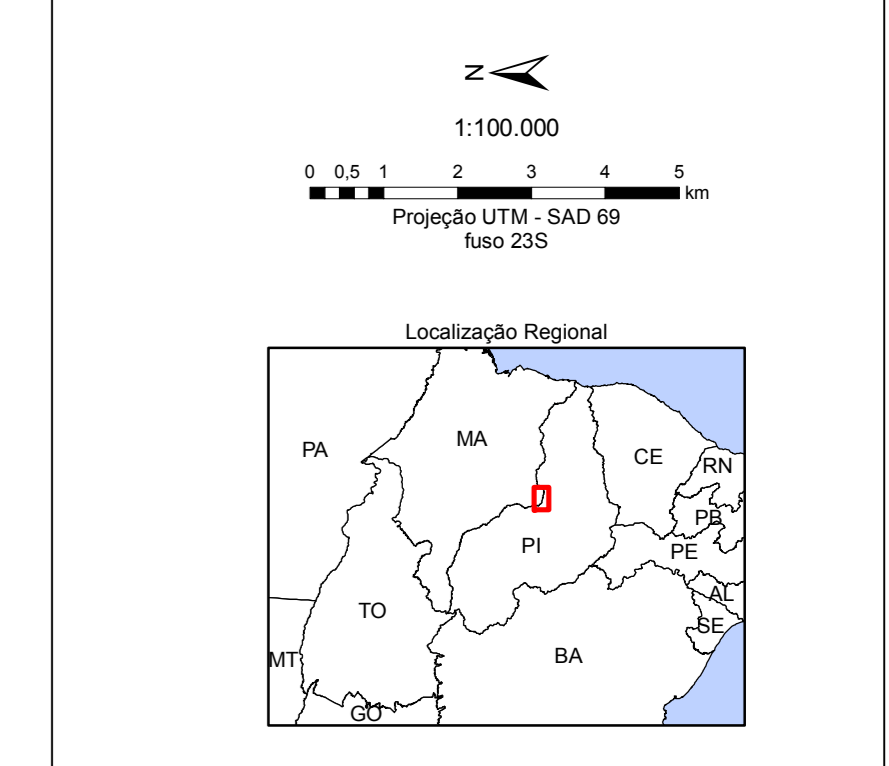
### AHE Estreito





- Geologia**
- Formação Sardinha**
- KS** Basaltos escuros, predominantemente alterados; diabásios
- Formação Corda**
- Jc** Arenitos cinza esbranquiçados a vermelhos, finos a grosseiros e raros níveis de sillex
- Formação Pedra de Fogo**
- Ppf** Silix e calcário oolítico e pisolítico creme a branco, eventualmente estromatolítico, intercalado com arenito fino a médio amarelado, folhelho cinzento e anidrita branca. Troncos petrificados
- Formação Piauí**
- Cpi** Arenitos de cor variando de róseo a amareado, predominantemente fino a médio, e bem selecionado, eventualmente conglomerático, folhelho vermelho e calcário esbranquiçado
- Formação Poti**
- Cpo** Arenitos cinza esbranquiçados intercalados e laminados com folhelhos e siltitos

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- Rio Perene
  - Rio Intermitente
  - Corpo d'Água
  - Barramento
- Localidades**
- Área Urbana
- Sistema Viário**
- Via Pavimentada
  - Via não Pavimentada
- Limites**
- Limite Municipal
  - Limite Estadual
  - Área de Influência Direta - Estreito
  - Área de Influência Indireta - Cachoeira
  - Área de Influência Indireta - Castelhanos
  - Área de Influência Indireta - Estreito



Fonte:

- Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão. CNEC, 2002. Estudos, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pelas imagens Landsat, órbita-ponto, 2 19-064 de 02/08/2008 e 22 19-065 de 01/07/2008
- Geologia: Mapas Geológicos do Projeto Radambres (1973a,b,c), escala 1:1.000.000, folhas: SC 2324 Rio São Francisco/Aracaju; SB 2324 Teresina/Jaguaribe; S2425 Jaguaribe/Natal (1981)
- Mapa geológico da bacia do Piauí, Núcleo Teresina - PI, CPRM, 1995.

**CMEC Chesf emargimp**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE ESTREITO**

**Mapa de Geologia**

Data: 11/2009





**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

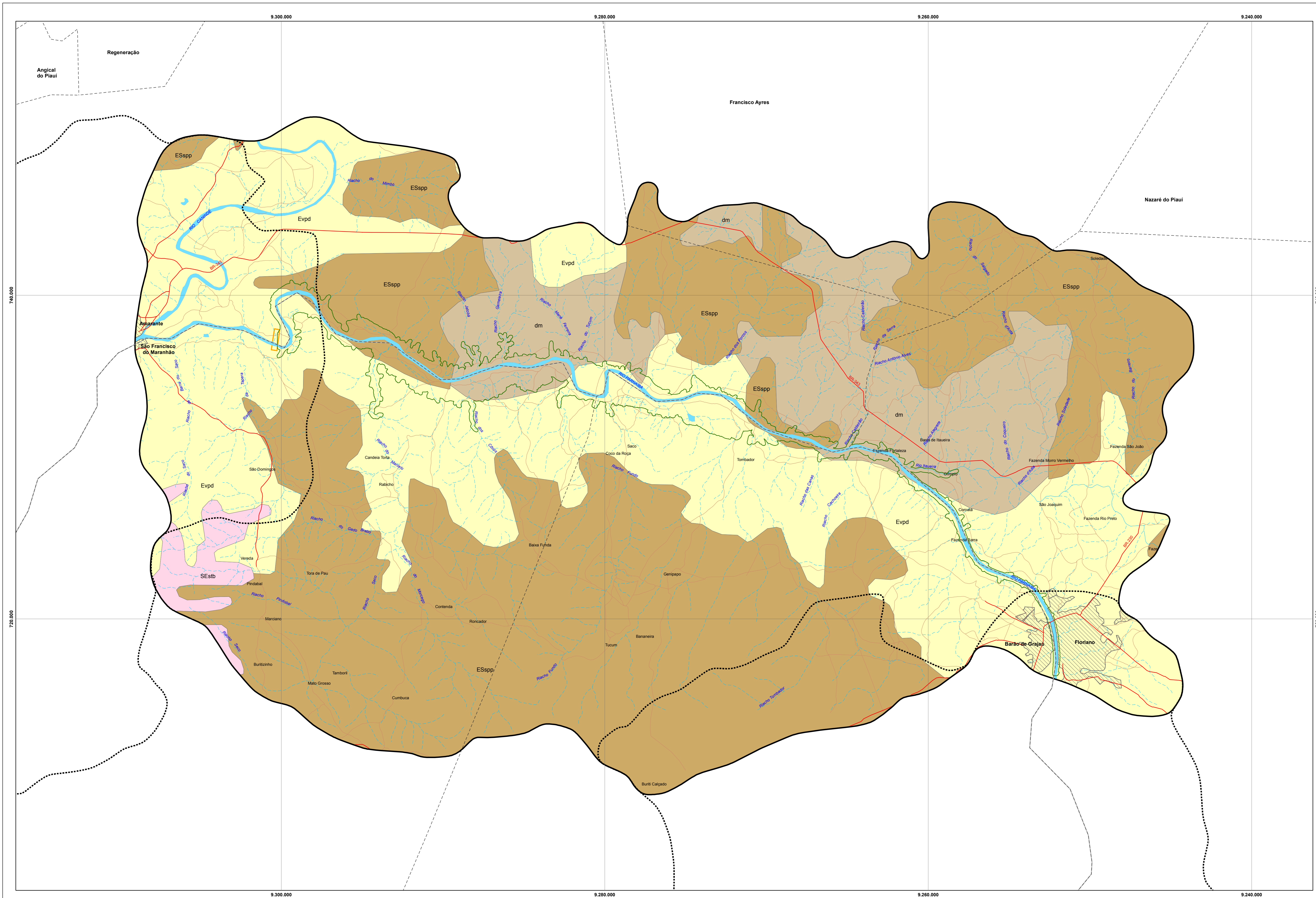
*energ***IMP**



## **Anexo II**

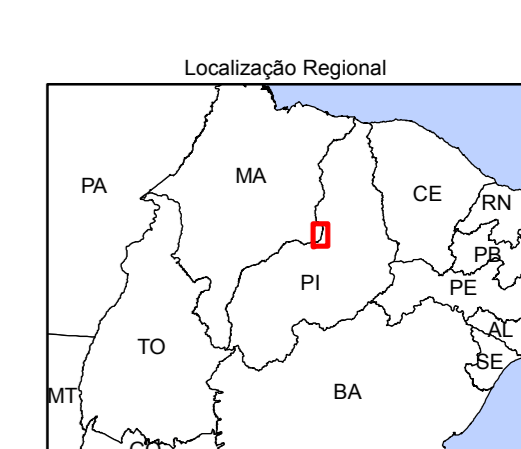
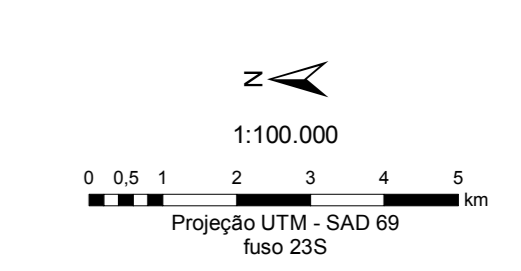
# **Mapa Geomorfológico**

## **AHE Estreito**



- Geomorfologia**
- Formas Estruturais**
- SEstb** Superfícies tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação. Chapadas geralmente areníticas, cuestasiformes ou não, limitadas por rebordos festonados, localmente dissimulados por pedimentos
- Formas Erosivas**
- Evpd** Vales pedimentados. Vales com pedimentos bem conservados, convergindo, geralmente sem ruptura de declive para a calha fluvial
  - ESspp** Superfícies estruturais pediplanadas. Extensas superfícies elaboradas em rochas sedimentares, apresentando em algumas áreas vales aplainados e vales pedimentados com retomada de erosão recente
- Tipos de Dissecação**
- dm** Dissecado em mesas. Formas resultantes da evolução do processo de dissecação em interflúvios tabulares

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- Rio Perene
  - Rio Intermitente
  - Corpo d'Água
  - Barramento
- Localidades**
- Área Urbana
- Sistema Viário**
- Via Pavimentada
  - Via não Pavimentada
- Limites**
- Limite Municipal
  - Limite Estadual
  - Área de Influência Direta - Estreito
  - Área de Influência Indireta - Cachoeira
  - Área de Influência Indireta - Castelhana
  - Área de Influência Indireta - Estreito



Fonte:  
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pelas imagens Landsat, cota-ponto: 219.964 de 02/08/2004 e 219.965 de 01/07/2009  
 - Geomorfologia: Mapas Geomorfológicos do Projeto RadamBrasil (1973a,b,c), escala 1:1.000.000, folhas: SC.23/04 Rio São Francisco/Aracaju; SB. 23/04 Teresina/Jaguaribe; SB24/25 Jaguaribe/Natal (1981)



**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ***IMP**

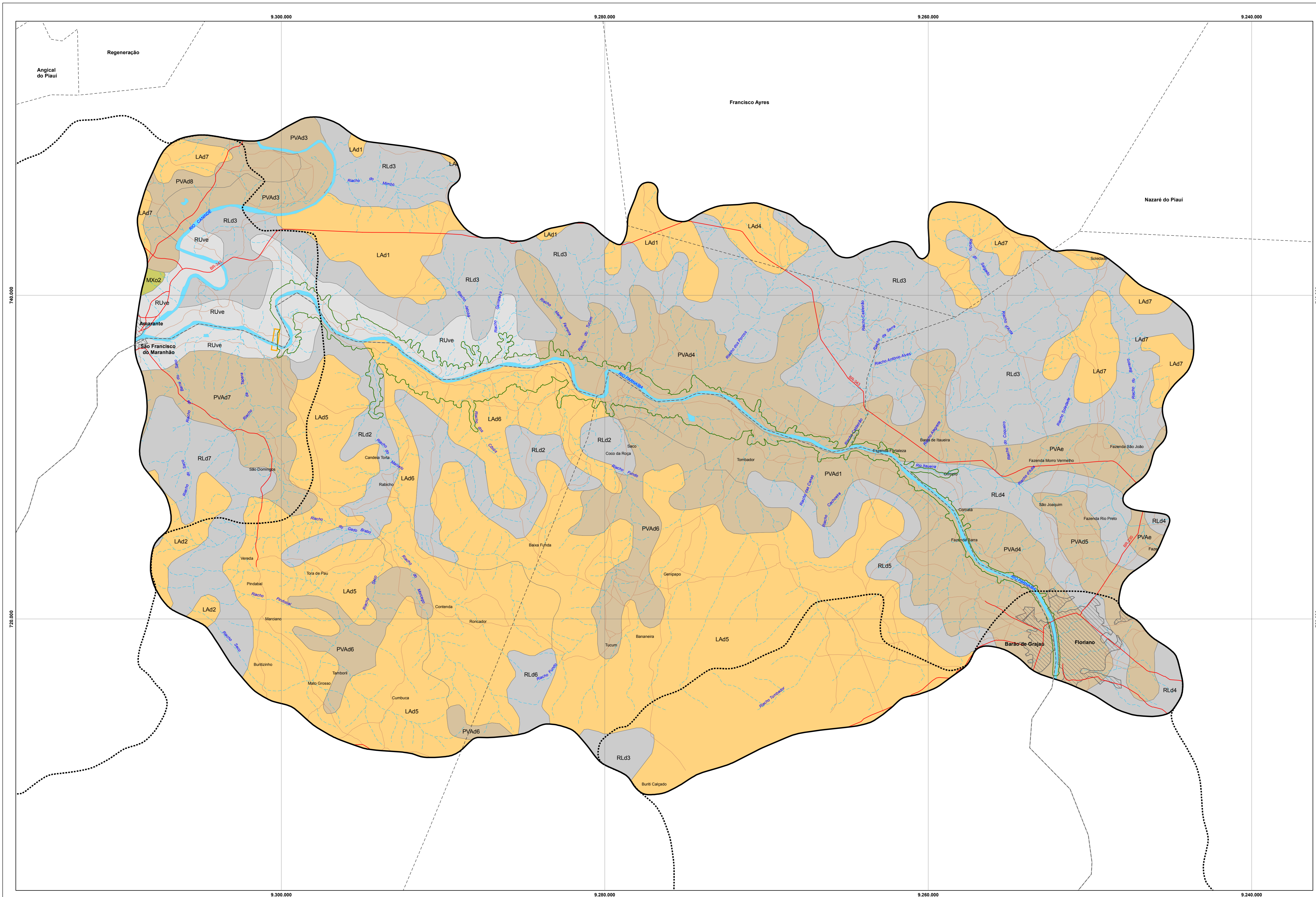


## **Anexo III**

# **Mapa Pedológico**

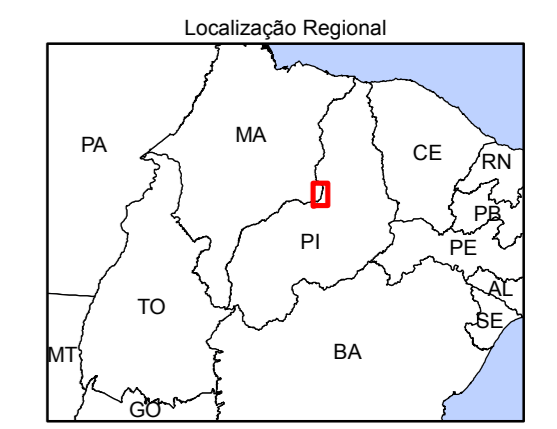
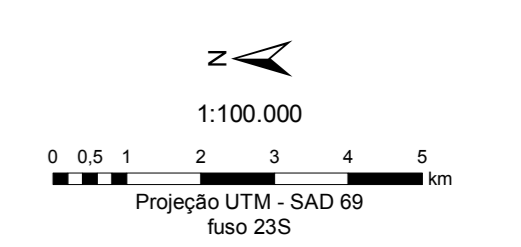
## **AHE Estreito**





- Pedologia**
- Latossolo Amarelo
  - Argissolo Vermelho-Amarelo
  - Chernossolo Háplico
  - Cambissolo Háplico
  - Neossolo Flúvico
  - Neossolo Litólico

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- Rio Perene
  - Rio Intermitente
  - Corpo d'Água
  - Barramento
- Localidades**
- Área Urbana
- Sistema Viário**
- Via Pavimentada
  - Via não Pavimentada
- Limites**
- Limite Municipal
  - Limite Estadual
  - Área de Influência Direta - Estreito
  - Área de Influência Indireta - Cachoeira
  - Área de Influência Indireta - Castelhanos
  - Área de Influência Indireta - Estreito



Fonte:  
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pelas imagens Landsat, órbita ponto, 2 19-054 de 02/08/2008 e 22 19-065 de 01/07/2008  
 - Pedologia: Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solo do Estado do Piauí e do Estado do Maranhão. EMBRAPA, 1988





**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ***IMP**

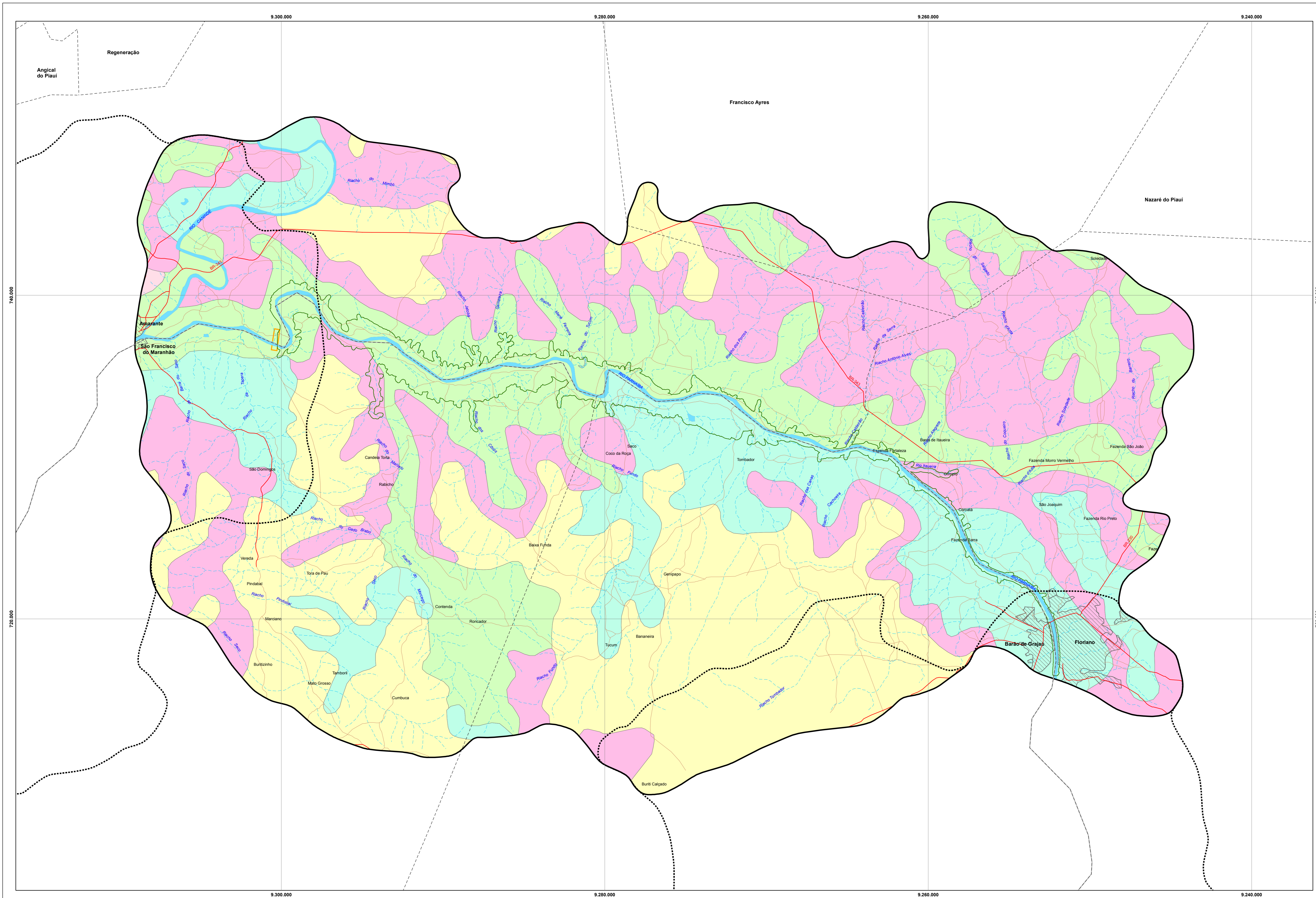


## **Anexo IV**

# **Mapa Aptidão Agrícola**

# **AHE Estreito**

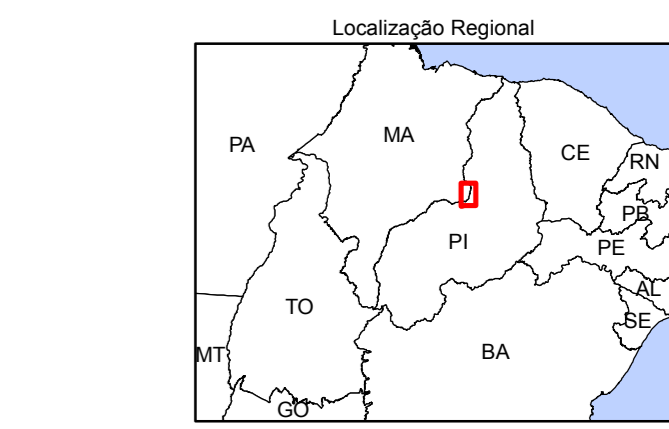
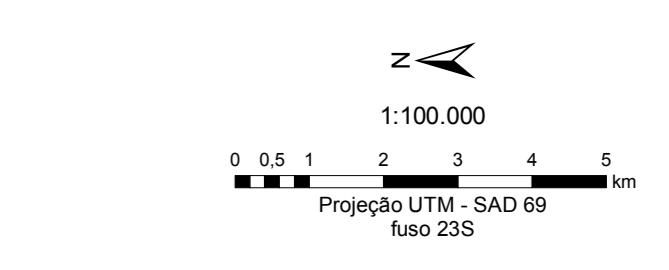




- 2(a)bc** Aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo B e C e restrita no nível A  
Compreende as terras onde predominam os Latossolos Amarelos Distróficos típicos textura média e argilosa relevo plano e suave ondulado. Suas principais limitações ao uso agrícola, dizem respeito à moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica e a reduzida fertilidade natural. Entretanto, como consequência da sua profundidade efetiva e das características físicas favoráveis destes solos, as áreas onde os mesmos são dominantes apresentam potencial de uso para culturas de ciclo longo principalmente frutíferas, bem como, culturas de subsistência como mandioca, milho e feijão
- 3(abc)** Aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo A, B ou C  
Compreende terras onde predominam os Latossolos Amarelos Distróficos, os Argissolos Vermelho - Amarelos Distróficos e Eutróficos relevo plano e suave ondulado, e os Neossolos Flúvicos Ta e Tb Eutróficos típicos relevo plano. Suas principais limitações ao uso agrícola, dizem respeito à moderada deficiência de água, provocada pela má distribuição pluviométrica, a reduzida fertilidade natural (Latosolos), a moderada suscetibilidade à erosão (Argissolos), e/ou a ocorrência de problemas com a drenagem natural (Neossolos Flúvicos). Apesar disso, nas áreas com ocorrência de terras desta classe, verifica-se um razoável potencial de uso para culturas de ciclo curto e algumas de ciclo longo
- 4(p)** Aptidão restrita para pastagem plantada  
Compreende terras onde predominam os Argissolos Vermelho - Amarelos Distróficos e Eutróficos plínticos textura arenosa e média/mediana e argilosa, associados ou não aos Neossolos Litólicos Eutróficos típicos. As principais limitações desta classe, dizem respeito à presença de características indicativas de problemas de permeabilidade (caráter plíntico), associadas à pequena profundidade efetiva, gradiente textural elevado e/ou declividade acentuada, sendo que estas condições desfavoráveis influenciam negativamente na sua suscetibilidade aos processos erosivos. Eventualmente, as terras enquadradas nesta classe de aptidão podem ser utilizadas no cultivo de culturas de subsistência, muito embora, com elevado risco em função das limitações acima citadas, sendo a formação de pastagens com gramíneas uma alternativa viável
- 5(n)** Aptidão restrita para pastagem natural  
Esta classe compreende terras onde dominam os Chernossolos Háplicos Órticos vérticos, os Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos lépticos, e os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, associados ou não aos Neossolos Litólicos. Suas principais limitações dizem respeito à reduzida capacidade de retenção de umidade (Neossolos Quartzarênicos) ou baixa permeabilidade (Chernossolos Háplicos), agravada pela pequena espessura dos Neossolos Litólicos (menos de 50cm), e pela presença de pedregosidade e rochacidade em algumas áreas, que se reflete em uma elevada suscetibilidade à erosão. Apesar disso, considera-se como viável o uso de parte destas áreas com pastagem natural, incluindo gramíneas espontâneas e outras forrageiras nativas
- 6** Inapta para uso agrícola (preservação da flora e fauna)  
Esta classe, inapta para uso agrícola, compreende terras onde dominam os Argissolos Vermelho - Amarelos Distróficos e Eutróficos Órticos vérticos relevo suave ondulado e ondulado, e os Neossolos Litólicos Distróficos e Eutróficos típicos relevo suave ondulado a montanhoso. Suas principais limitações dizem respeito ao relevo acidentado, agravado pela pequena profundidade efetiva de alguns solos, o que resulta em uma elevada suscetibilidade à erosão. Em face do exposto, estas terras foram consideradas inaptas para uso agrícola, recomendando-se que as mesmas sejam destinadas apenas para preservação da flora e fauna

**Convenções Cartográficas**

- Hidrografia**  
 - Rio Perene  
 - Rio Intermitente  
 - Corpo d'Água
- Localidades**  
 - Área Urbana
- Sistema Viário**  
 - Via Pavimentada  
 - Via não Pavimentada
- Limites**  
 - Limite Municipal  
 - Limite Estadual  
 - Área de Influência Direta - Estreito  
 - Área de Influência Indireta - Cachoeira  
 - Área de Influência Indireta - Castelhanos  
 - Área de Influência Indireta - Estreito



Fonte:  
 - Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pelas imagens Landsat, coordenadas: 21°19'04" de 00'00"Oeste e 22°19'05" de 01'07"Oeste  
 - Aptidão Agrícola: Ramalho Filho e Deek, 1995





**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ*IMP



## **Anexo V Mapa Erosão AHE Estreito**







## 5.10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS –ANA. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente, 123p. 2006
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS Estudo de Consolidação dos Procedimentos Metodológicos na Elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos / Relatório Final – RF / Estruturação da Base de Dados. Agência Nacional de Águas. Estudos realizados pela empresa TC/BR Tecnologia e Consultoria Brasileira S.A. – Brasília: ANA, SPR, 2005. 118p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: 2005a. 134p.;
- AGUIAR, G. A. bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de petróleo. Belém, Petrobrás. Rel. Interno. 1969.
- AGUIAR, G.A. de. Revisão Geológica da bacia Paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo. Anais... São Paulo: SBG., 1971, v.3, p. 113-122, 1971.
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. (Coords). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Ed. Edgar Blucher. p. 1-5. 1984
- AMORIM, M.C., ROSSATO. L., TOMASELLA. J. Determinação da evapotranspiração potencial do Brasil aplicado o modelo de Thorntwaite e um sistema de informação geográfica. 9pp.
- ANNELI, L.E.; ROCHA CAMPOS, A.C.; SIMÕES, M.G.. Pelecypodes from the Piauí formation (Middle pennsylvanian), Parnaíba basin, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário de Camboriú, Boletim..., SBG., Balneário de Camboriú, v.3, p. 223-224. 1994.
- ASSIS, J.F.P. Sobre uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Carbonífero da bacia do Maranhão. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 201. 1980.
- ASSIS, J.F.P. Uma fáunula de moluscos bivalves do Calcário Mocambo, Formação Piauí, Carbonífero Superior da bacia do Maranhão, município José de Freitas, estado do Piauí. 1v. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1979.
- ASSIS, J.F.P.; FERNANDES, A.C.S. A ocorrência de Bifungites Desio na formação Pimenteiras, Devoniano da bacia do Maranhão. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 52, n.2, p. 335-338. 1980.
- BEURLIN, K. Um novo gênero de conchostráceo da família Limnadiidae. Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas preliminares e Estudos. Rio de Janeiro, n. 83, p.1-7. 1954.

- BOURLON, N.; BERTHON, D. Modelagem de Dados Hidrogeológicos no Município de Picos, Piauí. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12. ABRH. Anais. Vitória/ES. p. 201-207. 1997.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.23 São Luís e parte da folha SA.24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v.3, p.il. (Levantamento de Recursos Naturais, 3). 1973. 224
- CALDAS, E.B.; MUSSA, D.; LIMA FILHO, F.P.; ROSLER, O. Nota sobre a ocorrência de uma floresta petrificada de idade permiana em Teresina Piauí. Boletim do Instituto de Geociências, São Paulo, Publicação Especial, n. 7, p. 69-87. 1989.
- CAMPANHA, V.A.; ROCHA CAMPOS, A.C. Alguns microfósseis da Formação Piauí (Neocarbonífero) da bacia do Parnaíba. Boletim do Instituto de Geociências, São Paulo, n.10, p. 57-67. 1979.
- CAMPBELL, D.F.; GOMES, F.A.; ALMEIDA, L.A.; SILVA, S. de O.. Estados do Maranhão e Piauí. In, BRASIL. Conselho Nacional do Petróleo, Relatório de 1948, Rio de Janeiro, p. 72-74, 16 fig., mapa. 1949.
- CAPUTO, H.P. Mecânica dos solos e suas aplicações. Sexta edição, 1988. CAPUTO, M.V.; LIMA, E.C. Estratigrafia, idade e correlação do grupo Serra Grande, bacia do Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro, Anais..., Rio de Janeiro: SBG, 1984, v. 2, p. 740-753. 1984.
- CAROZZI, A.V.; FALKENHEIN, F.V.H.; CARNEIRO, R.G., ESTEVES, F.R.;
- CASTELO BRANCO, R.M.G.; COIMBRA, A.M. Contribuição ao conhecimento tectomagmático da borda sul da bacia do Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro. Boletim...Rio de Janeiro, SBG. v.2. p.84. 1984. CNEC. Estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia do Rio Parnaíba. 2002.
- CHESF. Companhia de Hidroeletricidade do rio São Francisco. Inventário hidrelétrico da bacia do rio Parnaíba – Relatório Condensado. Brasília: 2003. 50p.;
- CNEC Estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia do Rio Parnaíba. Atualização. 2006
- CNEC. Estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia do Rio Parnaíba. 2002.
- COIMBRA, A. M. Estudo Sedimentológico e Geoquímico do Permo-Triássico da bacia do Maranhão. Instituto de Geociências, USP, São Paulo. Tese de Doutorado (2V), 259p. 1983.
- CONTREIRAS, C.J.A.. Análise ambiental e evolução tectônica sinsedimentar da seção siluro-eocarbonífera da bacia do Maranhão. Série Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração do Petróleo, Rio de Janeiro, n. 7, 48p. 1975.
- CORDANI, U.G.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F.M.B. Estudo preliminar de Integração do Pré-Cambriano com os eventos



- tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Ciência, Técnica, Petróleo, Seção Exploração do Petróleo, v.15, p.20-27. 1984.
- COSTA E SILVA. Et al. Critérios para a caracterização geotécnica de maciços rochosos para obras subterrâneas. Congresso de Engenheiros, Ordem dos Engenheiros, Vidago em 2001.
- CPRM. Mapa Geológico da bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.
- CRUZ, W.B.; ABOARRAGE, A.M.; SANTOS, M.E.C.M. 1973b. Projeto carvão da bacia do Paraíba. Relatório de Progresso, Etapas II e III, DNPM/CPRM, Recife, 2 v.
- CRUZ, W.B.; FRANÇA, H.P.M. Água Subterrânea Sob Condições Artesianas na Área de Picos-Piauí. Recife/PE. SUDENE. 79 p. 1967.
- CRUZ, W.B.; LIMA, E.A.M.; LEITE, J.F.; QUINHO, J.S.; ANGELIM, L.A.A.; VALE, P.A.B.R. 1973a. Projeto carvão da bacia do Parnaíba. Relatório Final da 1 Etapa. DNPM/CPRM, Recife, 3 v.
- CUNHA, F.M.B. da. 1986. Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico. 107 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 225
- CUNHA, F.M.B.da; CARNEIRO, R.G. 1972. Interpretação fotogeológica do centrooeste da bacia do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, 1972, Belém,. Anais..., São Paulo, SBG, 1972., v.3, p. 65-79.
- DARDENE, M. A. Os recursos minerais do Cretáceo no Brasil. Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5. Resumos Expandidos. Serra Negra, 249-254. 1999.
- DELLA FÁVERA, J.C. 1990. Tempestitos da bacia do Parnaíba. Porto Alegre, 243p. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Endereço: <http://sigmine.dnmp.gov.br/>. 2009.
- DEQUECH, V. 1950. Trabalhos de pesquisa de carvão e água subterrânea no Piauí. Divisão do Fomento da Produção Mineral, Boletim..., Rio de Janeiro, n. 87, p. 43-59.
- DHME (2004). Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí. Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação - SEAAB-IR Depto. de Hidrometeorologia DHME. Teresina, 2004
- DNOCS/ATEPE, O Aquífero Cabeças no Vale do Gurguéia – Atualização dos Conhecimentos, Recife/PE. 1990.
- DNOCS/COTEP. 1976. Estudos de Viabilidade do Vale do Gurguéia. Teresina/PI. Volume I, Tomo I, Dados Básicos. Teresina/PI . 219p. 1973.
- DNOCS/OESA. Estudos de Reconhecimento do Vale do Gurguéia. Teresina/PI. 1979.

- DOLIANITI, E. 1972. Relações entre as floras paleozóicas do Brasil. Simp. Intern. Sist. Carb. Perm. Am. Sul. Anais da Academia Brasileira de Ciências., Rio de Janeiro, v. 44 (Supl.), p. 113-117.
- DUARTE, A. 1936. Fósseis da sondagem de Therezina, estado do Piauí. Serviço Geológico e Mineralógico, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-3.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 782 p. ilustr. 1986a.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 964 p. ilustr. 1986b.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos. Rio de Janeiro, 1995. 116p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Manual de Métodos de Análises de Solo. 2ª ed. rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p. il.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Critérios para Distinguição de Classes de Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento; Normas em Uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988b. 67p. (Documentos, 11).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. RJ. Definição e Notação de Horizontes e Camadas de Solo. 2ª ed. rev. Atual. Rio de Janeiro, 1988a, 54p. (Documentos, 3).
- FADURPE. 2006. Monitoramento limnológico e avaliação da qualidade da água do reservatório de Boa Esperança: 2º. Relatório anual – Janeiro a Dezembro/2005 e Relatório Bi-anual 2004-2005. Recife, Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional. 63p + anexos 149p.
- FARIA JUNIOR, L.E. do C.. O permotriássico na bacia do Maranhão: um modelo de paleodeserto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro, Anais..., Rio de Janeiro, SBG, v.2, p. 777-791. 1984
- FARIA JUNIOR, L.E. do C.; TRUCKENBRODT, W. Estratigrafia e petrografia da Formação Pedra de Fogo, Permiano da bacia do Maranhão. In, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Balneário de Camboriú, Anais..., Balneário de Camboriú, SBG, v.2, p. 740-754. 1980a.
- FARIA JUNIOR, L.E. do C.; TRUCKENBRODT, W. Estromatólitos na formação Pedra de Fogo, Permiano, bacia do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, Anais..., Balneário de Camboriú, SBG, v.5, p. 3.056-3.067. 1980b.

- FIGUEIREDO, M.F. de; RAJA GABAGLIA, G.P.. Sistema classificatório aplicado às bacias brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*, v.16, p.351-369. 1986.
- FREITAS, M. A. S. . A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. In: *Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses*, 2004, Puerto Iguazú. *Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses*. Puerto Iguazú : CACIER, 2004. v. 1. p. 1-1. 223
- GÓES, A.M. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da bacia do Parnaíba. 171 p. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1995.
- GÓES, A.M.O.; FEIJÓ J.F. bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 1, p.57-67. 1994.
- GÓES, A.M.O.; SOUZA, J.M.P.; TEIXEIRA, L.B. Estágio explorativo e perspectivas petrolíferas da bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.4, n. 1, p. 55-64. 1990.
- HIDROWEB. Base de dados hidrológicos. Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>> . Acesso em: setembro 2006;
- KEGEL, W. Pesquisa Sistemática da Água Subterrânea na bacia do Parnaíba (Piauí e Maranhão) e bacia do Apodi. *SUDENE*, Recife/Pe. 12 p. 1961.
- KEGEL, W. Sobre a Formação Piauí (Carbonífero Superior) no Araguaia. *Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos* Rio de Janeiro, n. 56, p. 1-8. 1952.
- KEGEL, W. Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas. *Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim*, Rio de Janeiro, n. 135, p. 1-38. 1951.
- KEGEL, W.; COSTA, M.T. Espécies neopaleozóicas do Brasil, da família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas. *Divisão de Geologia e Mineralogia., Boletim...*, Rio de Janeiro, n 137, p. 1-48. 1951.
- LEITE, J.F.; ABOARRAGE, A.M.; DAEMON, R.F. Projeto Carvão da bacia do Parnaíba. *Relatório Final das Etapas II e III, DNPM/CPRM*, Recife, 5v. 1975.
- LEMOS, R.C. de & SANTOS, R.D. dos. *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo* 3ª ed. Campinas. SBCE/CNPS, 1996, 45p.
- LEONARDI, G. *Annotated atlas of South America tetrapod footprints (Devonian to Holocene)*. CPRM, Brasília, 284p. 1994.
- LEONARDI, G. *Ornithischian trackways of the Corda Formation (Jurassic) Goiás, Brazil*. In: *CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA*, 2, 1978, Buenos Aires, *Actas...*, Buenos Aires. v. 1, p. 215-222. 1980.

- LEPRUN, J. C. Manejo e Conservação de Solos do Nordeste. Recife, SUDENE-DRN, 1986. 271p.
- LIMA FILHO, F.P. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Piauí (Pensilvaniano) da bacia do Parnaíba. Geodiversitas - USP, Ser. Cientif., n 23, p. 127. 1992.
- LIMA FILHO, F.P.; CALDAS, E.B. Nota sobre a ocorrência de pseudofósseis na Formação Pimenteira, bacia do Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, 1987, Rio de Janeiro, Anais..., Rio de Janeiro, v.2, p. 975-981. 1987.
- LIMA FILHO, F.P.; ROCHA CAMPOS, A.C. Formação Piauí um modelo de ambiente desértico e evaporítico. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 324. 1993.
- LIMA, C. A. G. ; CABRAL, T. . Relação Potencialidades, Disponibilidades e Demandas para a bacia do Alto Piranhas. In: Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, 1998, Gramado. Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, 1998.
- LIMA, E. de A.M.; LEITE, J.F. Projeto estudo global dos recursos Minerais da bacia sedimentar do Parnaíba. Integração geológico-metalogenética. Relatório Final, Etapa III, Recife. DNPM-CPRM, 16 v. 1978.
- MEDEIROS, R. MAINAR, CAVALCANTI, E.P. e AZEVEDO, P.V. Variação anual da umidade relativa do ar para o Nordeste do Brasil. Anais do VI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Alagoas-Maceio. 383-390 pp. 1989. 222
- MEDEIROS, R. MAINAR, NETO, F.R.R. Perfil médio anual da umidade relativa do ar para algumas estações climatológicas do Estado do Piauí. Boletim Hidroclimapi. V.2. N.8. anexo: 31-46, 1992.
- MEDEIROS, R. MAINAR, PINHEIRO, J.U. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Marther para alguns municípios do Estado do Piauí. Boletim Hidroclimapi. V.3, N. 21. Anexo III. jun. 1993.
- MEDEIROS, R. MAINAR. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. Fev. 2000. 138 pp.
- MEDEIROS, R. MAINAR. Isoietas médias anuais do Estado do Piauí. 1996. 25 pp.
- MEDEIROS, R. MAINAR. Nova versão das isoietas médias anuais do Estado do Piauí. Out. 2000. 35 pp.
- MEDEIROS, R. MAINAR. Séries pluviométricas do Estado do Piauí. 1999. 152 p
- MEDEIROS, R. MAINAR, CAVALCANTI, E.P. Comportamento médio anual da temperatura para alguns municípios do Estado do Piauí. Boletim Hidroclimapi. V.3 N. 23. E-T pp. Ago. 1993.

- MESNER, J.C.; WOOLDRIDGE, L.C. Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous Coastal Basins, Northern Brazil. Bulletin of the American Association Petroleum Geologists, Tulsa, v. 48, n. 9, p. 1.475-1.512. 1964.
- MIALL, A.D. Principles of sedimentary basin analysis. Springer-Verlag, New York, 490 p. 1984.
- PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C Evapo(transpi)ração. Piracicaba. FEALQ. 1997. 182pp.
- PLUMMER, F.B.; PRICE, L.I.; GOMES, F.A. Estados do Maranhão e Piauí. In: BRASIL, Conselho Nacional do Petróleo, Relatório de 1946. Rio de Janeiro, p. 87-134. 1948.
- PNRH. Estudos Regionais Caderno Regional- Região Hidrográfica do Parnaíba Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente 198p 2005.
- PROJETEC/ENGEORPS/TECHNE (2006). Atlas de Obras Hídricas do Nordeste - Consorcio Projetec/Engecorps/Techne . Agencia Nacional de Água (2006).
- PROJETO RADAM BRASIL. Mapa Geológico Folhas Sc 23/24 Rio São Francisco/Aracaju. MME/DNPM. 1981.
- RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. Centro Nacional de Pesquisa de Solo-Embrapa, Rio de Janeiro, 1995. 65p
- REBOUCAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estud. av., Jan./Apr. 1997, vol.11, no.29, p.127-154.
- SANTOS, M.E.C.M E CARVALHO, M.S.S. Paleontologia das bacias do Parnaíba, São Luís e Grajaú: Reconstituições Paleobiológicas, 2004.
- SANTOS, M.E.C.M. Províncias biogeográficas e variação do nível do mar- Neopaleozóico da bacia do Parnaíba. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário de Camboriú, Boletim..., SBG., v. 3, p. 224-226. 1994.
- SEMAR/ANA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí/Agência Nacional de Água. Atlas do abastecimento de água do estado do Piauí – Abastecimento de sedes municipais com menos de 5.000 habitantes. Resumo Executivo. Teresina: 2005. 38p.;
- SMALL, H.L. Geologia e suprimento d'água subterranea no Piauhy e parte do Ceará. Brasil, Insp. Obr. Contra Seccas, Rio de Janeiro, ser. I, D, 32, 146 p. 1914.
- SRTM-NASA. Imageamento do nordeste do Brasil. [www2.jpl.nasa.gov/srtm](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm). 2005.
- SUDENE. Estudo Hidrogeológico da Região de São João do Piauí. Dep. de Recursos Naturais – Div. de Hidrogeologia. Recife/PE. 1966. 228
- SUDENE. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha 13, Teresina. Série Hidrogeologia nº 57, Recife/PE. 1978.



SUDENE. Levantamento Básico dos Recursos Naturais da bacia do Rio Parnaíba nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará: Inventário dos Recursos Naturais. Recife/PE. Parte 1, 12v, 507p. 1975.

THORNTON, C.W. & MATHER, J.R. The water balance climatology. Caterton. New Jersey, 8(1). 1-104 pp. 1955.

THORNTON, C.W. Na approach TOWARD A RATIONAL CLASSIFICATION OF CLIMATE. The Geogr. Ver. 38(1). 1948.

## 6. Área de Influência Indireta (AI) do Meio Biótico.

## 6. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII DO MEIO BIÓTICO

### 6.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES

#### 6.1.1. Introdução

A Área de Influência Indireta do AHE Estreito situa-se em uma região de contato entre as 3 maiores Províncias Fitogeográficas brasileiras: Amazônia, Cerrado e Caatinga. Cada Província é caracterizada principalmente por condições climáticas específicas, sendo que na Amazônia há maior pluviosidade anual e ausência de uma estação seca pronunciada, o que associado às altas temperaturas ao longo de todo o ano, permite a existência de uma vegetação exuberante, de grande porte e sem deciduidade marcante. Na Caatinga, por outro lado, as temperaturas elevadas, em consonância com uma seca pronunciada e com baixos índices pluviométricos, determinam a ocupação da área por uma vegetação adaptada às condições adversas do clima. Essa vegetação é marcada por indivíduos de porte baixo, que ocorrem de modo adensado e perfilhado, muitas vezes com espinhos. De modo geral, na Província do Cerrado, apesar da marcante estacionalidade climática, as temperaturas anuais médias são relativamente mais baixas e a pluviosidade anual é mais elevada que a da Caatinga. No Cerrado, a ocorrência de duas estações bem definidas associada à acidez dos solos e sua baixa concentração de nutrientes, determina a ocorrência de uma vegetação peculiar, marcada por arvoretas retorcidas, com súber espesso e folhas grossas, que protegem do fogo e acumulam nutrientes. As variações ambientais e vegetacionais também são acompanhadas de variações na composição faunística, que além da questão geográfica, pode ser altamente relacionada com as variações temporais de clima e de recursos alimentares.

Em função da grande extensão territorial ocupada por cada Província e de suas variações locais e regionais de condições climáticas, geológicas e fisiográficas, a vegetação apresenta-se em diferentes fisionomias, com composição florística e estrutura variáveis, que se misturam em curtas distâncias. Além disso, o contato entre a vegetação das diferentes Províncias resulta na existência de áreas ecotonais.

O presente capítulo trata da caracterização dos ecossistemas terrestres, da flora e da fauna vertebrada da Área de Influência Indireta do AHE Estreito. Ressalta-se que, em função de sua localização numa região de contato entre os três Biomas (Amazônia, Caatinga e Cerrado), a área detém uma grande variedade de ecossistemas e de formações de transição, que condicionam os aspectos florísticos e faunísticos aqui apresentados.

#### 6.1.2. Procedimentos Metodológicos

##### 6.1.2.1. Metodologia Geral

A metodologia adotada para o estudo dos ecossistemas terrestres da referida AII está apresentada no Volume II, Tomo I, item 1.2 do Capítulo 1 - Procedimentos Metodológicos.

#### 6.1.3. Mapeamento, Caracterização e Análise do Uso das Terras e da Cobertura Vegetal

O Mapa de Vegetação/Uso do Solo - **Anexo VI** para a AHE Estreito foi elaborado a partir da foteointerpretação analógica de imagens de satélite Landsat 5, datadas de julho e agosto de 2008. O conhecimento das equipes e dos pontos levantados em campo pelos zoólogos,

botânicos, ecólogos e outros profissionais do meio biótico que realizaram os levantamentos de fauna e flora terrestre serviu de subsídio importante para aprimorar a qualidade da informação do mapeamento. As categorias da legenda relativas ao tema vegetação foram baseadas na classificação do IBGE (Veloso, 1991) e relacionadas, para as formações savânicas ou de cerrado, às de Coutinho (1978). As categorias de uso com suas respectivas áreas estão apresentadas na **Tabela 6.1.3-1**.

**Tabela 6.1.3-1** Quantificação das unidades de mapeamento de uso do solo nas Áreas de Influência Direta e Indireta do AHE Estreito.

Uso	Área (km <sup>2</sup> )		All e AID	%
	All	AID		
Formações Ripárias	137,84	2,60	140,44	1,89%
Savana Arborizada/Cerrado strictu sensu	683,55	2,87	686,42	0,42%
Savana Florestada/Cerradão	379,02	4,39	383,41	1,16%
Transição Cerrado/Caatinga	440,22	6,75	446,97	1,53%
Transição Cerradão/Caatinga	157,84	0,45	158,29	0,29%
Usos Agropecuários Diversos	149,13	39,01	188,14	26,16%
Várzea	0,15	0,15	0,3	100,00%
Água	20,11	12,29	32,4	61,11%
Área Urbana	21,24	0,03	21,27	0,14%
<b>TOTAL</b>	<b>1.989,10</b>	<b>68,54</b>	<b>2.057,64</b>	<b>3,45%</b>

## 6.1.4. Vegetação

### 6.1.4.1. Métodos

O método utilizado para caracterização do tema relativo à vegetação no contexto da All, tem como princípio reunir o maior esforço possível no tempo disponível, buscando um grande número de parâmetros de qualidade da vegetação, por meio da detecção de espécies indicadoras, análise de estrutura de habitat e de processos ecológicos.

Para tanto, as áreas amostrais (Estações) foram sistematicamente visitadas durante as campanhas de campo, sendo adicionadas novas Estações à amostra sempre que necessário. Dessa forma, a flora típica da All foi caracterizada a partir de seus três atributos principais, distintos e complementares: fitofisionômicos, florísticos e fitossociológicos. Cabe ressaltar que para o AHE Estreito estas foram realizadas considerando sete sistemas (estações) de amostragem em cada uma das duas campanhas de campo, totalizando 14 levantamentos fitossociológicos: 7 em áreas de fisionomia savânica e 7 em áreas de fisionomia florestal.

#### 6.1.4.1.1. Fitofisionomia

Para o levantamento fitofisionômico, além das 9 estações agrupadas em formações savânicas e florestais (**Tabela 6.1.4-1**) previamente e aleatoriamente distribuídas, procurou-se também caracterizar o maior número de áreas possível localizados na All, e de preferência as mais representativas, ou seja, de maior área. Inicialmente percorreu-se toda a extensão da área de influência com o auxílio de imagens de satélite Lansat 5, datadas de 2008 e mapas das Áreas de Influência (All e AID) do AHE Estreito produzidos em 2009,

quando foram identificadas as principais fitofisionomias. Os parâmetros utilizados para a sua classificação o foram o predomínio de ervas, arbustos ou árvores, a presença e a continuidade de dossel e o grau de intervenção antrópica.

A identificação das formações vegetais foi baseada nas classificações e mapeamentos produzidos pelo IBGE (Projeto Radam Brasil, 1973; Veloso, 1991), procurando-se sempre utilizar esta última mais atualizada com referência principal.

Nas áreas visitadas em campo foram observadas espécies características (indicadoras) de cada uma das fisionomias, incluindo arbóreas, arbustivas e herbáceas. Algumas espécies não reconhecidas em campo foram coletadas e prensadas, sendo em seguida secas em estufa, para identificação feita posteriormente. Essa identificação foi realizada com base em bibliografia pertinente e consulta a materiais depositados no Herbário Maria Eneida P. Kauffmann Fidalgo, do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Foram utilizados também dados/resultados obtidos em estudos realizados na região, assim como a visualização à distância, a partir do sobrevôo com helicóptero.

#### 6.1.4.1.2. Florística

Com objetivo de complementar a listagem de espécies obtida pelo levantamento fitossociológico, foram realizadas também coletas de material botânico abrangendo espécies de todos os hábitos (ervas, epífitas, lianas, arbustos, árvores).

O levantamento florístico foi realizado nos mesmos pontos selecionados para a amostragem fitofisionômica (**Tabela 6.1.4-1**). Para tanto, foram feitas coletas aleatórias de plantas preferencialmente férteis (com flor ou fruto) e estéreis para complementação da listagem.

Foram coletadas espécies vasculares (fanerógamas e pteridófitas), contemplando ervas, lianas, epífitas, arbustos e árvores. As espécies foram encaminhadas para o Herbário Sérgio Tavares (HST), do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) e Herbário Maria Eneida P. Kauffmann Fidalgo, do Instituto de Botânica de São Paulo, SP, onde foram identificadas com o auxílio de especialistas, bibliografia especializada e consultas para comparação com exsicatas depositadas no herbário. Alguns materiais botânicos não puderam ser identificados até o nível de espécie devido à ausência de amostra fértil. A classificação adotada para as angiospermas foi a de Cronquist (1981).

As espécies florestais encontradas em campo foram comparadas com as espécies da flora que compõem as listas de espécies consideradas ameaçadas por legislação federal: (Instrução Normativa IBAMA N° 06 de 26/09/2008).

As duplicatas dos materiais coletados serão enviadas para o Herbário Dra. Graziela Barroso (TEPB), da Universidade Federal do Piauí.

Para a análise de similaridade florística foi montada uma matriz de presença e ausência, composta somente por espécies identificadas, utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard e a Média de Grupo (UPGMA) como método de ligação. A análise foi feita no software SPSS for Windows 10.0 (SPSS, 2000). A definição dos valores máximos de similaridade foi feita utilizando-se o software RANDMAT 1.0. Foram utilizadas 1.000 replicações ( $\alpha=1\%$ ) para os dados referentes às diferentes estações nas Áreas de Influência Direta e Indireta e as fisionomias Savana e Floresta.



#### 6.1.4.1.3. Fitossociologia

Como a área analisada apresentava diferentes fisionomias, as metodologias complementares foram aplicadas respeitando-se essas diferentes formações vegetacionais, ou seja, as unidades amostrais foram subdivididas em dois blocos segundo a fisionomia da vegetação, a saber: Área de Influência Indireta (AII) com fitofisionomia Savânica e com fitofisionomia Florestal. Em cada fitofisionomia foram alocadas três e quatro estações, respectivamente. Tendo em mente abranger uma maior riqueza de espécies, a amostragem de cada tipo fisionômico se deu em dois momentos temporais, chamado de Campanhas, totalizando, portanto, oito estações por fitofisionomia. Contudo, essa distinção foi meramente metodológica e não foi considerada nos resultados, analisando-se o material em seu conjunto por fitofisionomia e área de influência. O desenho amostral da Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento de Estreito está sumarizado na Tabela 6.1.4 - 1.

**Tabela 6.1.4-1.** Total de estações, campanhas, pontos quadrantes e indivíduos amostrados por fitofisionomia durante a amostragem da vegetação presente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento de Estreito.

	Total de estações	Campanhas	Estações	Total de pontos	Total de indivíduos amostrados
All - Savana	3	2	3, 26, 35	120	480
All - Floresta	4	2	8,20,24,42	160	640

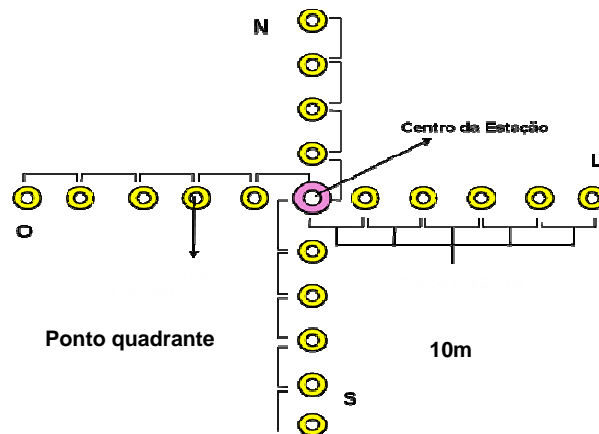
As áreas selecionadas foram amostradas através do método pontos quadrantes (Curtis e Macintosh, 1950; Müller-Dombois e Ellenberg, 1974; Martins 1991), instalados a partir de um desenho amostral aleatório. A amostragem estratificada aleatória compreendeu duas colunas com cem pontos cada uma, em um intervalo de 0 a 1, e geradas através da função randômica do programa Excell. Outras duas colunas foram criadas multiplicando-se os pontos aleatórios proporcionalmente a largura e altura da imagem de satélite (ALOS, 2007), para se criar um 'grid' ajustado ao tamanho do mapa. Considerando o mapa como um plano cartesiano, onde as medidas de largura são a abscissa (eixo x) e as de altura a ordenada (eixo y), esses pontos foram plotados.

Todos os pontos de amostragem onde foram implantadas as estações estão apresentados na **Figura 6.1.4-1 "Pontos de Amostragem de Vegetação"** para Área de Influência Direta e Indireta do AHE Catelhana.

Para o levantamento fitossociológico, uma equipe de campo constituída de três integrantes efetuou a coleta de dados quantitativos e qualitativos na área correspondente ao empreendimento, durante o período de 03 a 19 de março de 2009, para a primeira campanha, e 10 a 24 de maio de 2009, para a segunda campanha.

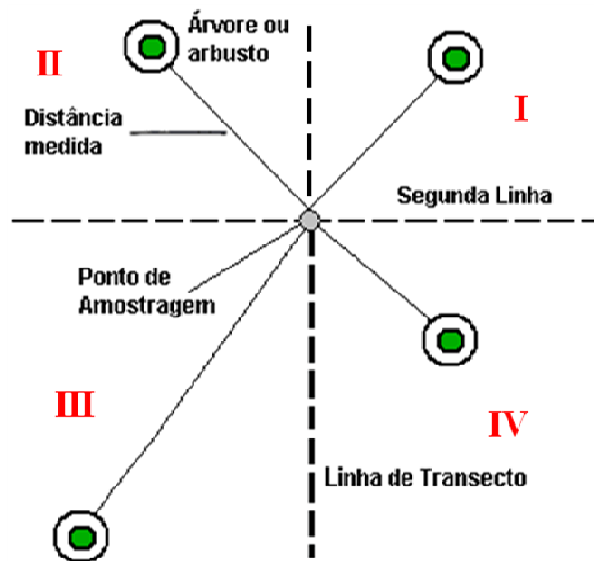
Em cada uma das Estações de amostragem foram distribuídos 20 pontos quadrantes tendo como referência o centro da estação. A alocação dos pontos amostrais foi feita a cada 10 m em dois transectos paralelos, sendo determinada, aleatoriamente, uma mesma direção e sentido para todos os pontos de todas as Estações (**Figura 6.1.4-1**). Cada ponto quadrante representa o centro por onde passam duas linhas imaginárias perpendiculares dividindo-o em quatro quadrantes (**Figura 6.1.4-2**). Essas foram demarcadas com o auxílio de uma cruzeta de madeira de um metro de comprimento.





**Figura 6.1.4-1.** Distribuição esquemática dos pontos quadrante nos blocos de amostragem (Estações) da vegetação existente na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Estreito. L = Leste; N = Norte; O = Oeste; S = Sul.

O critério de inclusão para o presente estudo dependeu da fitofisionomia a ser amostrada. No caso das formações florestais foram considerados, como universo amostral, todos os indivíduos arbóreos que tinham perímetro a altura do peito (PAP) maior ou igual a 15 centímetros. Para as fisionomias savânicas, os critérios de inclusão foram a altura mínima de 0,30 metros do solo, bem como perímetro maior ou igual a 5 centímetros.



**Figura 6.1.4-2.** Esquema da disposição espacial do método do ponto quadrante (Müller-Dombois e Ellenberg, 1974) utilizada para a amostragem da vegetação existente na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Estreito.

Para cada indivíduo amostrado foram coletadas as seguintes informações: número do quadrante; distância do indivíduo ao centro do ponto quadrante; circunferência, em centímetros; altura total do indivíduo, em metros; altura do fuste, em metros, e nome específico. Alguns indivíduos, em ambas as fitofisionomias, apresentaram perfilhamento acima da superfície do solo. Nestes casos, foram tomadas medidas de cada uma das ramificações, nos níveis de altura previamente estabelecidos.

A análise da organização da comunidade se deu através dos seguintes parâmetros fitossociológicos: Freqüência, Dominância e Densidade Absolutas e Relativas (Müller-Dombois e Ellenberg, 1974), Valor de Importância e Volume de madeira disponível. Adicionalmente, foram analisadas a estrutura diamétrica e vertical da comunidade, sendo elaborados histogramas de classes de diâmetro e altura com intervalos fixos de 3 centímetros e 1 metro, respectivamente. Essas análises foram executadas pelo programa “Mata Nativa, versão 2.0”. Todos os gráficos apresentados foram concebidos utilizando o programa “GraphPrism, versão 5.0”.

As análises de diversidade e riqueza de espécies também foram feitas pelo programa “Mata Nativa, versão 2.0”. Os índices utilizados para descrever a comunidade quanto a sua diversidade e equitabilidade foram: Índice de diversidade de Shannon-Wiener, Diversidade Máxima, Índice de Dominância de Simpson, Equabilidade de Pielou e Coeficiente de Mistura de Jentsch.

Para avaliar se o esforço amostral foi suficiente para estimar os parâmetros avaliados no presente estudo, foi elaborada uma curva cumulativa de espécies em função do número de unidades amostrais (curva do coletor) para cada fitofisionomia.

#### 6.1.4.1.4. Declividade

O cálculo da declividade tomou como fonte de informações topográficas as cartas mapeamento sistemático nacional da Divisão de Serviços Geográficos do Exército (DSG). Esse mapeamento constitui a melhor base topográfica disponível para a região, fornecendo dados homogêneos para os procedimentos adotados.

As cartas da DSG em escala original 1:100.000 foram digitalizadas e, com auxílio de um programa de cartografia, tiveram suas curvas de nível vetorizadas.

Considerando o número de pontos amostrais, foi adotada uma rotina metodológica para estimação da declividade de cada Estação. Essa rotina consta da criação de um modelo numérico de elevação, sobre o qual são distribuídos os valores de declive. As coordenadas das Estações foram projetadas sobre o mapa de declividade, permitindo assinar a declividade de cada Estação. Esse método é considerado tão simples quanto seguro, consideradas as restrições de escala.

#### 6.1.4.1.5. Análise Granulométrica do Solo

Uma amostra de solo na profundidade de 0 a 20 cm e área de 20 cm x 20 cm foi coletada no centro de cada Estação, para análise granulométrica e textural. As coletas foram individualizadas para cada estação de amostragem, embaladas em caixas de papelão e encaminhadas para a Agrolab – Análises Ambientais Ltda (Recife – PE). A análise granulométrica seguiu a metodologia indicada pela EMBRAPA (1997). A metodologia empregada para a análise textural foi a de Rajj e Zullo (1977).

Foram quantificadas as frações de areia grossa, areia fina, silte e argila. Com esses dados foi calculada a relação silte/argila e indicada a classificação textural de cada amostra de solo. Essas informações foram descritas em separado e utilizadas na caracterização das Estações de coleta.

#### 6.1.4.2. Fitofisionomia

A região da All é representada por um ecótono complexo onde a vegetação da Caatinga se contata com a do Cerrado e da Floresta Ombrófila Aberta de Babaçu, ocorrendo comunidades variadas, que se apresentam na paisagem formando um mosaico heterogêneo, onde uma fitofisionomia localiza-se muito próxima de outra, de tal forma que elementos de diferentes tipologias de vegetação se interrelacionam.

Há vários níveis de transição entre as maiores formações: Cerrado com elementos de Caatinga, Carrasco com proporção semelhante de elementos de Caatinga e Cerrado, Caatinga com elementos de Cerrado esparsos e Florestas Ombrófilas abertas secundárias de Babaçu com elementos de Caatinga e/ou Cerrado, além de áreas de Cerrado antropizadas com indivíduos de babaçu.

É notável, contudo, que as áreas de Cerrado são estabelecidas em setores sedimentares com solos arenosos, enquanto que a transição Cerrado-Caatinga tende a aparecer em solos rasos com setores afetados pelo afloramento de rochas diabásicas (Andrade-Lima, 1978).

Na região, é muito comum à ocorrência de babaçus (*Attalea speciosa*), onde a floresta úmida cede lugar à vegetação típica dos cerrados. Os babaçus são encontrados isolados ou formando agrupamentos (Babaçuais).

Observa-se que na área de estudo a vegetação presente nas margens dos rios pode se apresentar tal qual a fitofisionomia dominante (Cerrado, Cerradão, Transição Cerrado/Caatinga), no caso de rios encaixados; ou com espécies adaptadas às condições de alagamento (Matas Ciliares ou Aluviais), no caso de presença de planícies aluviais nas margens.

Utilizando como base para as descrições das fitofisionomias a classificação proposta pelo IBGE (Projeto Radam Brasil, 1973; Veloso *et al.*, 1991), foi possível se identificar as seguintes tipologias vegetais:

- **Vegetação Savânica** - Savana Arborizada (*Cerrado stricto sensu*), Transição Savana Arborizada-Savana Estépica Arbórea (Transição Cerrado/Caatinga Arbórea), Transição Savana Arborizada/Savana Estépica Arbustiva (Transição Cerrado/Caatinga Arbustiva);
- **Vegetação Florestal** - Savana Florestada (Cerradão), Floresta Ombrófila Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual), Floresta Ombrófila Aberta Secundária com Babaçu Aluvial (Mata Ciliar).

A seguir são apresentadas as fitofisionomias presentes nas estações (pontos) de amostragem da All (**Tabela 6.1.4-2**) e as suas respectivas descrições.



**Tabela 6.1.4-2.** Estações de amostragem de vegetação analisadas na AII relativas ao AHE Estreito com seu respectivo número, tipo, fitofisionomia e coordenadas UTM.

Estação	Tipo	Fitofisionomia	Coordenadas E	Coordenadas N
3	SAVANA	Savana Arborizada ( <b>Cerrado stricto sensu</b> )	733911	9258207
8	FLORESTA	Savana Florestada ( <b>Cerradão</b> )	749111	9304859
24	FLORESTA	Savana Florestada ( <b>Cerradão</b> )	726361	9297359
26	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbustiva ( <b>Transição Cerrado/ Caatinga</b> )	729909	9248205
35	SAVANA	Transição Savana Arborizada– Savana Estépica Arbustiva ( <b>Transição Cerrado/ Caatinga</b> )	735411	9297909
42	FLORESTA	Transição Savana Florestada– Caatinga arbórea( <b>Cerradão/ Caatinga</b> ) -	737514	9248707
20	FLORESTA	Savana Florestada alterada ( <b>Cerradão</b> )	734808	9259407
117	FLORESTA	Floresta Aberta Secundária com Babaçu ( <b>Babaçual</b> )	697696	9311092
134	SAVANA	Savana Arborizada ( <b>Cerrado stricto sensu</b> )	694693	9313048

▪ **Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)**

As áreas de Cerrado *stricto sensu* caracterizam-se pela presença de espécies de hábito arbustivo-arbóreo, de caules tortuosos, inclinados, com ramificações irregulares e com o estrato herbáceo-subarbustivo descontínuo. Trata-se de uma vegetação aberta que não forma dossel contínuo, com a maioria das árvores entre 3 e 8 m de altura e com alguns representantes maiores, atingindo de 14 a 20 m (*Tabebuia* spp, *Parkia platycephala*, *Annona cacans*, *Tachigali paniculata*, *Qualea parviflora*, *Caryocar coriaceum*). Apesar da fisionomia típica de Cerrado, é freqüente a ocorrência de elementos de Caatinga nessas áreas.

A flora das áreas de Cerrado da região apresenta as seguintes espécies em sua constituição: *Agonandra brasiliensis*, *Anacardium occidentale*, *Annona cacans*, *Annona crassiflora*, *Aspidosperma multiflorum*, *Astronium fraxinifolium*, *Bauhinia* spp, *Bowdichia virgilioides*, *Buchenavia tomentosa*, *Byrsonima* spp, *Caesalpinia bracteosa*, *Caryocar coriaceum*, *Casearia grandiflora*, *Combretum mellifluum*, *Connarus suberosus*, *Cordia toqueve*, *Curatella americana*, *Dimorphandra gardneriana*, *Emmotum nitens*, *Eugenia dysenterica*, *Hancornia speciosa*, *Harpalyce brasiliensis*, *Hymenaea* spp, *Luehea paniculata*, *Luetzelburgia auriculata*, *Machaerium acutifolium*, *Machaerium opacum*, *Martiodendron mediterraneum*, *Mouriri pusa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Parkia platycephala*, *Plathymentia reticulata*, *Pterodon abruptus*, *Pouteria* spp, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Salvertia convallariodora*, *Schefflera* sp., *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Spiranthera odoratissima*, *Tabebuia aurea*, *Tachigali paniculata*, *Tocoyena formosa*, *Vochysia gardneri*, incluído indivíduos de espécies de Caatinga, em menor proporção como: mandacaru (*Cereus jamacaru*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), cajá (*Spondias mombin*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), mangaba (*Hancornia speciosa*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), catinga de porco (*Martiodendron mediterraneum*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*).

Em alguns trechos mais alterados podem-se encontrar áreas de Cerrado *stricto sensu* com espécies de Caatinga e indivíduos de Babaçu.

#### ▪ Savana Florestada (Cerradão)

A fisionomia da área estabelecida como Cerradão (savana florestada) (**Foto 6.1.4-1**) possui aspecto xeromórfico, estrutura florestal e composição florística similar à do cerrado *stricto sensu*. Os solos, em sua maioria, são Latossolos profundos, bem drenados, com fertilidade média a baixa e ligeiramente ácidos. Em grande parte das áreas, tal fisionomia está em processo de descaracterização, restando poucos indivíduos remanescentes de grande porte. Estes chegam a atingir até 15 m de altura, entretanto não há formação de dossel bem definido, ocorrendo presença tanto de babaçu como de espécies de caatinga: mandacaru (*Cereus jamacaru*), pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), cajá (*Spondias mombin*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), mangaba (*Hancornia speciosa*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), catinga de porco (*Martiodendron mediterraneum*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

As espécies arbóreas mais freqüentes, de modo geral, também podem ser encontradas em outras formações florestais ou savânicas: *Alibertia edulis*, *Apeiba tibourbou*, *Aspidosperma* spp, *Attalea speciosa*, *Caesalpinia ferrea*, *Callisthene fasciculata*, *Cereus* sp, *Diospyros sericea*, *Ferdinandusa speciosa*, *Guazuma ulmifolia*, *Guettarda angelica*, *Hymenaea* spp, *Magonia pubescens*, *Psidium* spp, *Tabebuia* spp, *Trigynaea axilliflora*, *Vitex panchiniana*, *Vochysia gardneri*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Anacardium occidentale*, *Annona cacans*, *Annona crassiflora*, *Aspidosperma multiflorum*, *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgiliodes*, *Byrsonima* spp, *Caryocar coriaceum*, *Combretum mellifluum*, *Connarus suberosus*, *Curatella americana*, *Dimorphandra gardneriana*, *Diospyros sericea*, *Ferdinandusa speciosa*, *Hancornia speciosa*, *Luehea paniculata*, *Luetzelburgia auriculata*, *Machaerium acutifolium*, *Martiodendron mediterraneum*, *Mouriri pusa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Parkia platycephala*, *Plathymenia reticulata*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Salvertia convallariodora*, *Schefflera* sp, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Tachigali paniculata*.

#### ▪ Transição Savana Arborizada/Savana Estépica Arbórea (Transição Cerrado/Caatinga Arbórea)

Na vegetação de transição entre Cerrado e Caatinga Arbórea observa-se alta freqüência de *Combretum* sp., *Mimosa* sp. e *Bauhinia* sp, além de indivíduos de tingui-de-bola (*Magonia pubescens*), caroba (*Jacaranda* sp.), pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), marmeleiro (*Croton blanchetianus*), cansaço (*Cnidoculus urens*) mandacaru (*Cereus jamacaru*), piquiá (*Aspidosperma* sp.), angelim (*Andira* sp), ipê-amarelo (*Tabebuia* sp.) capitão-de-campo (*Callisthene fasciculata*), pau-terra-da-folha-miúda (*Qualea parviflora*), chicha (*Sterculia striata*), gameleira (*Ficus* sp.), *Erythroxylum* sp., catinga-de-porco (*Terminalia fagifolia*) e canela-de-velho (*Cenostigma* sp.). Esta tipologia ocorre sobre solo areno-argilo-pedregoso.

A vegetação presente nas margens dos rios pode se apresentar tal qual a fitofisionomia dominante, se encontrando na grande maioria das vezes bastante degradada.

#### ▪ Transição Savana Arborizada/Savana Estépica Arbustiva (Transição Cerrado/Caatinga Arbustiva)

A vegetação de transição entre Cerrado e Caatinga Arbustiva (**Foto 6.1.4-2**) caracteriza-se sobretudo pelo predomínio de estrato arbustivo combinando espécies de Caatinga com

elementos típicos de Cerrado. Na área de estudo, a transição Cerrado/Caatinga arbustiva apresenta-se antropizada em vários trechos, sendo caracterizada por grupos heterogêneos e esparsos de plantas espinhosas, como cactáceas e bromeliáceas terrícolas, em torno de espécies arbustivas.

Algumas espécies presentes são: mandacaru (*Cereus jamacaru*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), cajá (*Spondias moini*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), mangaba (*Hancornia speciosa*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), catinga-de-porco (*Martiodendron mediterraneum*).

Esta fitofisionomia pode ser encontrada nas margens dos rios, mas apresenta-se frequentemente de uma forma bastante alterada.

#### ▪ Floresta Ombrófila Aberta Secundária com Babaçu (Babaçual)

A denominação Floresta Aberta é empregada para denominar uma feição florestal composta de árvores mais espaçadas, situada entre a Amazônia e o espaço extra-amazônico (Projeto RADAM BRASIL, 1983).

O caráter aberto da floresta é, na região do empreendimento, estabelecido pela palmeira *Attalea speciosa*, conhecida localmente por babaçu (**Foto 6.1.4-3**), sendo também observadas nas vegetações remanescentes espécies como *Vochysia* sp., *Inga* sp., *Cedrela* sp. e canelas (*Nectandra* sp. e *Ocotea* sp.). Com a retirada da mata, esses ambientes têm dado lugar a uma vegetação secundária com palmeiras, pastagens e culturas cíclicas (IBGE, 1991).

Nesta formação, a fitomassa e o fitovolume (e por conseqüência o recobrimento) vão diminuindo gradativamente de densidade, advindo daí seu nome. Frequentemente caracterizam a transição entre o Cerrado e a Floresta Ombrófila Densa ([www.seplan.to.gov.br](http://www.seplan.to.gov.br)).

Em muitos trechos, o babaçu ocorre quase puro, com poucas palmeiras adultas envolvidas por incontáveis indivíduos jovens. O grande número de palmeiras por hectare dificulta a regeneração natural da floresta primitiva, agravada ainda mais pela capacidade que têm as palmeiras e os seus frutos de sobreviverem ao fogo empregado pelos agricultores no preparo dos campos agrícolas (Projeto Radam, 1973).

A Floresta Ombrófila Aberta Secundária Aluvial (Mata Ciliar) é encontrada acompanhando os rios e permitindo a manutenção, em seu interior, de uma alta umidade relativa durante o ano todo. As espécies mantêm-se sempre verdes e predominam árvores eretas, com 20 a 25 m de altura e adensamentos de palmeiras, como o babaçu (*Attalea speciosa*), o buriti (*Mauritia flexuosa*) e a carnaúba. A transição para outras fisionomias florestais nem sempre é evidente. Algumas espécies arbóreas frequentes são *Anadenanthera* spp, *Aspidosperma* spp, *Inga* spp, *Myracrodruon urundeuva*, *Tapirira guianensis*, *Tabebuia* spp.

#### 6.1.4.3. Florística

O levantamento florístico realizado revelou a presença de 51 famílias e 192 espécies (**Tabela 6.1.4-3**). Durante os trabalhos de campo foram realizadas coletas complementares de material botânico em indivíduos que não participaram da amostragem fitossociológica. Estas coletas adicionais permitiram ampliar a composição florística da área estudada.

Observa-se que para as espécies arbóreas a família Leguminosae apresentou maior número de espécies (47), seguida por Bignoniaceae, Combretaceae e Euphorbiaceae, com oito espécies cada uma.

As avaliações realizadas indicam que a área do empreendimento Estreito trata-se de uma área de transição constituída de mosaico de vegetação fortemente influenciado pela história de ocupação. São quase inexistentes remanescentes significativos da vegetação natural, observando-se amplas áreas com o predomínio de babaçu (*Attalea speciosa*), bastante antropizadas, combinadas com áreas de Caatinga e de Cerrado, geralmente de baixo porte e elevada densidade de indivíduos de pequenos diâmetros. Em toda a All predominam as áreas de pastagens e vegetação secundária, estabelecida após os desmatamentos (**Foto 6.1.4-4**).

Das árvores de grande porte na Área de Influência Indireta, é comum a ocorrência de “fava danta” (*Dimorphandra gardneriana*), embora pouco amostrada nas estações de coleta de fitossociologia, e de “faveira” (*Parkia platycephala*), que podem formar agrupamentos típicos ou ocorrerem isoladas. Também de grande porte, porém menos comum temos: o “tingui” (*Magonia pubescens*), o “piqui” (*Caryocar coriaceum*), o “barbatimão” (*Stryphnodendron coriaceum*) e, mais raramente, indivíduos de “bruto” (*Annona crassiflora*).

Entre as espécies arbóreas de menor porte com ampla distribuição são frequentes a “cagaita” (*Eugenia dysenterica*), o “pau-terra-da-folha-larga” (*Qualea grandiflora*), e o “pau-terra-da-folha-pequena” (*Qualea parviflora*), espécies simpátricas muito comuns na área.

Em toda área em estudo, no estrato arbóreo-arbustivo destacam-se os “muricis” (*Byrsonima* spp), gênero registrado de maior representação nos estudos de Zuany *et al.* (2007), para o cerrado *sensu stricto* de Brasília, os “paus-terra” *Vochysia* spp (árvores de médio à grande porte) e *Martiodendron mediterraneum*, geralmente ocorrendo indivíduos isolados. De ocorrência ocasional e ainda no estrato arbóreo, foram observados raros indivíduos de “chichá” (*Sterculia striata*), espécie não registrada na fitossociologia, certamente por sua raridade na florística local.

No estrato arbustivo, em toda All, observou-se as presenças dominantes do “mufumbo” (*Combretum leprosum*), do “grão de galo” (*Cordia rufescens*), da “farinha seca” (*Casearia grandiflora*) e do “genipapo brabo” (*Tocoyena formosa*). Apresentando ampla distribuição na área estudada, em geral com ocorrência ocasional e predominantemente indivíduos isolados, têm-se: *Callisthene microphylla*, *Zeyhera montana*, *Exellodendron cordatum* e *Bauhinia pulchella*, que também foi observada formando pequenas aglomerações. Com ocorrência ocasional, foi coletada uma espécie de *Moldenhawera*. Com uma distribuição aparentemente restrita ao município de Amarante, ocorrendo isoladamente ou formando pequenas aglomerações, foram observados indivíduos de *Syagrus* sp, não registrada nas Estações de fitossociologia, confirmando sua restritividade locacional.

Foi encontrada também uma espécie de porte arbustivo (*Rosenbergiodendron aff. densiflorum*), que se destacava na vegetação. *Rosenbergiodendron* é um gênero neotropical e suas espécies encontram-se distribuídas predominantemente na região amazônica, o que evidencia o caráter ecotonal da vegetação registrada neste empreendimento.

Áreas com lajedos foram observadas nos municípios de Amarante e Floriano, com sua flora característica de herbáceas como várias espécies de *Cuphea* spp, *Angelonia cornigera* e

*Mandevilla tenuifolia*, entre outras. Também foram encontrados lajedos com a presença de cactáceas, como *Opuntia* sp. e *Cereus* sp.

No estrato herbáceo, em geral formado predominantemente por plantas ruderais de ampla distribuição geográfica, o *Evolvulus nummularis* forma um verdadeiro tapete no solo, assim como a *Chamaesyce serpens*, espécie invasora muito comum na região. Indivíduos de *Pavonia cancellata* e *Stylosanthes capitata* também foram comumente observados.

Apesar da menor representatividade no ambiente, plantas volúveis se destacam na vegetação, como *Schubertia grandiflora* e *Mandevilla scabra*.

As “gameleiras” (*Ficus* spp), os “ingás” (*Inga vera*) e as “ingaranas” (*Lonchocarpus sericeus*) são as espécies arbóreas predominantes nas matas ciliares da área estudada, como também o “babaçu” (*Attalea speciosa*), que tem uma presença significativa.

Na região dos municípios de São Francisco do Maranhão e Barão de Grajaú, no Maranhão, o aspecto transicional da vegetação acentua-se, apresentando baixa densidade de indivíduos arbóreos e paisagem fortemente marcada pelo uso do fogo.

Das espécies amostradas neste estudo (ênfase em espécies arbóreas e arbustivas) uma está citada na listagem das espécies ameaçadas de extinção: a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). Além dela, ressalta-se que *Astronium fraxinifolium* está na lista como espécie enquadrada do critério de deficiência de dados (Instrução Normativa IBAMA N° 06 de 26/09/2008).



**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Estreito.**

Família	Nome científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i> sp	X	X	Herb.		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	X	Arv.	Cerrado/ Caatinga	Cajueiro
	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	X	X	Arv.	Cerrado	Gonçalo-alves
	<i>Myracrodum urundeuva</i> (Engl.) Fr. All.	X		Arv.	Cerrado/ Caatinga	Aroeira
	<i>Spondias mombim</i> L.	X	X	Arv.	Caatinga	Cajá
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	X	X	Arv.	Cerrado	Araticum
	<i>Annona</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Guatteria</i> sp		X	Arb.		
	<i>Oxandra reticulata</i> Maas		X	Arb.		
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	X	X	Arb.	Caatinga	Alemanda rosa
	<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) Blake		X	Arv.		
	<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.		X	Arv.		
	<i>Aspidosperma</i> sp	X	X	Arv.		
	<i>Himathanthus obovatus</i> Müll.Arg.	X	X	Arv.	Cerrado	Tiborna
	<i>Mandevilla scabra</i> (Roem. & Schult.) K.Schum.	X	X	Trep.		
Arecaceae	<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C.Mikan) Woodson	X	X	Herb.	Cerrado	
	<i>Attalea speciosa</i> Mart. Ex Spreng.	X	X	Arb.	Cerrado/ Caatinga/ Floresta Amazônica	Babaçu
	<i>Bactris</i> sp	X	X	Arv.		
	<i>Copernicia prunifera</i> (Miller.) H. E. Moore	X		Arv.	Caatinga	Carnaúba
	<i>Syagrus</i> sp	X	X	Arv.		

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (All) do AHE Estreito.**

Família	Nome científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Asclepiadaceae	<i>Matalea</i> sp	X	X	Trep.		
	<i>Petalostelma martianum</i> (Decne) E.Fourn.	X	X	Trep.		
	<i>Schubertia grandiflora</i> Mart. Ex Zucc.	X	X	Trep.	Cerrado	Cipó-leite
Asteraceae	<i>Mikania</i> sp		X	Trep.		
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma</i> cf. <i>scabriusculum</i> Mart.	X	X	Arb.		
	<i>Arrabidaea</i> sp	X	X	Trep.		
	<i>Cuspidaria argentea</i> (Wawra) Sandwith	X	X	Arb.	Cerrado	
	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	X	X	Arv.	Cerrado	Carobão
	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H.Gentry	X	X	Trep.	Caatinga	Pente-de-macaco
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex A.DC.) Standl.	X	X	Arv.		
	<i>Tabebuia</i> spp	X	X	Arv.		
Boraginaceae	<i>Zeyhera montana</i> Mart.		X	Arv.	Cerrado	Bolsa-de-pastor
	<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	X			Caatinga	
	<i>Cordia rufescens</i> A.DC.	X	X	Arb.	Caatinga	Grão-de-galo
	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	X	X	Herb.		
	<i>Euploca lagoensis</i> (Mill.) Diane & Hilger	X	X	Herb.	Caatinga	
	<i>Euploca parciflora</i> (Mart.) J.I.Melo & Semir	X	X	Herb.	Caatinga	Aguaragucinha
Cactaceae	<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	X	X	Herb.		
	<i>Cereus</i> sp	X	X	Arb.	Caatinga	
	<i>Opuntia</i> sp	X	X	Herb.		
Capparaceae	<i>Pereskia grandifolia</i> haw.	X	X	Arb.	Caatinga	
	<i>Cleome aculeta</i> L.	X	X	Arb.	Cerrado	Caçandê
Caryocalaceae	<i>Cleome spinosa</i> L.	X	X	Herb.	Cerrado/ Caatinga	Mussambê
	<i>Caryocar coriaceum</i> wittm.	X	X	Arv.	Cerrado	Piqui
Chrysobalanaceae	<i>Exellodendron cordatum</i> (Hook. F.) Prance	X		Arb.		

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AI) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Combretaceae	<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	X	X	Arb.	Cerrado/ Caatinga	Caatinga branca
	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	X	X	Arb.	Cerrado	Cipó de bugi
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	X	X	Arb.	Caatinga	Mofumbo
	<i>Combretum mellifluum</i> Eichler	X	X	Arb.	Cerrado	
	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	X		Arv.		
	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	X		Arv.		
	<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	X		Arv.		
	<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	X		Arb.		
	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> planch.	X	X	Arb.	Cerrado
<i>Rourea induta</i> planch.			X	Arb.		
Convolvulaceae	<i>Evolvulus cordatus</i> moric.	X	X	Herb.	Cerrado	
	<i>Evolvulus filipes</i> mart.	X	X	Herb.	Cerrado	
	<i>Evolvulus elegans</i> moric.	X	X	Herb.	Cerrado	
	<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.	X	X	Herb.	Cerrado	Muquim
	<i>Ipomoea</i> sp	X	X	Herb.		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp		X	Herb.		
Dilliniaceae	<i>Curatela americana</i> L.	X	X	Arv.	Cerrado	Lixeira
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman		X	Arb.		
	<i>Erythroxylum</i> ssp	X	X	Arb.		
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce serpens</i> (kunth) small		X	Herb.		
	<i>Chamaesyce</i> sp		X	Herb.		
	<i>Croton</i> ssp	X	X	Arb.		
	<i>Phyllanthus orbiculares</i> L.C.Rich.	X	X	Herb.	Caatinga	
	<i>Phyllanthus nitidulus</i> Müll.Arg.	X	X	Herb.	Caatinga	
	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl		X	Arb.	Caatinga	
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.		X	Arb.		
	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.		X	Arb.	Caatinga	

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (All) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Flacourtiaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.		X	Arb.		
	<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer		X	Arb.		
	<i>Casearia grandiflora</i> A.St.-Hil.	X	X	Arb.		
	<i>Casearia</i> sp	X	X	Arb.		
	Loranthaceae	<i>Psittacanthus</i> sp	X	X	Paras.	
Lythraceae	<i>Cuphea</i> spp	X	X	Herb		
Krameriaceae	<i>Krameria tomentosa</i> A.St.-Hil.		X	Subarb.		
Leguminosae Mimosoideae	<i>Albizia inopinata</i> (harms) g.p.lewis		X	Arv.	Cerrado/ Caatinga	
	<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.		X	Arb.	Caatinga	
	<i>Entada</i> cf.		X	Arv.		
	<i>Polystachya</i> (L.) DC		X	Arv.		
	<i>Inga vera</i> Willd.		X	Arv.		Ingá
	<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth.	X		Arb.	Jurema	Caatinga
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	X	X	Arb.	Sabiá	Caatinga
	<i>Mimosa pigra</i> L.			Arb.		
	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	X	X	Arv.	Cerrado	
	<i>Mimosa</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	X	X	Arv.	Cerrado	Faveira-de-bolota
	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow		X	Arv.		
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	X	X	Arv.	Cerrado	Vinhático
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	X	X	Arv.	Cerrado	Sete-cascas
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.		X	Arv.	Barabatimã o	Cerrado	

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Bauhinia brevipes vogel</i>	X		Arb.	Cerrado/ Caatinga	Mororó
	<i>Bauhinia dubia g.don</i>	X	X	Arb.	Cerrado/ Caatinga	Mororó- rasteiro
	<i>Bauhinia pentandra (Bong.) Vogel ex. Steud.</i>	X		Arb.	Cerrado	Unha-de- vaca
	<i>Bauhinia pulchella Benth.</i>		X	Arb.		
	<i>Bauhinia sp</i>	X	X	Arb.		
	<i>Caesalpinia bracteosa tul.</i>	X	X	Arb.	Caatinga	Catingueira
	<i>Caesalpinia ferrea mart ex tul.</i>	X	X	Arb.		Pau-ferro
	<i>Cenostigma gardnerianum l.</i>	X			Cerrado	Canela-de- velho
	<i>Cenostigma macrophyllum tul.</i>		X	Arv.		
	<i>Chamaecrista calycioides (DC. Ex Collad.) Greene</i>	X	X	Herb.		
	<i>Chamaecrista desvauxii (Collad) Killip</i>	X	X	Herb.	Caatinga/ Cerrado	
	<i>Copaifera martii Hayne</i>	X	X	Arv.	Caatinga/ Cerrado	
	<i>Dimorphandra gardneriana Tul.</i>	X	X	Arv.	Amazônia	Coração- de-nego
	<i>Hymenaea aurea lee &amp; langenheia</i>	X	X	Arv.	Cerrado	Jatobá
	<i>Hymenaea courbaril l.</i>	X	X	Arv.	Cerrado	Jatobá
	<i>Hymenaea martiana hayne</i>	X	X	Arv.	Cerrado	Jatobá
	<i>Martiodendron mediterraneum (mart. Ex benth.) Koeppen</i>	X	X	Arv.	Cerrado	Catinga-de- porco
	<i>Moldenhawera sp</i>	X	X	Arb.		
	<i>Senna occidentale (L.) Link.</i>	X	X	Subarb.	Cerrado	Taririquinha
	<i>Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin &amp; Barneby</i>	X	X	Subarb.	Caatinga	Fedegoso
<i>Tachigali paniculata Aubl.</i>	X	X	Arv.	Cerrado	Táxi-preto	

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.



**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Leguminosae Papilionoideae	<i>Andira</i> sp	X	X	Arv.		
	<i>Arachis</i> sp	X	X	Herb.		
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	Arv.	Cerrado	Sucupira amarela
	<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb..	X	X	Arb.	Cerrado	
	<i>Harpalice brasiliana</i> Benth.	X	X	Arb.	Cerrado	
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth	X	X	Arv.	Cerrado	
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> Ducke	X		Arv.	Caatinga	Pau-mocó
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	X		Arv.	Amazônia	Jacarandá
	<i>Machaerium aff. punctatum</i> (Poir.) Pers.	X		Arv.	Caatinga	Erva-de-bicho
	<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel			X	Herb.	
	<i>Stylosanthes</i> sp			X	Herb.	
	<i>Vatairea</i> sp	X	X	Arb.		
Malpighiaceae	<i>Albizia inopinata</i> (Harms) G.P.Lewis	X		Arv.		
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	X		Arv.		
	<i>Byrsonima vacciniifolia</i> A.Juss.	X	X	Arv.	Cerrado	Murici
	<i>Byrsonima aff. gardneriana</i> A.Juss.	X	X	Arb.	Cerrado	Murici
	<i>Byrsonima</i> ssp	X	X	Arb.		
	<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.	X				
	<i>Entada cf. polystachya</i> (L.) DC.	X				
	<i>Inga vera</i> Willd.	X				
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.		X	Herb.		
Meliaceae	<i>Guarea cf. guidonia</i> (L.) Sleumer		X	Arv.		
Moraceae	<i>Dorstenia pernambucana</i> Arruda	X	X	Herb	Caatinga	Arruda-do-mato
	<i>Ficus</i> spp	X	X	Arv.		

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Myrtaceae	<i>Campomanesia sp</i>	X	X	Arv.		
	<i>Eugenia dysenterica</i> A.DC.		X	Arb.	Cerrado	Cagaita
	<i>Eugenia sp</i>		X	Arb.		
	<i>Marcia sp</i>		X	Arb.		
	<i>Psidium spp</i>		X	Arb.		
Ochnaceae	<i>Ouratea blanchetiana</i> Engl.		X	Arb.		
Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i>	X	X	Herb.		
Opilaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers.		X	Herb.	Cerrado	Marupá
Oxalidaceae	<i>Oxalis ssp</i>		X	Herb.		
Poaceae	<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R.D.Webster.	X	X	Herb.	Cerrado	
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinnata</i> Mart.	X	X	Trep.	Caatinga	Maracujá
	<i>Passiflora foetida</i> L.	X	X	Trep	Caatinga	Maracujá-de-pedra
	<i>Passiflora sp</i>		X	Trep		
Polygalaceae	<i>Polygala sp</i>		X	Herb		
Portulacaceae	<i>Portulaca halimoides</i> L.	X	X	Herb	Caatinga	
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.		X	Arv.		
	<i>Ziziphus sp</i>	X		Arv.		
Rubiaceae	<i>Chomelia sp</i>		X	Ziziphus sp Arb.		
	<i>Declieuxia fruticosa</i> (willd. Ex roem et schult.) Kuntze	X	X	Subarb.	Cerrado	Santa-Rita
	<i>Machaonia spinosa</i> cham. & schldl.	X	X	Arb.	Caatinga	Canela-de-veado
	<i>Mitracarpus scabrellus</i> Benth.	X	X	Subarb.	Caatinga	
	<i>Rosenbergiodendron aff. densiflorum</i> (K. Schum.) Fagerl.	X	X	Arb.	Caatinga	
	<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.		X	Arb.		
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. Et Schlecht.) K. Schum.	X	X	Arb.	Cerrado	Jenipapo-branco
Rutaceae	<i>Moniera trifolia</i> L.	X	X	Subarb		Alafavaca

Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

Cont.

**Tabela 6.1.4-3 - Relação das Espécies Vegetais Ocorrentes na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Estreito.**

Família	Nome Científico	Campanha		Hábito	Bioma	Nome Vulgar
		Primeira	Segunda			
Sapindaceae	<i>Allophylus cf. Laevigatus</i> Radlk.	X	X	Arb	Cerrado	Estraladeira
	<i>Cardiospermum</i> spp	X	X	Trep		
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	X	X	Arv.	Cerrado	Jacarandá
	<i>Paullinia</i> spp	X	X	Trep		
	<i>Urvillea</i> sp	X	X	Trep		
Scrophulariaceae	<i>Angelonia cornigera</i> Hook.		X	Herb.		
	<i>Angelonia</i> sp	X	X	Herb.		
Sterculiaceae	<i>Helicteres muscosa</i> Mart.	X	X	Arb.	Cerrado	Saca-rolha
	<i>Helicteres</i> spp	X	X	Arb.	Caatinga	
	<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	X	X	Arv.	Cerrado	Chichá-do-cerrado
	<i>Waltheria indica</i> L.		X	Arb.		
Turneraceae	<i>Turnera</i> sp		X	Herb.		
Verbenaceae	<i>Aegypyla</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	X	X	Herb.	Amazônia	
	<i>Lippia microphylla</i> Cham.		X	Arb.		
	<i>Lippia</i> sp	X	X	Arb.		
	<i>Stachytarpheta</i> sp		X	Herb.		
	<i>Vitex mexiae</i> Moldenke		X	Arb.		
Verbenaceae	<i>Vitex</i> sp	X		Arb.		
Violaceae	<i>Hibanthus</i> sp		X	Herb.		
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> Rich.	X	X	Trep.	Cerrado	Uva-do-mato
	<i>Cissus simsiana</i> Schult & Schult. F.	X	X	Trep.	Caatinga	Parreira-brava
Vochysiaceae	<i>Calisthene fasciculata</i> Mart.	X	X	Arv.	Cerrado	Carvoeiro
	<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	X	X	Arv.	Cerrado	
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	X	X	Arv.	Cerrado	Pau-terra
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	X	X	Arv.	Cerrado	Pau-terra
	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St. Hill.	X		Arv.	Cerrado	Pau-terra-folha-larga
	<i>Vochysia</i> sp.	X	X	Arv.		
	<i>Celtis</i> sp	X	X	Arv.		

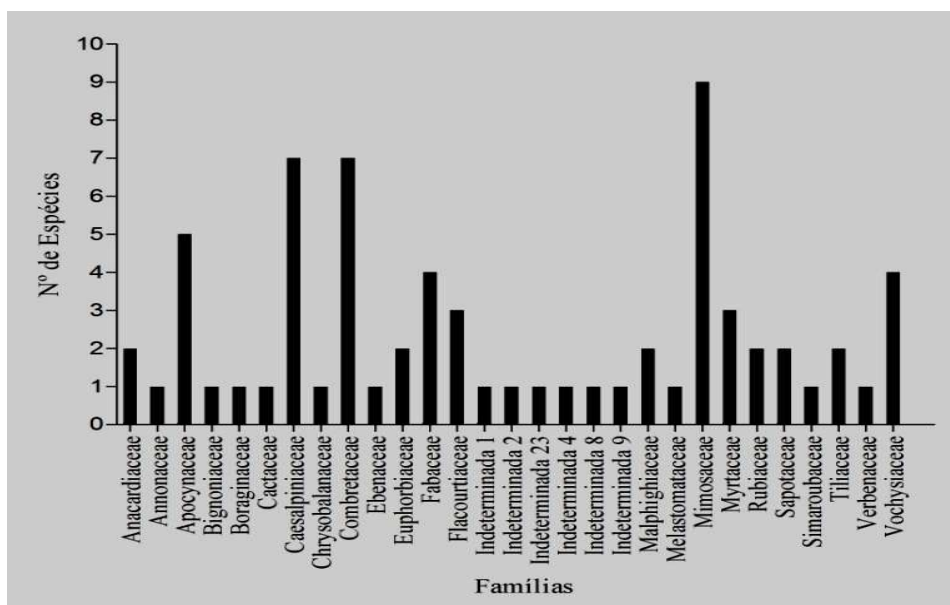
Hábito: Arv. - Árvore, Arb.- arbusto, Trep.- trepadeira, Herb.- herbácea, Par.- parasita, Epi.- epífita.

#### 6.1.4.4. Fitossociologia

##### 6.1.4.4.1. Vegetação Savânica

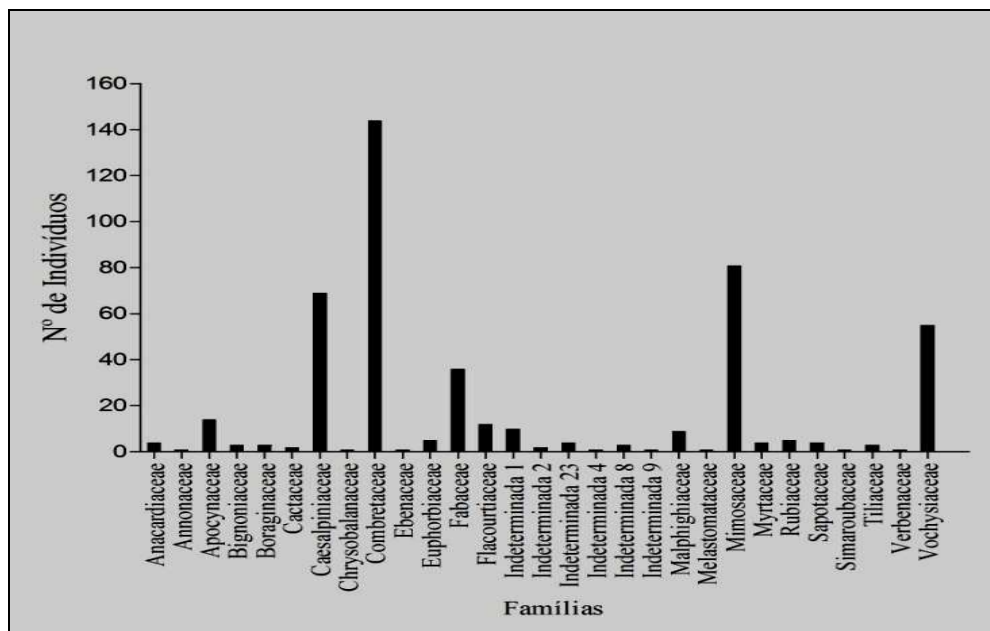
Na Área de Influência Indireta, as fitofisionomias **Savana Arborizada (Cerrado stricto sensu)** e **Transição Savana Arborizada–Savana Estépica Arbustiva (transição Cerrado–Caatinga)**, amostradas nos 120 pontos quadrantes, registraram 68 espécies, dentro do critério de inclusão pré-estabelecido, pertencentes a 51 gêneros e 29 famílias.

Dentre as 68 espécies, 46 (67,64%) foram identificadas até o nível específico, 13 (19,11%) foram determinadas até o nível de gênero, 3 (4,41%) até o nível de família e 6 (8,82%) permaneceram como indeterminadas. Mimosaceae foi a família com o maior número de espécies: nove (13,23%); Combretaceae e Caesalpinaceae totalizaram sete (10,29%); Apocynaceae foi a quarta família mais rica com cinco espécies (7,35%) (**Figura 6.1.4-3**). As famílias restantes apresentaram uma riqueza menor ou igual a quatro, sendo que 16 famílias contribuíram apenas com uma espécie para diversidade local.



**Figura 6.1.4-3.** Riqueza de espécies por família botânica nas fitofisionomias savânicas levantadas na Área de Influência Indireta (AII) - AHE Estreito.

A ordenação das famílias mais importantes modifica quando se considera a abundância de indivíduos e não a riqueza de espécies. Combretaceae foi a família com maior número de indivíduos, 144 (30,00%), seguida de Mimosaceae com 81 indivíduos (16,88%), Caesalpinaceae com 69 (14,37%) e Vochysiaceae com 55 (11,46%) (**Figura 6.1.4-4**). Espera-se, portanto que a cada quatro indivíduos amostrados, um pertença a família Combretaceae. Vinte e uma famílias totalizaram menos que 10 indivíduos, sendo que dessas, oito contribuíram apenas com um indivíduo. Esta preponderância de Leguminosas (Caesalpinaceae, Mimosaceae) e Vochysiaceae foi também observada por Felfili *et al.* (2002) em uma vegetação de ecótono de Cerrado com Amazônia no estado do Mato Grosso.



**Figura 6.1.4-4.** Total de indivíduos por família botânica levantadas nas fitofisionomias savânicas da área de influência indireta (AII) - AHE Estreito.

A Densidade Total da área foi de  $1.450 \text{ ind. ha}^{-1}$ . *Combretum duarleanum* com 121 indivíduos, e Densidade Absoluta (DA) de  $366 \text{ ind. ha}^{-1}$  foi a espécie mais densa, seguida por *Caesalpinia bracteosa* com 59 indivíduos, *Parkia platycephala* com 32, *Mimosa caesalpiniiifolia* com 28 indivíduos e *Callisthene microphylla* com 26 indivíduos. Essas cinco espécies são responsáveis por 55,42% de toda densidade da área. Quando se considera a Densidade Relativa, verifica-se que *C. duarleanum* foi responsável por 25,21% dos indivíduos amostrados, mais que o dobro da segunda colocada, *C. bracteosa*. Portanto, *C. duarleanum* é responsável pela importância de Combretaceae quando se considera o número de indivíduos.

A Dominância Total foi de  $17,32 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Percebe-se que a ordenação das espécies mais importantes se altera quando se considera a Dominância. Em primeiro lugar está *P. platycephala*, a terceira mais densa (31,44%), *M. caesalpiniiifolia*, quarta posição em densidade, ocupa o segundo lugar com uma DoR igual 15,62%. As cinco espécies mais dominantes totalizam 73,13% de toda a área basal.

As cinco espécies mais frequentes na fitofisionomia savânica da Área de Influência Indireta foram *C. duarleanum* (17,03%), *C. bracteosa* (9,15%), *P. platycephala* (6,94%), *M. caesalpiniiifolia* (6,94%) e *C. microphylla* (5,36%)

*Combretum duarleanum* foi a espécie com maior Valor de Importância (16,23%), seguida de *P. platycephala* (15,02%), *C. bracteosa*, (9,79%), *M. caesalpiniiifolia* (9,04%) e *Terminalia actinophylla* (5,29%) (Tabela 6.1.4-4). As cinco espécies mais importantes são também as cinco com maior Dominância, sugerindo a importância desse parâmetro na estruturação da comunidade analisada. Entretanto, *C. duarleanum*, teve uma Dominância quase quatro vezes menor que *P. platycephala*. O parâmetro que sustentou a sua primeira posição foi a



alta Densidade. As cinco espécies mais importantes correspondem a 55,43% de todo Valor de Importância.

A caatinga-branca (*Combretum duarteanum*) e a faveira de bolota (*Parkia platycephala*) são espécies características da região nordeste do país, na Transição do Cerrado para a Caatinga (Lorenzi, 2000). Já a catingueira (*Caesalpinia bracteosa*) e o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) são espécies típicas de Caatinga. Os dados florísticos e a estrutura fitossociológica demonstram claramente o caráter ecotonal da região de estudo.

**Tabela 6.1.4-4.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) – AHE Estreito.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	121	0.3702	25.21	17.03	6.46	16.23
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	32	1.8021	6.67	6.94	31.44	15.02
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	59	0.4547	12.29	9.15	7.93	9.79
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	28	0.8953	5.83	5.68	15.62	9.04
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	8	0.6694	1.67	2.52	11.68	5.29
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	26	0.1303	5.42	5.36	2.27	4.35
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	23	0.0909	4.79	5.05	1.59	3.81
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	19	0.0965	3.96	4.73	1.68	3.46
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H.C. Lima	15	0.1002	3.13	3.15	1.75	2.68
Indeterminada 1	10	0.0148	2.08	2.84	0.26	1.73
Indeterminada 23	4	0.1736	0.83	1.26	3.03	1.71
<i>Mimosa acutistipula</i> Benth.	8	0.0384	1.67	1.89	0.67	1.41
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	7	0.0045	1.46	1.58	0.08	1.04
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	3	0.0868	0.63	0.95	1.51	1.03
<i>Cnidocolus</i> sp1	3	0.0953	0.63	0.63	1.66	0.97
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C.Koeppen	4	0.0559	0.83	0.95	0.98	0.92
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	2	0.0948	0.42	0.63	1.65	0.9
<i>Aspidosperma</i> sp1	6	0.0048	1.25	1.26	0.08	0.87
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	4	0.0203	0.83	1.26	0.35	0.82
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	4	0.0193	0.83	1.26	0.34	0.81

Cont.

**Tabela 6.1.4-4.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) – AHE Estreito.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Byrsonima</i> sp1	4	0.0173	0.83	1.26	0.3	0.8
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	5	0.0036	1.04	1.26	0.06	0.79
<i>Cereus</i> sp1	2	0.0719	0.42	0.63	1.25	0.77
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	3	0.0349	0.63	0.95	0.61	0.73
<i>Guettarda spruceana</i> Müll. Arg.	4	0.0207	0.83	0.95	0.36	0.71
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	5	0.0068	1.04	0.95	0.12	0.7
<i>Stryphnodendron</i> sp1	3	0.0206	0.63	0.95	0.36	0.64
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	3	0.0154	0.63	0.95	0.27	0.61
Anacardeaceae sp1	3	0.0438	0.63	0.32	0.76	0.57
<i>Samanea cf. tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	3	0.0047	0.63	0.95	0.08	0.55
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	2	0.0294	0.42	0.63	0.51	0.52
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	4	0.0046	0.83	0.63	0.08	0.51
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	2	0.02	0.42	0.63	0.35	0.47
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	2	0.018	0.42	0.63	0.31	0.45
<i>Arrabidaea dispar</i> Bureau ex K. Schum.	3	0.0036	0.63	0.63	0.06	0.44
<i>Cordia rufescens</i> A. DC.	3	0.002	0.63	0.63	0.03	0.43
Indeterminada 8	3	0.0007	0.63	0.63	0.01	0.42
<i>Mimosa</i> sp1	2	0.0123	0.42	0.63	0.22	0.42
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	2	0.0081	0.42	0.63	0.14	0.4
Indeterminada 2	2	0.0091	0.42	0.63	0.16	0.4
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler.	2	0.0084	0.42	0.63	0.15	0.4
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	2	0.0053	0.42	0.63	0.09	0.38
<i>Copaifera</i> sp1	2	0.0038	0.42	0.63	0.07	0.37
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	2	0.0016	0.42	0.63	0.03	0.36
<i>Eugenia</i> sp 1	2	0.0019	0.42	0.63	0.03	0.36
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	1	0.0207	0.21	0.32	0.36	0.29
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	1	0.0168	0.21	0.32	0.29	0.27
<i>Dyospiros</i> sp1	1	0.0158	0.21	0.32	0.27	0.27
<i>Pouteria</i> sp1	1	0.0168	0.21	0.32	0.29	0.27
<i>Croton</i> sp1	2	0.0012	0.42	0.32	0.02	0.25
<i>Vitex cf. panshiniana</i> Moldenke	1	0.0101	0.21	0.32	0.18	0.23
<i>Machaerium punctatum</i> Pers.	1	0.0097	0.21	0.32	0.17	0.23

Cont.

**Tabela 6.1.4-4.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostrados nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (AII), ordenadas segundo o Valor de Importância (VI) – AHE Estreito.

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	1	0.0092	0.21	0.32	0.16	0.23
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	0.0087	0.21	0.32	0.15	0.22
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	0.0062	0.21	0.32	0.11	0.21
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham.& Schldt.) K.Schum.	1	0.0058	0.21	0.32	0.1	0.21
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1	0.0062	0.21	0.32	0.11	0.21
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	1	0.0044	0.21	0.32	0.08	0.2
<i>Psidium</i> sp1	1	0.0052	0.21	0.32	0.09	0.2
<i>Copaifera luetzelburgii</i> Harms	1	0.0018	0.21	0.32	0.03	0.19
<i>Bauhinia</i> sp1	1	0.0027	0.21	0.32	0.05	0.19
<i>Annona coriacea</i> Mart.	1	0.0009	0.21	0.32	0.02	0.18
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0.0006	0.21	0.32	0.01	0.18
Indeterminada 9	1	0.0003	0.21	0.32	0	0.18
<i>Myrtaceae</i> sp1	1	0.0003	0.21	0.32	0.01	0.18
Anacardiaceae	1	0.0016	0.21	0.32	0.03	0.18
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Vogel ex Steud.	1	0.0002	0.21	0.32	0	0.18
Indeterminada 4	1	0.0002	0.21	0.32	0	0.18

N = Número de indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

Em média, os indivíduos amostrados apresentaram uma altura de 4,3 metros, sendo o valor máximo registrado de 20 metros, atingido por um indivíduo de *B. dealbata*. A menor altura foi de 0,91 m, registrada para um indivíduo de *C. microphylla*. A classe de altura entre 2 e 2,99 m foi a mais representativa, somando 83 indivíduos (**Figura 6.1.4-5**). Entretanto, pode-se dizer que a maior concentração de indivíduos está nas classes 2-2,99, 3-3,99, 4-4,99 e 5-5,99 metros. A menor classe de altura, 0-0,99 m foi composta apenas por 2 indivíduos.

Os indivíduos amostrados têm em média 7,21 cm de diâmetro, sendo o maior diâmetro registrado igual a 60,16 cm para um indivíduo de *Terminalia actinophylla* e o menor diâmetro foi 0,95 cm, para um indivíduo de *C. duarteanum*. *M. caesalpiniifolia*, *P. platycephala* e *C. bracteosa* também se destacaram ao apresentarem indivíduos nas classes de maior diâmetro. A maior parte dos indivíduos, 56,55%, se encontram nas duas primeiras classes diamétricas, 0-2,99 cm e 3-5,99 cm (**Figura 6.1.4-6**).

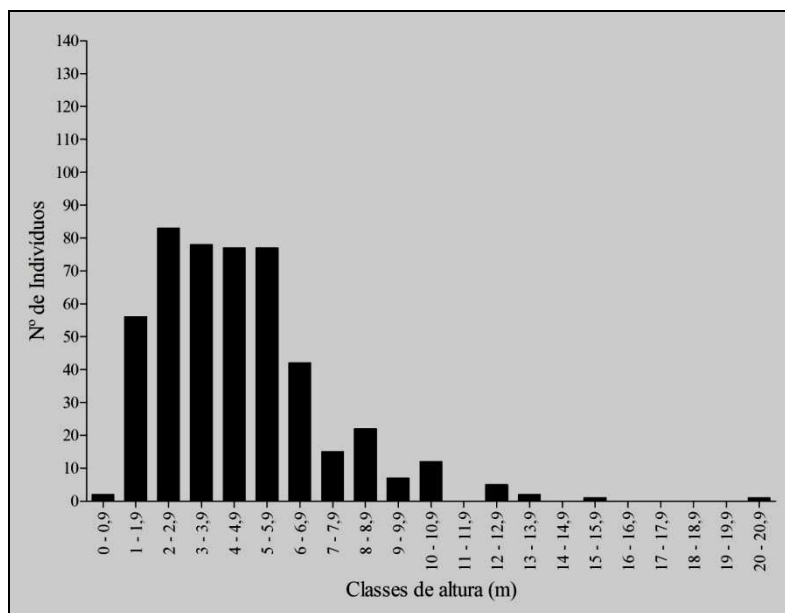


Figura 6.1.4-5. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (All) - AHE Estreito.

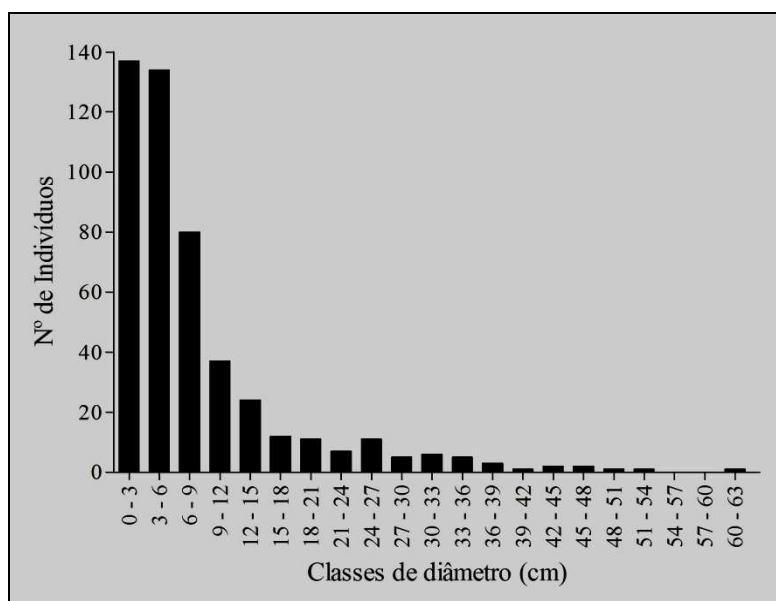


Figura 6.1.4-6. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas fitofisionomias savânicas da Área de Influência Indireta (All) - AHE Estreito.

#### 6.1.4.4.2. Fisionomias Florestais

Nas fitofisionomias florestais da Área de Influência Indireta – **Savana Florestada, Transição Savana Florestada/Caatinga Arbórea e Savana Florestada alterada (Fotos 6.1.4-5 e 6.1.4-6)**, os 160 pontos quadrantes amostraram um total de 36 famílias botânicas, 60 gêneros e 82 espécies. Do conjunto total de espécies, 51 (62,19%) foram identificadas até o nível específico, 20 (24,39%) foram determinadas até o nível de gênero, uma (1,2%)

até o nível de família e 10 (12,19%) permaneceram como indeterminadas. As famílias mais ricas foram: Caesalpinaceae e Mimosaceae, ambas com 10 espécies, seguidas de Combretaceae com sete espécies e Vochysiaceae com cinco (Figura 6.1.4-7). Vinte famílias foram representadas por apenas uma espécie.

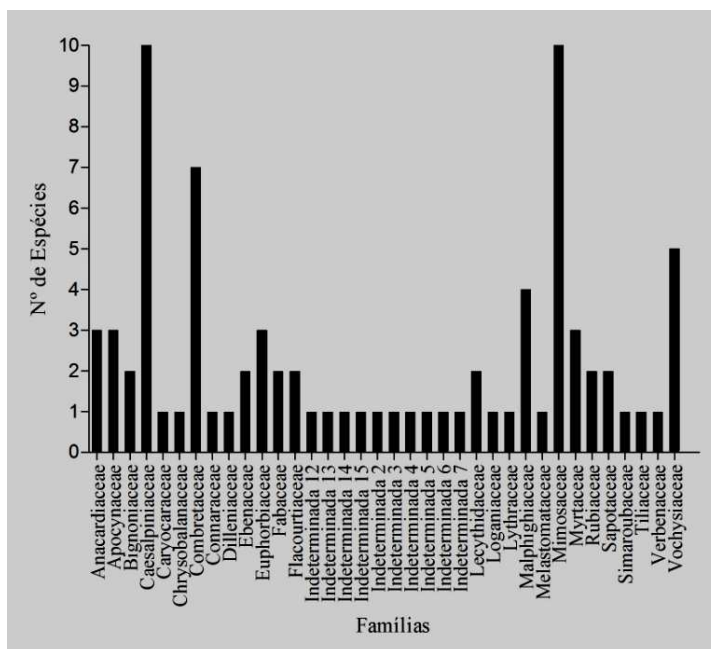


Figura 6.1.4-7. Riqueza de espécies por família botânica levantadas nas áreas de fitofisionomia florestal da Área de Influência Indireta (AII) - AHE Estreito.

As três famílias mais ricas são também as famílias mais abundantes (Figura 6.1.4-8), mas o ordenamento das famílias mais destacadas altera quando se considera o número de indivíduos. Nessa análise, Combretaceae foi a família mais importante, com 173 representantes (27,03% do total de indivíduos). Em segundo lugar tem-se Caesalpinaceae, com 141 indivíduos (22,03%), seguida de Mimosaceae, com 100 (15,63%). Essas três famílias totalizam 64,69% de todos os indivíduos amostrados. As outras famílias contribuíram com menos de 35 indivíduos, sendo dez famílias representadas por apenas um indivíduo.

A Densidade Total da fitofisionomia florestal da Área de Influência Indireta (AII) foi estimada em 1.240 ind.ha<sup>-1</sup>. *Combretum duarteanum* foi amostrado com 91 indivíduos, seguida de *Cenostigma gardnerianum* (61 indivíduos), *Combretum leprosum* (56), *Mimosa caesalpinifolia* (34) e *Luetzelburgia auriculata* (23) (Tabela 6.1.4-5). Essas cinco espécies mais densas contribuem com 41,4% de toda Densidade total. A presença de duas espécies do gênero *Combretum* justifica o destaque da família Combretaceae, quando se considera o total de indivíduos. Vinte e sete espécies foram representadas por apenas um indivíduo.

A Dominância Total foi de 18,03 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, dos quais 47,39% se devem às cinco espécies com maior Dominância, a saber: *C. gardnerianum* (17,49%), *P. platycephala* (9,81%), *Cegnostigma* sp.1 (7,54%), *C. duarteanum* (6,71%) e *Lecythis pisonis* (5,84%).



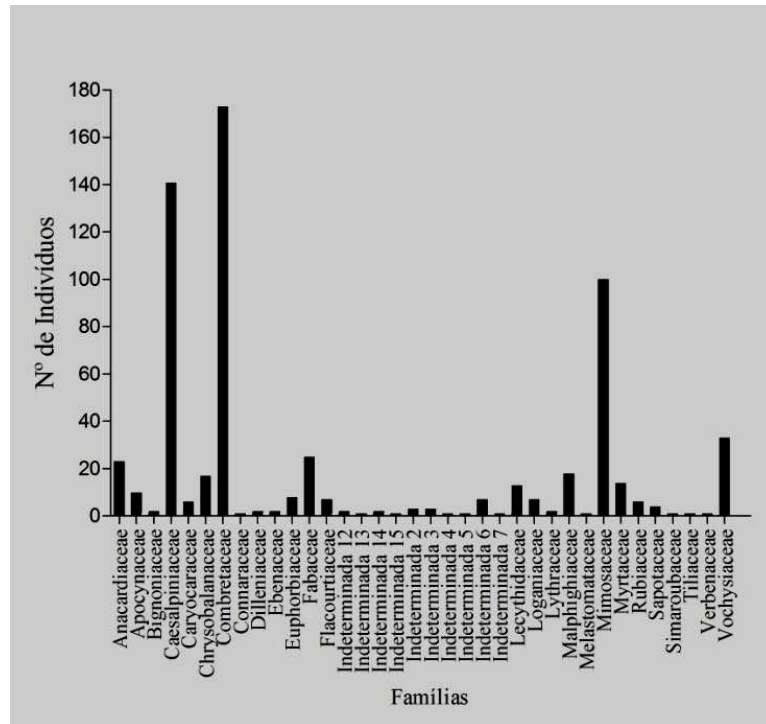


Figura 6.1.4-8. Total de indivíduos por família botânica levantadas nas áreas de fitofisionomia florestal na Área de Influência Indireta (All) - AHE Estreito.

As cinco espécies com os maiores Valores de Importância (VI), ou seja, aquelas que somaram os maiores valores relativos de densidade, freqüência e dominância foram: “canela de velho” *Cenostigma gardnerianum* (11,04%), “caatinga branca” *Combretum duarteanum* (10,74%), “faveira de bolota” *P. platycephala* (5,92%), *C. leprosum* (5,75%) e “sansão do campo” *Mimosa caesalpinifolia* (5,05%). Observa-se que as três espécies com maior VI são espécies de Cerrado e Caatinga, demonstrando o caráter transicional da região.

**Tabela 6.1.4-5.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fitofisionomia florestais da Área de Influência Indireta - AHE Estreito, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Cenostigma gardnerianum</i> Tul.	61	1.6280	9.53	6.09	17.49	11.04
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	91	0.6247	14.22	11.29	6.71	10.74
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	22	0.9132	3.44	4.51	9.81	5.92
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	56	0.3487	8.75	4.74	3.75	5.75
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	34	0.4756	5.31	4.74	5.11	5.05
<i>Cenostigma</i> sp1	21	0.7018	3.28	3.16	7.54	4.66
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	12	0.5439	1.88	2.03	5.84	3.25
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	23	0.1000	3.59	4.51	1.07	3.06
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	17	0.2953	2.66	3.16	3.17	3
Anacardiaceae	15	0.3486	2.34	2.71	3.75	2.93
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	17	0.2004	2.66	2.71	2.15	2.51
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tul.	18	0.088	2.81	3.16	0.95	2.31
<i>Copaifera</i> sp1	8	0.338	1.25	1.58	3.63	2.15
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	10	0.1332	1.56	2.03	1.43	1.68
<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	15	0.1052	2.34	1.58	1.13	1.68
<i>Byrsonima</i> sp1	8	0.1772	1.25	1.81	1.9	1.65
<i>Anacardium occidentale</i> L.	7	0.219	1.09	1.35	2.35	1.6
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	12	0.0527	1.88	2.26	0.57	1.57
<i>Mimosa acutistipula</i> Benth.	9	0.1539	1.41	1.58	1.65	1.55
<i>Terminalia</i> sp1	3	0.2682	0.47	0.68	2.88	1.34
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	6	0.1441	0.94	1.35	1.55	1.28
<i>Dimorphantra gardneriana</i> Tul.	7	0.0791	1.09	1.35	0.85	1.1
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	8	0.0534	1.25	1.35	0.57	1.06
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C.Koeppen	8	0.0629	1.25	1.13	0.68	1.02
<i>Eugenia</i> sp 1	7	0.0524	1.09	1.35	0.56	1
<i>Aspidosperma</i> sp1	7	0.0509	1.09	1.35	0.55	1
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	7	0.0361	1.09	1.35	0.39	0.95
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	6	0.0651	0.94	1.13	0.7	0.92
Indeterminada 6	7	0.0416	1.09	0.9	0.45	0.81

Cont.

**Tabela 6.1.4-5.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fitofisionomia florestais da Área de Influência Indireta - AHE Estreito, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
<i>Hymenaea</i> sp1	5	0.031	0.78	1.13	0.33	0.75
<i>Casearia</i> sp1	6	0.015	0.94	1.13	0.16	0.74
<i>Manihot caerulescens</i> Pohl.	5	0.0672	0.78	0.68	0.72	0.73
<i>Guettarda spruceana</i> Müll. Arg.	5	0.035	0.78	0.9	0.38	0.69
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	5	0.0338	0.78	0.9	0.36	0.68
<i>Mimosa</i> sp1	5	0.0295	0.78	0.9	0.32	0.67
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	4	0.038	0.63	0.9	0.41	0.65
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	6	0.0281	0.94	0.68	0.3	0.64
<i>Stryphnodendron</i> sp1	5	0.0233	0.78	0.9	0.25	0.64
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	4	0.0251	0.63	0.9	0.27	0.6
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	5	0.0228	0.78	0.68	0.24	0.57
<i>Bauhinia</i> sp1	3	0.0322	0.47	0.68	0.35	0.5
Indeterminada 3	3	0.0275	0.47	0.68	0.3	0.48
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	3	0.0414	0.47	0.45	0.45	0.46
<i>Samanea cf. tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	3	0.0162	0.47	0.68	0.17	0.44
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1	0.0877	0.16	0.23	0.94	0.44
<i>Pouteria cf. glomerata</i> Radlk.	3	0.0121	0.47	0.68	0.13	0.43
<i>Curatela americana</i> L.	2	0.0473	0.31	0.45	0.51	0.42
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	2	0.0307	0.31	0.45	0.33	0.36
Indeterminada 2	3	0.0102	0.47	0.45	0.11	0.34
<i>Tabebuia</i> sp1	1	0.0535	0.16	0.23	0.57	0.32
<i>Mouriri pusa</i> Gard.	1	0.0516	0.16	0.23	0.55	0.31
Indeterminada 12	2	0.015	0.31	0.45	0.16	0.31
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	2	0.0133	0.31	0.45	0.14	0.3
<i>Manihot</i> sp1	2	0.0091	0.31	0.45	0.1	0.29
Indeterminada 14	2	0.0091	0.31	0.45	0.1	0.29
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltld.	2	0.0046	0.31	0.45	0.05	0.27
<i>Lecythis</i> sp1	1	0.0347	0.16	0.23	0.37	0.25
<i>Terminalia</i> sp5	1	0.0268	0.16	0.23	0.29	0.22
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	1	0.0228	0.16	0.23	0.24	0.21
<i>Terminalia</i> sp2	2	0.009	0.31	0.23	0.1	0.21
<i>Psidium</i> sp1	2	0.0036	0.31	0.23	0.04	0.19

Cont.

**Tabela 6.1.4-5.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas fitofisionomia florestais da Área de Influência Indireta - AHE Estreito, ordenadas segundo o Valor de Importância (VI).

Nome Científico	N	AB	DR	FR	DoR	VI
Indeterminada 13	1	0.0127	0.16	0.23	0.14	0.17
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1	0.005	0.16	0.23	0.05	0.15
<i>Diospyros cf. inconstans</i> Jacq.	1	0.0067	0.16	0.23	0.07	0.15
<i>Simaba ferruginea</i> A.St.-Hil.	1	0.0058	0.16	0.23	0.06	0.15
Indeterminada 4	1	0.0065	0.16	0.23	0.07	0.15
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	1	0.006	0.16	0.23	0.06	0.15
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	1	0.0054	0.16	0.23	0.06	0.15
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	1	0.0054	0.16	0.23	0.06	0.15
Indeterminada 7	1	0.0061	0.16	0.23	0.07	0.15
<i>Dyospyros sp1</i>	1	0.0062	0.16	0.23	0.07	0.15
<i>Tocoyena formosa</i> K.Schum.	1	0.0058	0.16	0.23	0.06	0.15
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	1	0.0033	0.16	0.23	0.04	0.14
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	1	0.0026	0.16	0.23	0.03	0.14
<i>Vitex cf. panshiniana</i> Moldenke	1	0.0032	0.16	0.23	0.03	0.14
Indeterminada 5	1	0.0026	0.16	0.23	0.03	0.14
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	1	0.0035	0.16	0.23	0.04	0.14
<i>Arrabidaea sp 2</i>	1	0.0024	0.16	0.23	0.03	0.14
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	1	0.0035	0.16	0.23	0.04	0.14
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	1	0.0018	0.16	0.23	0.02	0.13
<i>Byrsonima sp2</i>	1	0.0018	0.16	0.23	0.02	0.13
Indeterminada 15	1	0.0018	0.16	0.23	0.02	0.13

N = Número de indivíduos; AB = Área Basal; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa.

A altura média dos indivíduos amostrados foi de 5,9 metros, a altura máxima foi de 17 m (classe 17-12,99 m), atingida por um indivíduo de *C. leprosum*. Dos 17 indivíduos mais altos, destacam as seguintes espécies: *P. platycephala*, *C. bracteosa*, *C. americana*, *L. pisonis*. A menor altura registrada para a área foi de 1 m (classe 1-1,99 m) para um indivíduo de *L. auriculata*. Foram registradas 17 classes de altura com representantes, sendo a classe entre 5-5,99 m a que mais acumulou indivíduos (**Figura 6.1.4-8**). A maior parte dos indivíduos se concentra entre 4 e 6,99 metros.

Os diâmetros variam de 0,38 a 57,57 centímetros, sendo a média igual a 9,48 cm. O maior diâmetro foi registrado para um indivíduo de *Terminalia* sp1. Outras espécies que apresentaram indivíduos nas últimas classes de diâmetro foram: *C. gardnerianum*, *L. pisonis* e *P. platycephala*. A **Figura 6.1.4-9** representa a distribuição diamétrica dos indivíduos e evidencia que a abundância aumenta nas duas primeiras classes até chegar ao seu máximo, 240 indivíduos na terceira classe, entre 6-8,99 cm, quando a partir de então decresce.

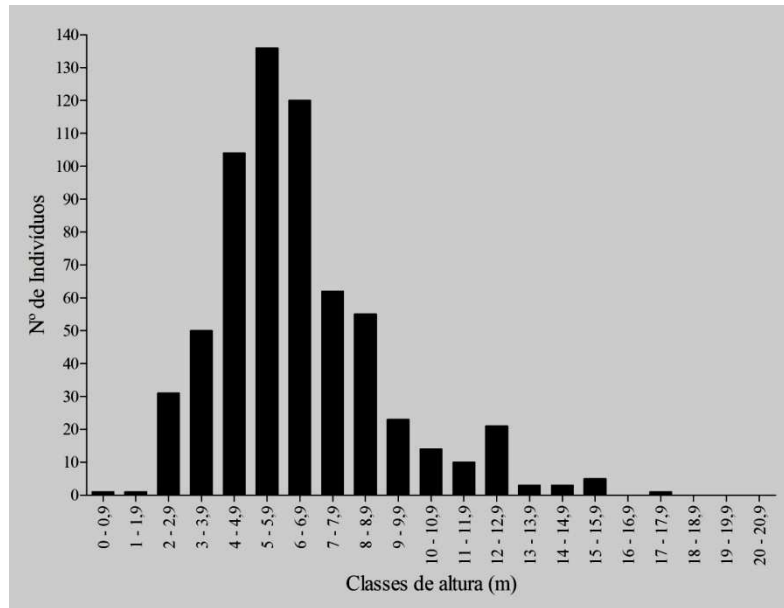


Figura 6.1.4-8. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas fitofisionomia florestais da Área de Influência Indireta - AHE Estreito.

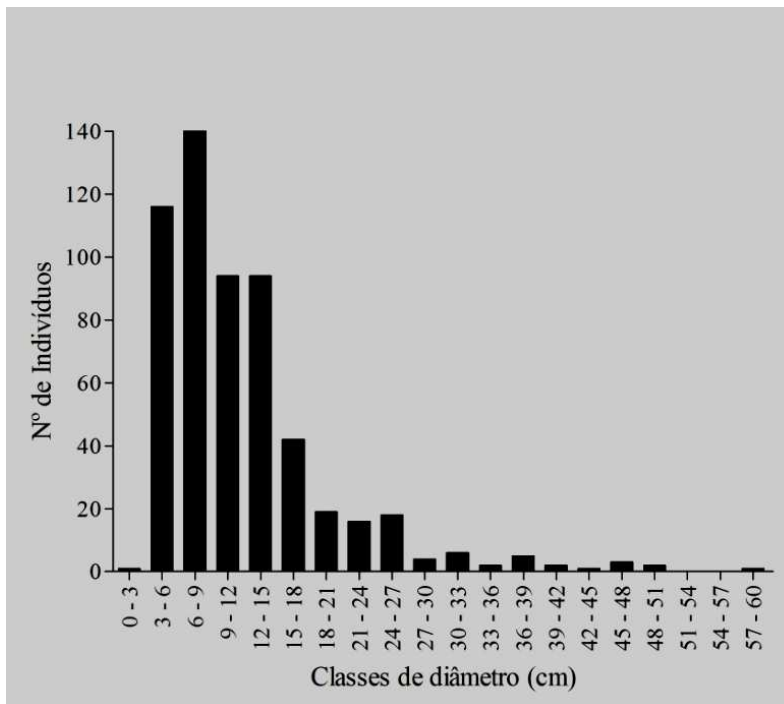


Figura 6.1.4-9. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro nas fitofisionomia florestais da Área de Influência Indireta - AHE Estreito.



#### 6.1.4.5. Declividade e Granulometria

##### a) Declividade

A Área de Influência Indireta do empreendimento apresenta relevo predominantemente plano, concentrando aproximadamente 82% da área com declividade inferior 3% (**Tabela 6.1.4-6**). Outros 13% da área possui declividade entre 3 e 8%, o que caracteriza um relevo suave ondulado, principalmente na porção marginal da AII.

No lado piauiense da bacia é encontrado relevo mais plano e com baixas altitudes, condições que são mais propícias à ocupação, além de resultar na redução da complexidade da paisagem. Além disso, as baixas declividades também reduzem a propensão à degradação do solo, atuando como condicionante da evolução dos processos erosivos (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

Oposto às condições observadas no Piauí, no lado maranhense o terreno se eleva de 100 até 500 m de altitude, no extremo norte da AII. Nesse lado, as planícies são relativamente menores, descontínuas por faixas de relevo suave ondulado, ondulado e em alguns casos chegando à formação de escarpas. A diferença de altitude pode contribuir para a mudança da composição florística, pois esta condiciona diferenças no microclima. Da mesma forma, áreas de relevo mais acentuado condicionam diferentes graus de exposição da vegetação ao sol e ao vento, assim como proporciona a formação de solos diferentes daqueles que ocorrem em planícies (Coutinho *et al.*, 2005). Coutinho *et al.* (2005) indica que nas áreas de maior declive ocorrem as vegetações em melhor estado de conservação e que as áreas mais planas sofrem maior intervenção antrópica, o que contribui para ocorrência de vegetação em estágios iniciais de sucessão vegetal.

As Estações amostrais de fitofisionomia foram aleatoriamente escolhidas em regiões planas. Essa distribuição é compatível com o esperado, visto que esse relevo é predominante na AII. A vegetação levantada é, dessa forma, representativa para essa forma de relevo, não sendo possíveis inferências quanto à vegetação de outras configurações do relevo.

**Tabela 6.1.4-6.** Dados de declividade da Área de Influência Indireta do AHE Estreito.

Faixa de declividade (%)	Relevo	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Fração
< 3	Plano	2.645	264.496	81,8%
3 a 8	Suave ondulado	422	42.241	13,1%
8 a 20	Ondulado	130	13.030	4,0%
20 a 45	Forte ondulado	33	3.339	1,0%
45 a 75	Montanhoso	2	206	0,1%
> 75	Escarpado	0,006	1	0,0%
Total			323.312	100%

##### b) Granulometria

A textura e estrutura do solo apresentam grande influência na distribuição da vegetação como um todo, sobretudo no que diz respeito à disponibilidade hídrica. Solos arenosos apresentam baixa área superficial e espaços relativamente grandes em relação aos solos

argilosos, que de forma oposta, possuem microporos ou poros capilares de menor diâmetro, retendo mais água. Dessa forma, o teor de areia apresenta correlação negativa com a retenção e disponibilidade hídrica no solo (Kerbaudy, 2004).

Pelo resultado das análises granulométricas foi possível identificar quatro classes texturais: Areia, Areia Franca, Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa (**Tabela 6.1.4-7**). A elevada porcentagem de areia das amostras (**Tabela 6.1.4-8**) confere aos solos pouca estrutura e drenagem excessiva. Essas características reduzem sua aptidão agrícola, assim como aumentam sua susceptibilidade a erosão.

**Tabela 6.1.4-7.** Número de amostras de solos por classe textural em cada fisionomia na área de influência indireta do empreendimento Estreito.

Textura	Savana Arborizada	Savana Florestada
AR	0	1
ARF	0	1
FAR	3	1
FAGAR	0	1

- AR – Areia; ARF Areia Franca; FAR Franco Arenosa; FAGAR Franco Argilo Arenosa.

**Tabela 6.1.4-8.** Valores médios das frações do solo e classificação textural de acordo com a estação de amostragem e fisionomia da Área de Influência Direta da AHEito.

Fisionomia	Estação	Areia grossa %	Areia fina %	Silte %	Argila %	Classificação textural
All savana	3	29,6	45,4	11,8	13,2	FAR
All savana	26	23,4	53,6	9,8	13,2	FAR
All savana	35	21,3	48,4	11,9	18,4	FAR
All floresta	8	36	43,8	3,8	16,4	FAR
All floresta	24	15,3	47,2	13,1	24,4	FAGAR
All floresta	42	8,2	28,7	36,7	26,4	AR
All floresta	20	26,2	61	4,4	8,4	ARF

- AR – Areia; ARF Areia Franca; FAR Franco Arenosa; FAGAR Franco Argilo Arenosa.

#### 6.1.4.6. Considerações Gerais

A partir dos dados levantados, pode-se concluir que:

A estrutura horizontal encontrada na All é típica para as formações tropicais, onde geralmente se encontra uma alta Densidade, Dominância e Frequência, sendo o Valor de Importância Concentrado em poucas espécies.

Na All do AHE Estreito predominam, com maior VI, as espécies características de Cerrado e Caatinga, demonstrando o caráter transicional da vegetação regional.

Na região de estudo ocorreram diferentes formas de ocupação dos solos e substituição das diferentes fisionomias vegetacionais, resultando em um elevado nível de alteração. As

formações remanescentes estão representadas por pequenas ilhas de fragmentos isolados, imersos em uma matriz agrícola.

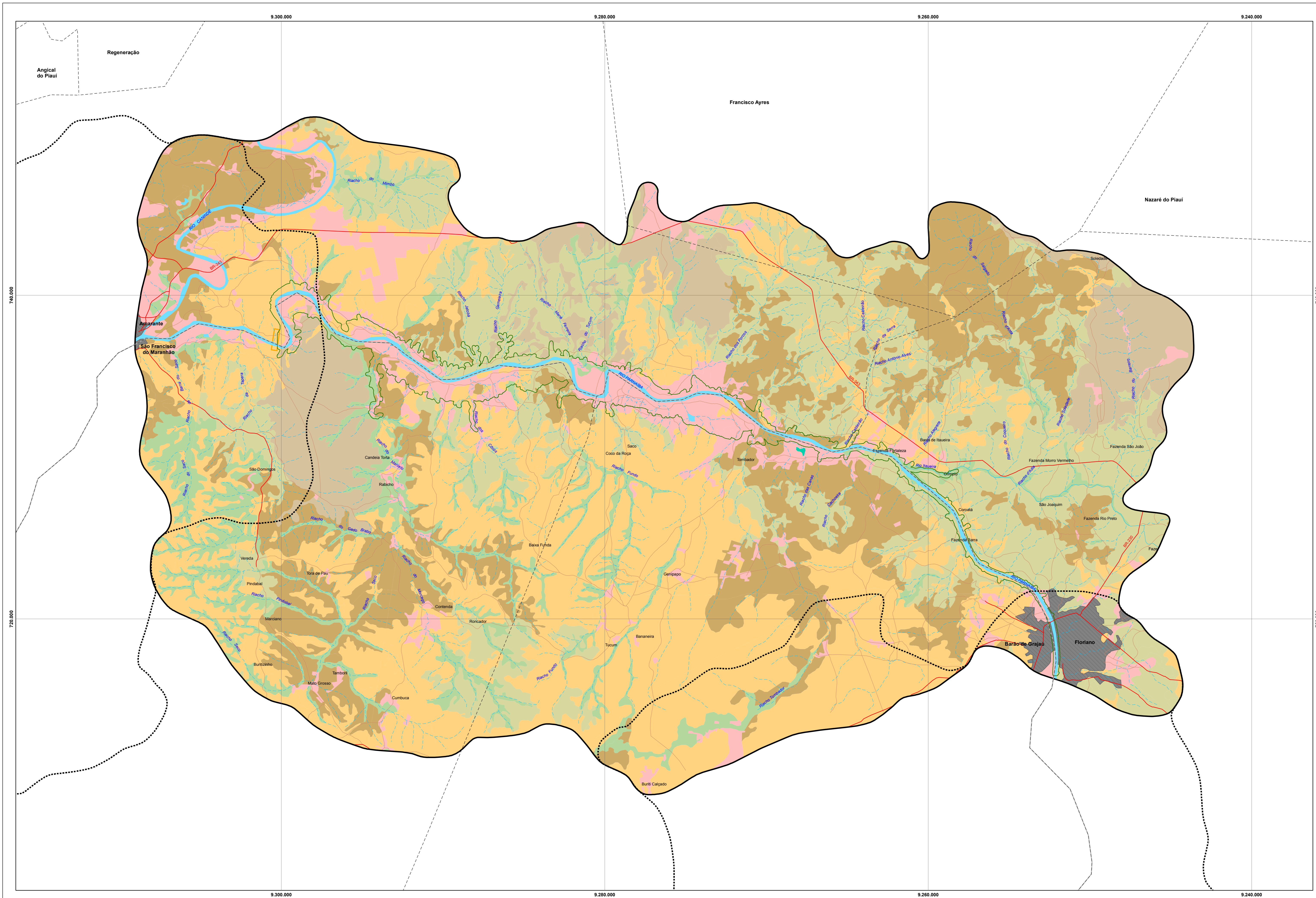
Das espécies amostradas neste estudo (ênfase em espécies arbóreas e arbustivas) uma está citada na listagem das espécies da flora ameaçadas de extinção: *Myracrodruon urundeuva*. Ressalta-se que *Astronium fraxinifolium* está na lista com deficiência de dados (Instrução Normativa IBAMA Nº 06 de 26/09/2008).

#### 6.1.4.7. Referências Bibliográficas

As referências estão citadas conjuntamente no item 9.1.4.7 (**Vol.2 Tomo III Cap.9**). Referências Bibliográficas.

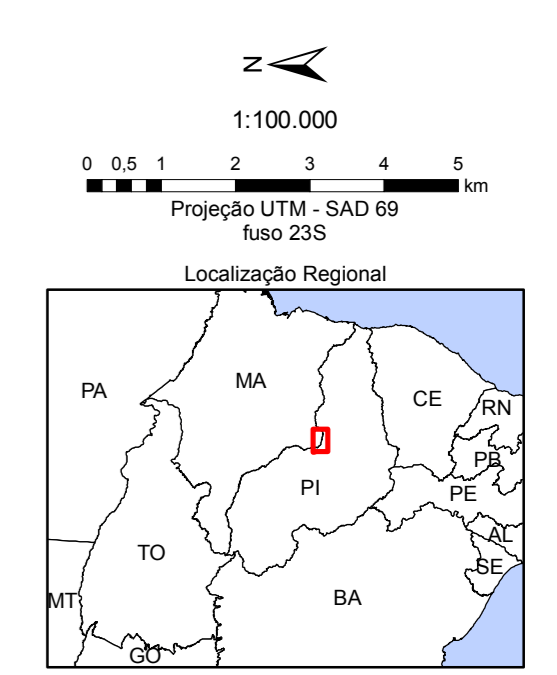
## **Anexo VI** **Mapa de Vegetação/ Uso do Solo** **AHE Estreito**





- Domínio do Cerrado - Savana "latu sensu"**
- Savana Florestada (Cerradão)
  - Savana Arborizada (Cerradão "Stricto sensu")
  - Transição Cerrado/Caatinga
  - Transição Cerrado/Caatinga
  - Formações Ripárias
- Uso da Terra**
- Usos Agropecuários Diversos
  - Área Urbana
  - Várzea

- Convenções Cartográficas**
- Hidrografia**
- Rio Perene
  - Rio Intermitente
  - Corpo d'Água
  - Barramento
- Localidades**
- Área Urbana
- Sistema Viário**
- Via Pavimentada
  - Via não Pavimentada
- Limites**
- Limite Municipal
  - Limite Estadual
  - Área de Influência Direta - Estreito
  - Área de Influência Indireta - Cachoeira
  - Área de Influência Indireta - Castelhana
  - Área de Influência Indireta - Estreito



Fonte: Base Cartográfica: Estudos de Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí. CNEC, 2002. Estradas, hidrografia e áreas urbanas ajustadas pelas imagens Landsat, órbita-ponto, 21/08/04 de 02/08/2008 e 22/08/04 de 02/08/2008. - Uso do Solo: Interpretação das Imagens Landsat, órbita-ponto, 21/08/04 de 02/08/2008 e 22/08/04 de 02/08/2008. CNEC, 2009.

**CNEC Chesf emargIMP**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE ESTREITO**

**ProjeteC**

**Mapa de Vegetação/Uso do Solo**

Data: 11/2009



# **ANEXO VII**

## **Documentação Fotográfica – Vegetação**

### **AHE Estreito**



**Foto 6.1.4-1.** Aspecto de Cerradão (Savana Florestada) na região do AHE Estreito.



**Foto 6.1.4-2.** Estação 67' - Transição Savana Arborizada–Savana Estépica Arbustiva (Transição Cerrado–Caatinga Arbustiva).





**Foto 6.1.4-3** Aspecto de mata em Amarante, com a presença de babaçu.



**Foto 6.1.4-4** Aspecto da paisagem com estrato herbáceo formado predominantemente por gramíneas em Amarante-PI.





**Foto 6.1.4-5.** Savana Florestada alterada (Cerradão) na área de influência do AHE Estreito.



**Foto 6.1.4-6** Transição Savana Arborizada/Savana Estépica e Floresta Aberta Secundária com Babaçu (Transição Cerrado-Caatinga e Babaçal).

## 6.1.5. Fauna

### 6.1.5.1. Avifauna

No médio curso do rio Parnaíba, que engloba o leste do Maranhão e o oeste do Piauí, ocorre uma zona de transição entre os Domínios Morfoclimáticos do Cerrado e da Caatinga (Ab' Saber, 1977), o que confere à região características climatológicas e fitogeográficas destes dois biomas, com uma grande diversidade de ecossistemas associados.

Esta diversidade fica evidenciada também na fauna, que reúne não somente elementos dos biomas citados, mas também espécies peculiares às formações vegetais de transição, nas zonas de contato entre os ecossistemas.

Além dos Domínios do Cerrado e da Caatinga, ocorre também nesta região uma interpenetração com fisionomias vegetais amazônicas, como as Matas de Cocais, e que confere à região uma característica de mosaico vegetacional.

Dados apresentados por Oren (1990; 1991), que incluem uma compilação sobre a avifauna do estado do Maranhão, revelaram uma predominância de elementos amazônicos nas porções leste e norte, e de elementos do Cerrado nas porções central e oeste do estado.

A avifauna da bacia do rio Parnaíba é muito pouco conhecida até os dias atuais, com um pequeno número de expedições de cunho ornitológico realizadas até final do século passado (Pacheco, 2000). As primeiras informações sobre a avifauna da região foram obtidas por Reiser (1910), cuja expedição adentrou o Piauí através do município de Santa Filomena e seguiu o curso do rio Parnaíba até sua foz.

Em 1925, Heinrich Snethlage realizou expedição de coleta de dados sobre a avifauna da bacia do rio Parnaíba, principalmente na região de Amarante e Santa Filomena, e entre 1926 e 1928 Emil Kaempfer coletou informações ornitológicas no médio curso do rio Parnaíba (Pacheco, 2000).

Dados mais recentes sobre a avifauna da bacia do rio Parnaíba foram apresentados por Novaes (1992), Zaher (2001) e Silveira (2001), que realizaram estudos sobre as aves da Estação Ecológica de Uruçuí-Una. Há ainda um levantamento realizado por Braz (2003) sobre as aves do Parque Estadual do Mirador, e um estudo recente realizado por Olmos e Brito (2007) às margens do Reservatório de Boa Esperança, situado na mesma região do empreendimento.

#### 6.1.5.1.1. Métodos

A metodologia dos trabalhos envolveu amostragens em cada uma das fisionomias vegetais da área, em pontos previamente determinados pela equipe de coordenação dos estudos, com base em estudos de ecologia da paisagem e análise de imagens de satélite, sempre considerando amostragens em pontos mais íntegros e representativos de cada fisionomia vegetal (Mapa de Uso do Solo/Vegetação – **Anexo VI**).

As aves foram detectadas em cada ponto de amostragem através de observação direta com binóculos (Swarovski 10 x 40), e principalmente pelo reconhecimento/gravação de suas vocalizações. Foram realizadas várias gravações, utilizando-se gravadores profissionais



Sound Devices 722 e Sony TCM - 5.000 EV, com microfone ultradirecional Sennheiser ME-67. Também foi freqüentemente utilizada a técnica do play-back, em que é feita uma gravação da vocalização das aves com maior dificuldade de visualização para induzi-las a se aproximarem através da reprodução de seu próprio canto. Esta metodologia apresenta, entre outras vantagens, a possibilidade de se detectar espécies de difícil visualização ou captura, como aves paludícolas, noturnas e crepusculares, além de amostrar de forma homogênea todos os estratos de ambientes florestais.

Foram utilizados também “play-backs” pré-gravados de espécies de interesse (raras, ameaçadas de extinção ou endêmicas da região), cuja pesquisa bibliográfica prévia indicou serem passíveis de ocorrência na área de estudo, reproduzindo-se estas gravações em ambiente adequado para cada espécie.

Em todas as oportunidades, procurou-se obter as duas formas de registro para cada espécie, embora haja consenso que na maioria dos casos, principalmente quando se trabalha em ambientes florestais, os registros sonoros são muito mais confiáveis que os registros visuais.

Para espécies raras, ameaçadas de extinção, ou cuja presença na área de influência do empreendimento representou uma extensão de sua distribuição geográfica, procurou-se obter uma documentação adequada do registro, através da gravação da vocalização da espécie, ou quando possível, a fotografia do exemplar.

Cabe ressaltar que ao longo dos trabalhos de campo não se fez distinção entre os registros visuais e registros sonoros para cada espécie, considerando-se ambas as formas de registro como válidas e confiáveis.

Dessa forma, foram listadas as aves registradas em cada ponto de amostragem e em cada ambiente, de modo a permitir uma análise dos resultados que enfocasse a distribuição das espécies de acordo com a cobertura vegetal, e não apenas a composição taxonômica.

No que se refere à forma de obtenção de dados, foram estipuladas em cada ponto de amostragem transecções com 500 metros de extensão, a partir das quais as aves foram detectadas.

As amostragens foram realizadas sem prévia determinação de tempo, dentro do conceito de “Transects” (Herzog *et al.*, 2002) e de “Area Search” (Marantz e Oren, 2000). Estabeleceu-se como critério de suficiência amostral a estabilização da curva de espécies/tempo obtida em cada ponto/transecção, considerando sempre um tempo mínimo de permanência de uma hora em cada ponto.

#### 6.1.5.1.2. Caracterização da Avifauna dos Pontos de Amostragem da All

Os trabalhos da primeira campanha de campo foram realizados entre os dias 21 de março e 3 de abril, e os trabalhos da segunda campanha ocorreram entre os dias 31 de maio e 12 de junho de 2009.

Foram amostrados, em cada uma das campanhas, 22 pontos, incluindo pontos previamente selecionados e pontos extras, escolhidos durante os trabalhos de campo, em função da relevância das áreas ou dos ambientes considerados para o grupo avifauna.

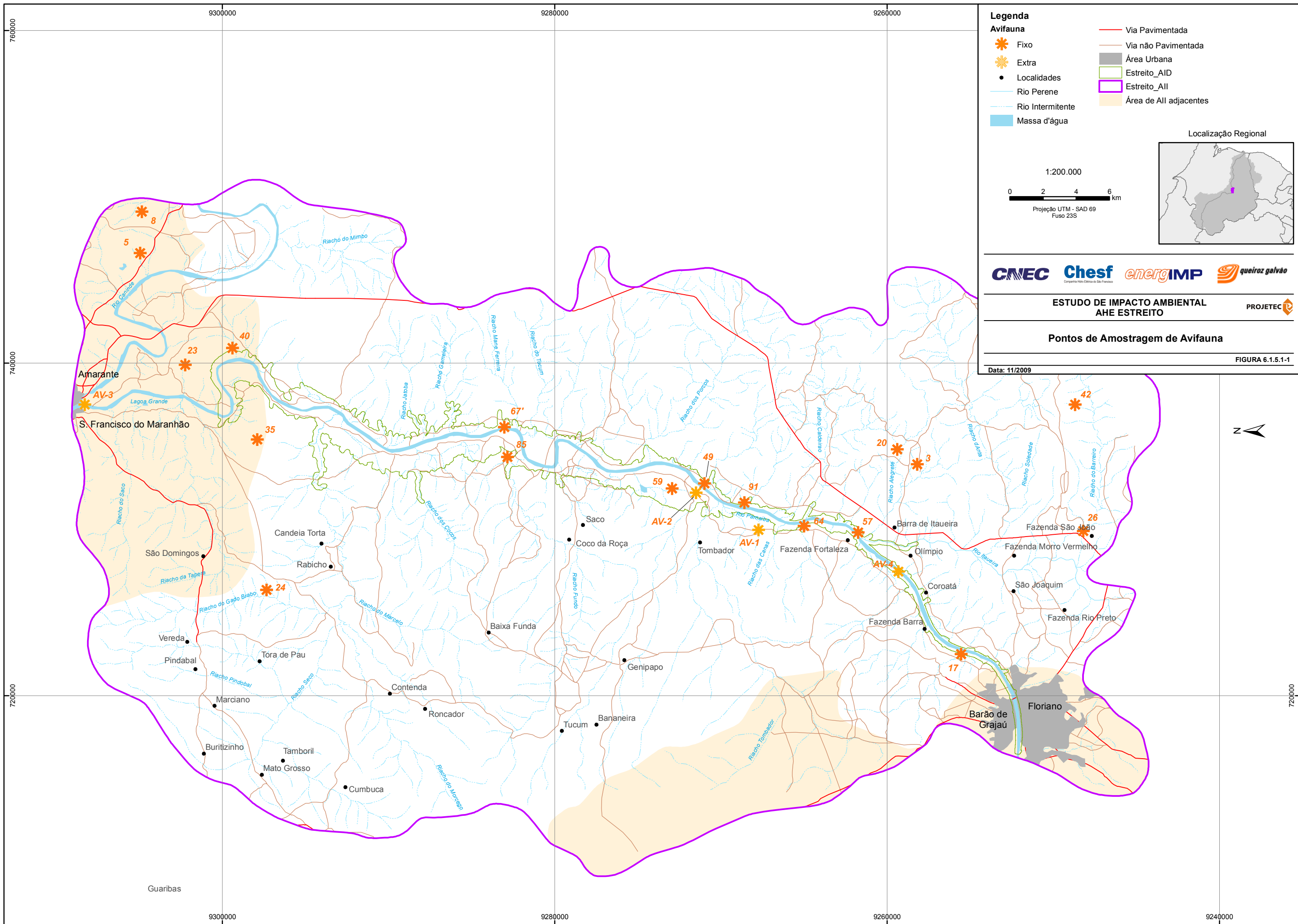
Na segunda campanha foram amostrados dois pontos extras ao longo do rio Parnaíba, em transecções fluviais realizadas à montante de Amarante, na foz do rio Canindé, e à jusante da cidade de Floriano, totalizando 24 pontos amostrados na AII e AID.

A localização precisa dos pontos de amostragem, bem como os ambientes amostrados em cada um deles, está relacionada na **Tabela 6.1.5.1-1** e na **Figura 6.1.5.1-1**.

**Tabela 6.1.5.1-1** Pontos amostrados durante as campanhas de campo (março a junho/2009), nos levantamentos de avifauna do AHE Estreito.

Ponto	Ambiente Amostrado e localização nas áreas de influência	Coordenadas (UTM)	
		Leste	Sul
3	Savana – AII	733910	9258207
5*	Mata – AII	746615	9304955
8	Mata – AII	749110	9304859
20	Mata- AII	734807	9259407
23*	Savana – AII	739897	9302252
24	Mata – AII	726360	9297359
26	Savana – AII	729909	9248204
35	Savana – AII	735410	9297909
42	Mata - AII	737513	9248706
AV-1	Área Úmida- AII	729967	9267747
AV-3	Mata Ciliar e Área Úmida- AII	737509	9308289

Legenda: AII – Área de Influência Indireta;\* Pontos em comum com AHE Cachoeira e AHE Castelhana.



**Legenda**

**Avifauna**

- Fixo
- Extra
- Localidades
- Rio Perene
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- Área Urbana
- Estreito\_AID
- Estreito\_AII
- Área de AII adjacentes

1:200.000

0 2 4 6 km

Projeção UTM - SAD 69  
Fuso 23S

Localização Regional

**CNOC** **Chesf** **energIMP** **queiroz galvão**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL  
AHE ESTREITO**

**Pontos de Amostragem de Avifauna**

PROJETEC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.1-1



Em função de sua relevância para o grupo avifauna, nas campanhas de campo foram definidos alguns pontos extras de amostragem, a saber:

Ponto AV-1 – Situado na estrada que liga Barão de Grajaú a São Francisco do Maranhão, na margem esquerda do rio Parnaíba, este ponto foi selecionado devido à presença na área de brejo com abundância de vegetação aquática (**Foto 6.1.5.1-1**), ambiente até então não observado nas áreas amostradas. Os levantamentos neste ponto revelaram a presença de várias espécies paludícolas incomuns nos demais pontos de amostragem.

Ponto AV-3 – Ponto amostrado na segunda campanha de campo, situado na foz do rio Canindé, a montante da cidade de Amarante, na Mata Ciliar do rio Parnaíba. Este ponto foi selecionado em função da importância de se amostrar detalhadamente a avifauna da mata ciliar e lagoas marginais do rio Parnaíba, dentro do contexto de licenciamento do empreendimento. As amostragens neste ponto permitiram registrar várias espécies ribeirinhas não registradas na primeira campanha de campo.

As fotos da avifauna registradas nos pontos amostrais da Área de Influência Indireta do AHE Estreito estão apresentadas nas **Fotos 6.1.5.1-2 e 6.1.5.1-3 do Anexo VIII**.

#### 6.1.5.1.3. Considerações sobre a avifauna característica da All (resultados)

A **Tabela 9.1.5.1-2 (Volume II, Tomo III, Capítulo 9.1.5.1)** lista as aves e os ambientes em que foram observadas, em cada um dos pontos de amostragem. A ordenação sistemática e a nomenclatura científica e vernácula seguem o disposto por Sick (1997), com alterações propostas pelo CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2008). A definição do status de cada espécie foi baseada nas obras de Collar *et al.* (1992; 1994), Wege e Long (1995), Stotz *et al.* (1996), Sick (1997), BirdLife International (2000), IUCN (2008) e MMA (2003).

Foram registradas 142 espécies de aves na primeira campanha de campo, incluindo duas espécies citadas em entrevista com moradores locais ou relatadas por membros da equipe de fauna. Os dados obtidos na segunda campanha permitiram um acréscimo de 24 espécies à lista, totalizando 166 espécies. Desse total, 89 espécies ocorreram na All, sendo que 11 foram exclusivas dessa área. Portanto, 78 espécies das 166 foram registradas na All e na AID.

Considerando que as duas campanhas de campo foram realizadas em períodos de descanso reprodutivo da maioria das espécies da região, quando as aves se tornam bastante inconspícuas, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios em termos de caracterização da avifauna local.

Dentre as aves assinaladas para a área, nenhuma consta na Lista Brasileira de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2003), mas há uma espécie apontada como ameaçada de extinção, segundo os critérios definidos pela IUCN (2008), na categoria “quase ameaçada”, o campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*).

#### 6.1.5.1.3.1. Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies

Nas comunidades de aves detectadas na Área de Influência do AHE Estreito, há principalmente espécies de ampla distribuição, que ocorrem nos Biomas Cerrado e Caatinga, além de elementos florestais concentrados nas formações ciliares.

As espécies típicas do Cerrado *sensu stricto* ocorrem de forma pontual nas fisionomias mais abertas, com vegetação herbácea e sobre solo litólico, e as espécies florestais, ao que tudo indica, estão associadas às Florestas Ciliares, estas últimas muito pouco representadas na área do empreendimento como um todo.

Cabe ainda notar a presença de algumas aves que ocorrem predominantemente no Bioma Caatinga, e que foram registradas principalmente no entorno das áreas úmidas com a presença de carnaúbas.

É analisada a seguir a composição da avifauna presente em cada um dos ambientes amostrados, destacando-se a presença de espécies ameaçadas de extinção e de espécies indicadoras de boa qualidade ambiental.

- **Floresta**

Os ambientes florestais se distribuem de forma extremamente pontual na área de influência do AHE Estreito. Em geral apresentam porte reduzido e uma característica mista entre Cerrado e Caatinga.

Tal aspecto se reflete também na comunidade de aves, que é constituída principalmente de espécies de ampla distribuição, e que ocorrem não somente em ambientes florestais, mas em formações vegetais mais abertas, como gavião-pernilongo (*Geranoospiza caerulescens*), o fruxu-do-cerrado (*Neopelma pallescens*), o petrim (*Synallaxis frontalis*) e o tico-tico-do-mato-de-bico-preto (*Arremon taciturnus*).

Cabe notar que não foi registrada nenhuma espécie tipicamente amazônica nos ambientes florestais da área de influência do AHE Estreito, ao contrário do que se observou à montante de Ribeiro Gonçalves e à jusante de Amarante.

- **Floresta Ciliar**

As Florestas Ciliares amostradas na área de influência do empreendimento são caracterizadas, em sua grande maioria, pela pequena extensão e por se situarem notadamente ao longo dos afluentes do rio Parnaíba.

A Mata Ciliar do rio Parnaíba, de acordo com os dados obtidos principalmente na segunda campanha de campo, abriga notadamente espécies de ampla distribuição no Brasil, e tem como característica uma comunidade de aves relativamente pobre em espécies. Tal fato pode ser decorrente da pequena largura da Mata Ciliar, que é substituída por formações de Cerrado e Caatinga fora da calha do rio, ou ainda, em função de pouca disponibilidade de alimento para as aves, uma vez que praticamente não há ambientes paludícolas (brejos e lagoas) ao longo do rio.



Durante a segunda campanha de campo, foram realizadas amostragens extras ao longo do rio Parnaíba, com a intenção de avaliar de forma mais detalhada a composição e distribuição espacial da comunidade de aves desta área.

Dentre as espécies registradas na Mata Ciliar do rio Parnaíba estão o arredo-do-rio (*Cranioleuca vulpina*), o anu-coroça (*Crotophaga major*), a choca-barrada (*Thamnophilus doliatus*), a anhuma (*Anhima cornuta*) e o japu (*Psarocolius decumanus*), espécies de ampla distribuição no Cerrado e na Caatinga.

Espécies florestais com exigências ecológicas mais restritas foram registradas de forma pontual, em formações ciliares ao longo de afluentes do rio Parnaíba, como nos pontos 40 e 64. Dentre elas destacam-se o gavião-bombachinha-grande (*Accipiter bicolor*), a garça-real (*Pilherodius pileatus*) e o jacupemba (*Penelope superciliaris*).

O ponto 64 foi um dos raros, dentre os amostrados, onde se observou uma formação ciliar mais preservada, com a presença não apenas de carnaúbas, mas também das outras espécies vegetais arbóreas que compõem o ambiente original com poucas alterações antrópicas. Neste ponto, notou-se a presença de quatro espécies da família Dendrocolaptidae, conhecidos popularmente como arapaçus ou subideiras, aves estritamente florestais, que se deslocam pelos troncos das árvores como os pica-paus, e que são excelentes indicadoras de boa qualidade ambiental. Dentre elas estão o arapaçu-de-bico-branco (*Xiphorhynchus picus*), o arapaçu-grande (*Dendrocolaptes platyrostris*) e o arapaçu-beija-flor (*Campylorhamphus trochilirostris*) (ver foto em Anexo VIII).

- **Savana (Cerrado)**

Os ambientes de Cerrado *stricto sensu* estão pouco representados ao longo da área de influência do AHE Estreito, e ocorrem apenas em áreas mais afastadas do vale do rio Parnaíba, onde o relevo é mais acidentado e predomina cobertura vegetal arbustivo-herbácea sobre solo raso, com poucas arvoretas.

Algumas aves típicas deste Bioma foram registradas notadamente nesse ambiente dentre elas a bandoleta (*Cypsnagra hirundinacea*), o suiriri-cinzento (*Suiriri suiriri*), o sertanejo (*Sublegatus modestus*), o bacurauzinho (*Chordeiles pusillus*), a seriema (*Cariama cristata*) e o campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*), este último ameaçado de extinção (IUCN,2008).

A presença de espécies que ocorrem predominantemente no bioma Cerrado, como a perdiz (*Rhynchotus rufescens*), convivendo no mesmo ponto com espécies da mesma família, de hábitos semelhantes, e típicas do Bioma Caatinga, como codorna-do-nordeste (*Nothura boraquira*), evidencia uma característica transicional da área.

Esta característica de transição entre Cerrado e Caatinga, foi observada não somente em área aberta no entorno do ponto 64, onde as duas espécies foram registradas, mas na maioria dos pontos amostrados na área de influência do empreendimento, onde representantes dos dois Biomas foram registrados lado a lado.

- **Áreas Úmidas**

De maneira geral, observou-se que as áreas úmidas ao longo da área de influência do AHE Estreito encontram-se bastante descaracterizadas devido ao intenso uso para atividades agro-pastoris.

As áreas úmidas amostradas durante as campanhas de campo do AHE Estreito se concentraram nas imediações de Barão de Grajaú, e abrangeram dois pontos extras com um ambiente de brejo perene e um brejo intermitente, ambos com pequena extensão.

Embora estas áreas úmidas estejam sujeitas a pressões antrópicas, os levantamentos nestes pontos revelaram a presença de pelo menos 15 espécies paludícolas incomuns ou que não foram registradas nos outros pontos de amostragem.

Espécies mais exigentes ecologicamente como a garça-real (*Pilherodius pileatus*) e o cabeça-seca (*Mycteria americana*) são raras, e provavelmente ocorrem com mais frequência em brejos e lagoas situadas em áreas mais afastadas da calha do rio Parnaíba. Apenas um indivíduo de cabeça-seca foi observado durante os trabalhos de campo, enquanto sobrevoava a grande altura a área do ponto 64.

Notou-se também a presença de algumas aves que ocorrem predominantemente no Bioma Caatinga, e que foram registradas principalmente no entorno das áreas úmidas com a presença de carnaúbas, como a codorna-do-nordeste (*Nothura boraquira*), o corrupeirão (*Icterus jamacaii*) e o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*).

Algumas destas espécies estavam utilizando as áreas úmidas como sítios reprodutivos durante a primeira campanha de campo, dentre elas o asa-de-telha-pardo (*Agelaioides fringillarius*), o casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*), o golinho (*Sporophila albogularis*) e o garibaldi (*Chrysomus ruficapillus*; **Foto 6.1.5.1-3**).

#### 6.1.5.1.3.2. Espécies Raras, Bioindicadoras, Ameaçadas e de Valor Cinegético

A avaliação das características da avifauna foi efetuada com base na presença/ausência de espécie indicadoras, que ocorrem nas áreas mais íntegras. Cabe notar que de maneira geral não foram registradas espécies com exigências ecológicas mais estritas na área de influência do AHE Estreito.

No que se refere às espécies ameaçadas de extinção registradas na área de influência do empreendimento, apenas a campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*) é citada como ameaçada, na categoria “quase ameaçada”, segundo critérios definidos pela IUCN (2008).

A campainha-azul é um representante típico do Domínio do Cerrado, que habita em geral formações vegetais mais abertas, como campos cerrados. Nesta ocasião, um indivíduo adulto foi observado enquanto vocalizava em meio a uma vegetação rasteira composta de gramíneas e raros arbustos.

#### 6.1.5.1.3.3. Avaliação do Esforço Amostral

Os trabalhos realizados durante as campanhas de campo permitiram um bom conhecimento da área e de sua avifauna, num contexto local e biogeográfico, além de fornecerem dados suficientes para a avaliação dos impactos a serem gerados pelo empreendimento.

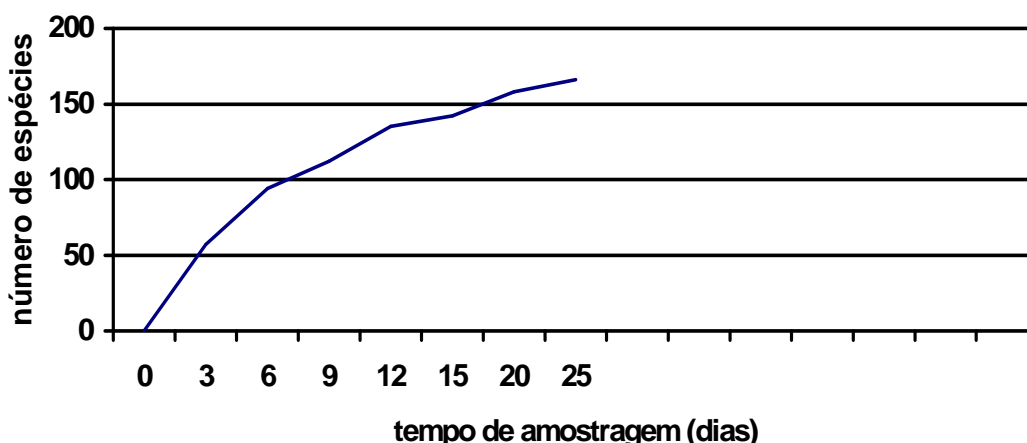
Vale ressaltar que a utilização da bioacústica, com reconhecimento auditivo das vocalizações das aves e utilização da técnica de “play-back”, contribuiu sobremaneira para a eficiência das amostragens.

A utilização desta metodologia permitiu atingir durante o inventário de avifauna um bom número de espécies para a área de influência do empreendimento, e também permitiu a detecção de espécies importantes no que se referem à conservação, aves endêmicas e ameaçadas de extinção, que norteiam as análises de impactos e os programas de monitoramento e resgate de fauna.

O número de espécies registrado na primeira campanha foi de 142 e o acréscimo obtido na segunda campanha foi de 24 espécies, ou 16,9 %, dentre as quais 5 espécies foram registradas apenas em pontos extras não amostrados durante a primeira campanha. O incremento de espécies considerado para os pontos amostrados na primeira campanha foi, portanto, de 19 espécies num total de 142, ou seja, 13,38 %.

Esta análise comparativa entre os dados obtidos nas duas campanhas de campo, permite avaliar que para a quase totalidade dos pontos amostrados, a estabilização da curva espécies/tempo foi obtida ainda durante a primeira campanha, pois durante a segunda campanha de campo o incremento de novas espécies nas listagens previamente obtidas nos pontos de amostragem foi inferior a 15 %.

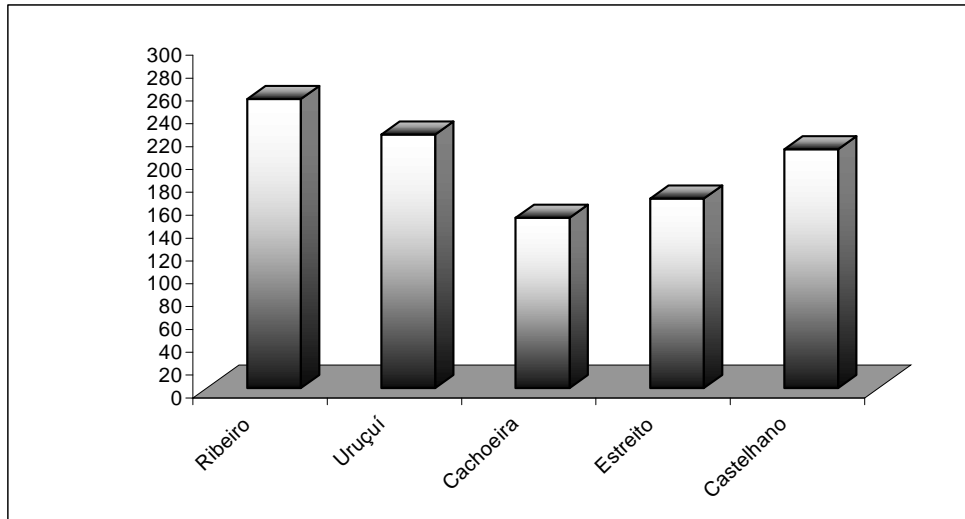
Dentre as 142 espécies registradas na primeira campanha de campo, 103 (ou 72,5 %) foram registradas novamente na segunda campanha. Estes números reiteram a eficiência das amostragens, e demonstram que a estabilização da curva espécies/tempo foi realmente alcançada para os pontos de amostragem, conforme ilustrado no **Gráfico 6.1.5.1-1**.



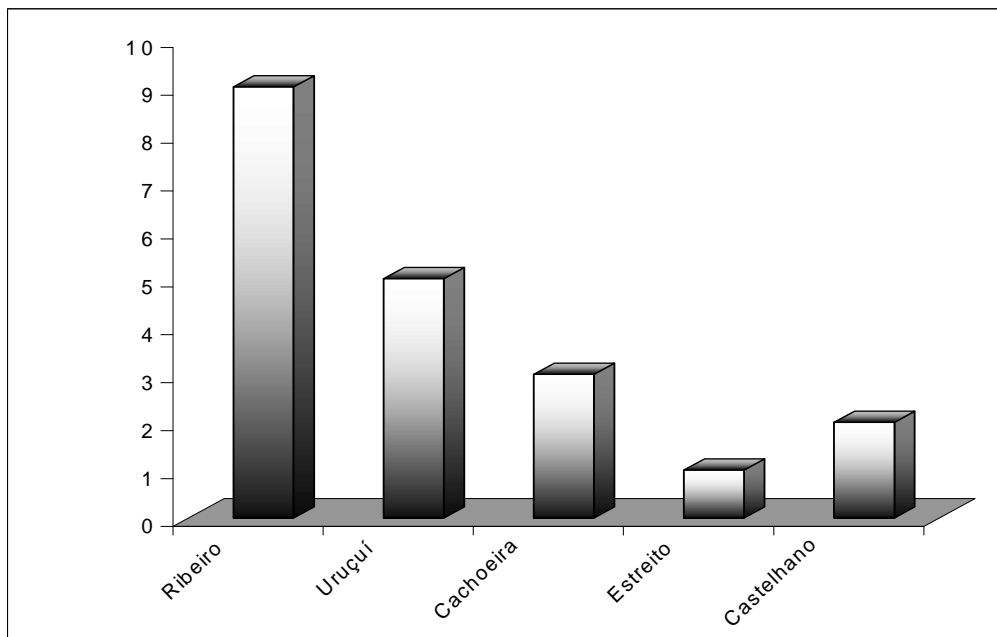
**Gráfico 6.1.5.1-1** – Curva acumulativa de espécies por unidade de tempo.

Inventários de avifauna realizados pela mesma equipe, durante o mesmo período, em outros quatro AHEs com características similares, situados ao longo do rio Parnaíba, a montante e jusante do AHE Estreito, fornecem dados comparativos em relação àqueles obtidos neste empreendimento.

A riqueza específica de aves detectada no AHE Estreito foi uma das mais baixas dentre os cinco AHEs, e o número de espécies ameaçadas de extinção se mostrou o mais baixo de todos, indicando que a área é uma das mais pobres em espécies da região, conforme ilustrado nos **Gráficos 6.1.5.1-2 e -6.1.5.1-3**.



**Gráfico 6.1.5.1-2** – Riqueza específica de aves em cinco AHEs no rio Parnaíba.



**Gráfico 6.1.5.1-3** – Número de espécies de aves ameaçadas de extinção em cinco AHEs no rio Parnaíba

No que se refere à forma de obtenção dos dados, no AHE Estreito houve uma alteração em relação ao que havia sido previsto no plano de trabalho, em função das condições verificadas em campo.

Inicialmente estavam previstas amostragens em transecções com 500 metros de extensão, ao longo das quais seriam definidos pontos de amostragem com 50 metros de raio. Logo no início dos trabalhos de campo, percebeu-se que em função dos trabalhos se realizarem em ambientes abertos (savanas), onde há baixa densidade de aves, e principalmente pelo fato dos trabalhos de campo se desenvolverem durante o período de descanso reprodutivo da maioria das espécies, esta forma de obtenção de dados se mostrou muito pouco eficiente em relação ao objetivo principal dos trabalhos. Isso é resultado do fato de que durante o período de descanso reprodutivo, a maioria das espécies se agrupa em bandos mistos de aves, com o objetivo de otimizar a busca por alimento e minimizar a ação de predadores.

Ao longo das primeiras transecções inventariadas, observou-se que as amostragens produziam bom resultado apenas quando naquele ponto se localizava um bando misto, ao passo que nos demais pontos da transecção, o número de espécies registrado era extremamente baixo ou nulo. Observou-se também que a distância percorrida ao longo da transecção, entre um ponto onde havia um bando misto e outro, muitas vezes foi superior a 500 m, ou seja, superior à própria extensão estabelecida para a transecção.

Em face destes resultados preliminares, e de comum acordo com a coordenação dos trabalhos, optou-se por realizar uma amostragem única ao longo de cada transecção, e foi estabelecida como critério de suficiência amostral, a estabilização da curva de espécies/tempo obtida em cada transecção, considerando sempre um tempo mínimo de permanência de uma hora em cada uma.

Como forma de complementar as amostragens, e tendo sempre em mente a importância dentro do escopo dos trabalhos de se localizar espécies de especial interesse para a conservação (bioindicadoras, endêmicas e ameaçadas), foram estipuladas transecções extras, definidas a partir de indícios obtidos em campo sobre a relevância destas áreas para o grupo avifauna.

As amostragens realizadas nestas transecções se mostraram bastante produtivas, tanto pela riqueza específica de aves encontrada nestas áreas, como pela detecção de espécies não registradas nos pontos previamente selecionados, e ainda em decorrência do registro de várias espécies de interesse para conservação nestas transecções.

Nos levantamentos por pontos do grupo avifauna, realizados nos últimos anos na América Tropical, a substituição da padronização de tempo de amostragem pela padronização da suficiência amostral através da estabilização na curva espécies-tempo, foi discutida por muitos autores contemporâneos (Blondel *et al.*, 1981; Blake e Loiselle, 2001; Fjeldsa, 1999; Rappole *et al.*, 1998; Hasselmayer e Quinn, 2000), bem como os efeitos negativos da padronização de tempo de amostragem em levantamentos quali-quantitativos (Smith *et al.*, 1998).

Recentemente foram propostas e testadas novas metodologias utilizando este mesmo princípio, dentre os quais se destacam os trabalhos de Mackinnon e Philipps, (1993), Pousen *et al.*, (1997a e 1997b), Bibby *et al.* (2000) e Herzog *et al.* (2002). Análises comparativas demonstrando maior eficiência destas novas metodologias foram apresentadas por Baltanás (1992), Walther e Martin (2001), Walther e Morand (1998) e Whitman *et al.* (1997).

No que se refere aos estudos realizados na bacia do rio Parnaíba, os dados obtidos corroboraram os estudos apontados acima. Conforme citado nos relatórios, a não-



padronização do tempo de amostragem nos levantamentos permitiu a realização de amostragens em pontos extras, que vieram a complementar os levantamentos dos pontos previamente selecionados, com um incremento significativo na riqueza de espécies, e mais ainda, com um incremento significativo no número de espécies ameaçadas de extinção, consideradas espécies-chave para análises de impacto em empreendimentos desta natureza.

Tomando-se como exemplo o AHE Ribeiro Gonçalves, a riqueza específica de aves atingiu 253 espécies, dentre as quais, 30 (11,86 %) foram registradas exclusivamente em pontos extras. Quanto às espécies ameaçadas de extinção, dentre as nove registradas para a área, três (33%) foram registradas exclusivamente em pontos extras.

Estes números demonstram claramente que forma de padronização da suficiência amostral através da estabilização na curva espécies-tempo em substituição à padronização de tempo nas amostragens, foi determinante na otimização das amostragens e conseqüentemente no enriquecimento das análises.

Levando-se em conta que o número de pontos de amostragem previamente selecionados e efetivamente trabalhados para o grupo avifauna nos cinco empreendimentos foi de 101, e que o número total de pontos extras amostrados foi de 26 (25,74%), considera-se que os pontos extras de amostragem cumpriram o papel de réplicas temporais, minimizando eventuais lacunas amostrais. O elevado volume de dados obtido durante os trabalhos de campo demonstrou a grande eficiência da metodologia utilizada.

#### 6.1.5.4. *Referências Bibliográficas*

As referências bibliográficas do **item 6.1.5.1.** estão compiladas no **item 9.1.5.1.5 (Volume II, Tomo III, Capítulo 9.1.5.1)**, conjuntamente às referências sobre a AID.

## Anexo VIII

# Documentação Fotográfica - Avifauna

## AHE Estreito



Foto 6.1.5.1-1

Brejo com abundância de vegetação aquática no ponto AV-1 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009.



Foto 6.1.5.1-2 –

Frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*) Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009.





**Foto 6.1.5.1-3**

Garibaldi (*Chrysomus ruficapillus*) no ninho com filhotes Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009.

#### 6.1.5.2. Mastofauna

##### 6.1.5.2.1. Metodologia

###### 6.1.5.2.1.1. Pequenos mamíferos

O levantamento de pequenos mamíferos utilizou duas metodologias de amostragem, através do uso de armadilhas tipo “live-trap” e de queda (“pitfall”). As capturas foram realizadas entre os dias 17 de fevereiro e 17 de março e entre 22 de maio e 18 de junho de 2009, nas diversas fitofisionomias existentes.

. **Live-traps:** Foram estabelecidas linhas de captura, com estações a cada 20 m, utilizando armadilhas Sherman® (8 x 8 x 23 cm) e Tomahawk® (14 x 14 x 40 cm), sendo a primeira em cada estação de captura e a segunda em estações alternadas. Cada linha apresentava 10 estações com 15 armadilhas cada, colocadas nas proximidades dos pitfalls. As armadilhas permaneceram ativas por períodos de 8 noites consecutivas. As armadilhas distaram 2–4 m entre si. Como isca utilizou-se banana, amendozem (pasta de amendoim) associado à amêndoa de coco babaçu queimada.

. **Pitfalls:** A distribuição dos pitfalls seguiu aquela proposta para a herpetofauna, onde foram utilizados 15 baldes de 60 litros por parcela. Baldes com esta capacidade são eficientes para amostrar a comunidade dos pequenos mamíferos como um todo, e não apenas os micro-mamíferos, como ocorre com os baldes de menor tamanho. Estes permaneceram ativos por oito noites consecutivas.

Os animais capturados nas duas técnicas foram identificados, medidos, sexados e verificados para condição reprodutiva. Exemplares de espécies cuja identificação no campo não pôde ser precisa foram coletados para posterior confirmação/identificação em museu. Os demais foram marcados com esmalte de unha e soltos no mesmo local. As fêmeas foram consideradas como adultas e/ou “ativamente reprodutivas” quando em fase de lactação ou prenhez, ou quando apresentavam indicativos de procriação prévia. Os machos foram considerados como adultos ou sub-adultos em função do tamanho corporal e da dimensão dos testículos.

###### 6.1.5.2.1.2. Mamíferos de médio e grande porte:

A identificação das espécies de mamíferos terrestres, excluídos os de pequeno-porte, foi feita através de visualização direta e indireta (carcaças, rastros, fezes, odores, tocas, arranhados, vocalizações e registros fotográficos).

. **Rastros:** Para cada local de amostragem foram registradas apenas a presença ou ausência de vestígios (rastros, tocas, etc.) de cada espécie. Estes foram obtidos tanto através de transectos de 500 m de comprimento, como através de procura ativa, tendo esta última técnica se mostrado bem mais produtiva.

. **Armadilhas fotográficas:** Na primeira campanha, as estações de armadilhamento fotográfico foram dispostas a distâncias mínimas de 800 –1.500 m em grandes blocos de áreas nas diversas fitofisionomias existentes. Em cada um destes blocos amostrais foram utilizadas 30 – 34 unidades. Na segunda campanha foram utilizadas 47 unidades dispostas



em diversos pontos amostrais previamente estabelecidos, e outros alternativos, procurando manter o mesmo distanciamento mínimo da campanha anterior. As armadilhas sempre foram instaladas fora da área usada pelos inventários dos demais grupos, pois sua presença concomitante com os pesquisadores no mesmo local afetaria a probabilidade de capturas. Foram utilizadas iscas atrativas como sardinha, bacon defumado, banana, maçã e essências de coco e baunilha em cada estação, a fim de maximizar os registros fotográficos. As armadilhas fotográficas permaneceram ativas por 10 noites consecutivas em cada bloco/região ou em cada ponto.

. **Entrevistas:** Visando a complementação da listagem de espécies, também foram realizadas entrevistas e feito registro de todas as espécies localizadas fora dos pontos previamente estabelecidos. A identificação, nesse caso, foi feita utilizando-se de diferentes meios, principalmente por visualizações, como animais atropelados, mantidos em cativeiro nas residências, peles, crânios, etc. As entrevistas foram cuidadosamente conduzidas a fim de evitar respostas induzidas. Só foram consideradas as informações tidas como irrefutáveis, ou seja, aquelas onde o entrevistado consegue fazer uma descrição correta da(s) espécie(s) acompanhada por sua identificação através de guia de campo com fotos ou pranchas coloridas. Uma descrição das características biológicas também é interessante de ser obtida (mas não imprescindível) para algumas espécies de identificação mais duvidosa.

#### 6.1.5.2.1.3. Quirópteros

O levantamento de morcegos foi realizado através do uso de redes de neblina, dispostas tanto linearmente quanto separadamente a distâncias de 10 m (L. Aguiar, E. Fisher, com. pess.). Foram utilizadas redes com 6 e 12 metros de comprimento por 3 metros de largura e malha de 20 mm. Na primeira campanha as redes permaneceram abertas das 17:30 às 00:30h, por três noites consecutivas, em nove pontos amostrais, enquanto que nas demais campanhas o procedimento foi realizado em apenas uma noite, haja vista este procedimento das três noites ter-se mostrado extremamente inadequado ao grupo. As capturas foram realizadas nas diversas fitofisionomias da região. Os indivíduos capturados, cuja identificação não foi possível em campo, foram coletados para identificação mais precisa em museu, respeitando o número máximo de dois espécimes, por espécie, por ponto. Aqueles com suficiente número de exemplares já coletados foram marcados e soltos.

#### 6.1.5.2.1.4. Análise dos dados:

Em relação à abundância, as espécies de mamíferos foram classificadas como comum (C), pouco freqüente (PF) e rara (R), de acordo com a quantidade de registros obtidos para as mesmas. Para categorização das ocorrências por tipo de biomas, sendo estes: Amazônia (Am), Cerrado (Ce), Caatinga (Ca) e Mata Atlântica (MA), seguimos Fonseca *et al.* (1996).

Para o cálculo das freqüências de ocorrência das áreas de influência direta e indireta (AID e AII) de cada reservatório, foi considerado o total de registros de todas as espécies conjuntamente, sem distinção por grupo (pequenos, médio-grande, morcegos). Já para as análises das freqüências do reservatório como um todo (sem distinção de área de influência) considerou-se cada grupo separadamente, conforme apresentação dos dados nas respectivas tabelas.

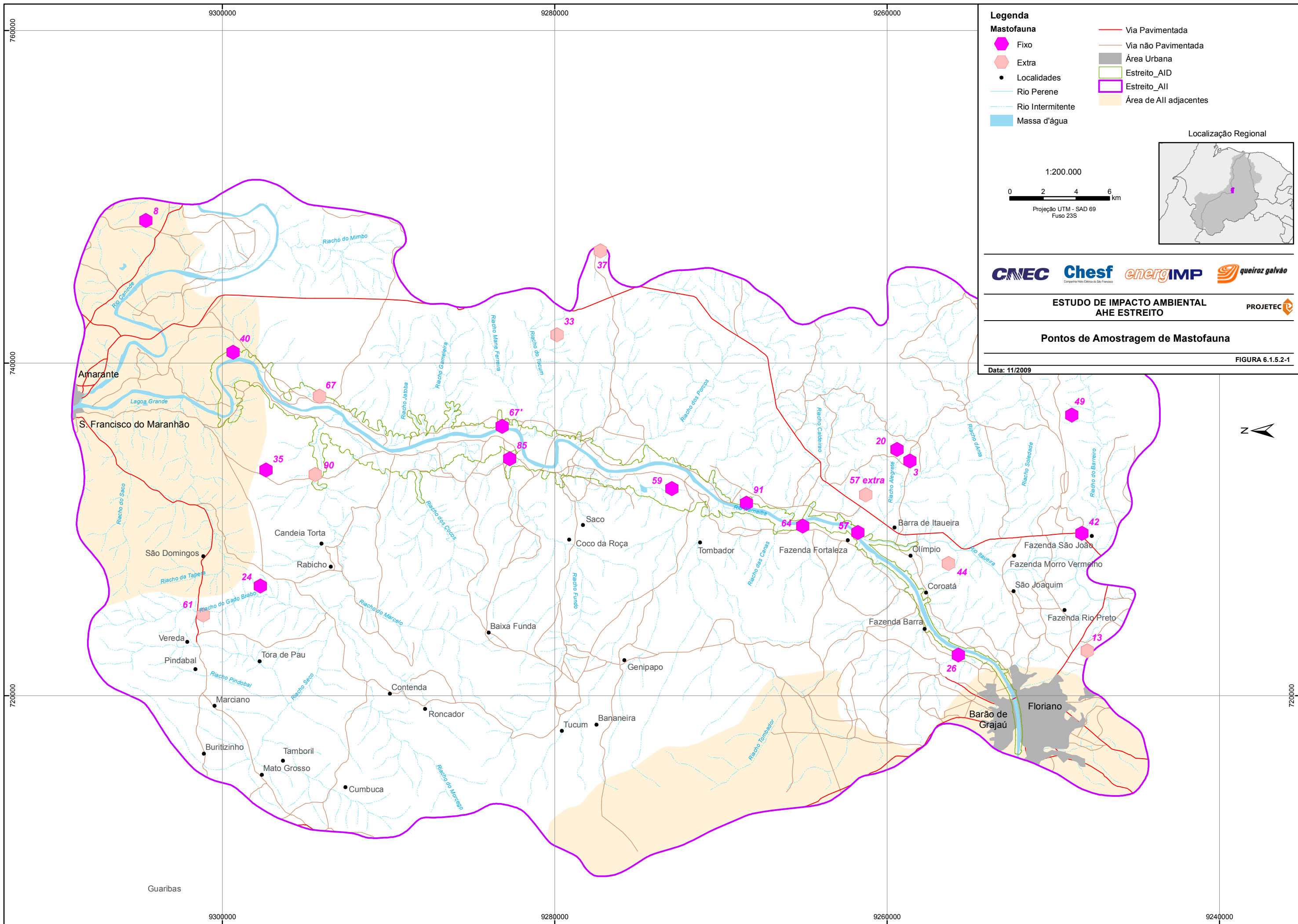
Foram calculados, para cada reservatório, os índices de diversidade de Shannon e Simpson para os grupos de pequenos mamíferos, morcegos e mamíferos de médio-grande porte,

através do Software Bio-Dap. Para os dois primeiros grupos foram utilizados os totais de capturas, enquanto que para o último, foi utilizado o número de pontos amostrais onde estavam presentes em cada reservatório (já que para cada ponto amostral registrou-se apenas a presença-ausência das espécies). Comparou-se também a similaridade entre os reservatórios através dos índices de Jaccard (qualitativo) e Morista-Horn (quantitativo). Ambos variam entre 0 (nenhuma similaridade) e 1 (total semelhança). O índice de Jaccard compara as listas de espécies (presença-ausência) entre as áreas, enquanto o de Morista-Horn leva em consideração a abundância de cada espécie. Para as análises estatísticas foram utilizados os dados brutos de registros de ocorrência, desconsiderando os dados de pontos extras. Para as comparações entre as áreas de influência e grupos de formação vegetal foi usado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (one way ANOVA on ranks), uma vez que não foi verificada normalidade dos dados para uso de teste paramétrico (Zar, 1999). Os testes foram processados no software ©Sigma Stat (ver. 2.0), considerando o nível de significância de  $\alpha = 0.05$ .

#### 6.1.5.2.1.5. Pontos de amostragem:

Os pontos de amostragem estão listados na **Tabela 6.1.5.2-1**, com suas respectivas fitofisionomias, e apresentados na **Figura 6.1.5.2-1**. De maneira geral, observa-se que a área de Estreito abrange áreas de Cerrado com influência do bioma da Caatinga. Entretanto, na região de Tasso Fragoso a Uruçuí, do ponto de vista do Parnaíba como um todo, observa-se uma fisionomia de Cerrado típico, enquanto que na área de Parnarama observa-se maior influência amazônica. A influência amazônica é perceptível principalmente pela presença das matas de babaçu, enquanto que a transição com a Caatinga pode ser percebida pela presença de alguns cactos e da carnaúba (ver seção de flora para maiores detalhes).

Na região do AHE Estreito foram amostrados 26 pontos, sendo 23 consolidados e 3 pontos extras. Os pontos abrangeram tanto fisionomias savânicas quanto de mata, em ambas as áreas de influência (AID e AII), conforme apresentado na **Tabela 6.1.5.2-1**. Observações pontuais também foram realizadas ao longo de toda região, em ambas as áreas de influência, complementando o levantamento. Grande parte dos pontos extras foi estabelecida em áreas acessíveis e que apresentassem lacunas de pontos amostrais. Do ponto de vista de toda a área do Parnaíba, entre Tasso Fragoso e Parnarama, os pequenos mamíferos foram amostrados em 64 pontos, os mamíferos de médio-grande porte em 165 e os quirópteros em 92.



**Legenda**

**Mastofauna**

- Fixo (Pink hexagon)
- Extra (Red octagon)
- Localidades (Black dot)
- Rio Perene (Blue line)
- Rio Intermitente (Light blue dashed line)
- Massa d'água (Blue area)
- Via Pavimentada (Red line)
- Via não Pavimentada (Brown line)
- Área Urbana (Grey area)
- Estreito\_AID (Green outline)
- Estreito\_AII (Purple outline)
- Área de AII adjacentes (Yellow area)

Localização Regional

1:200.000

0 2 4 6 km

Projeção UTM - SAD 69  
Fuso 23S

**CNEC Chesf energIMP queiroz galvão**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL AHE ESTREITO**

**Pontos de Amostragem de Mastofauna**

ProjeteC

Data: 11/2009

FIGURA 6.1.5.2-1



Guaribas

Barão de Grajaú  
Floriano

Amarante  
S. Francisco do Maranhão

São Domingos

Vereda

Pindabal

Marciano

Buritizinho

Tamboril

Mato Grosso

Cumbuca

Candeia Torta

Rabicho

Tora de Pau

Contenda

Roncador

Baixa Funda

Genipapo

Tucum

Bananeira

Saco

Coco da Roça

Tombador

Fazenda Fortaleza

Fazenda Barra

Coroatá

Barra de Itauera

Olimpio

Fazenda São João

Fazenda Morro Vermelho

São Joaquim

Fazenda Rio Preto

**Tabela 6.1.5.2-1.** Localidades amostradas nas duas campanhas na área de influência da AHE Estreito, MA/PI.

Ponto	Ambiente	Coordenada	Pequenos	Médio-Grande	Morcegos
Est 03	Savana All	23M 0734117/9258619		Vestígio	x
Est 08	Mata - All	23M 0748585/9304606	pitfall/livetrap	vestígio/entrev	x
Est 13 alternativo	Savana - All	23M 0722707/9247956		Vestígios	
Est 20	Mata- All	23M 0734807/9259407		Vestígio	x
Est 24	Mata - All	23M 0726595/9297706	pitfall	Vestígio	x
Est 26	Savana - All	23M 0722459/9255718	pitfall/livetrap	vestígio/entr	x
Est 33	Mata - All	23M 0741709/9279856		Vestígio	
Est 35	Savana - All / All - LT	23M 0733578/9297372	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 37	Savana - All	23M 0746759/9277257		Vestígio	
Est 42	Mata - All	23M 0729760/9248280	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 44	Mata - All	23M 0727956/9256306		Entrevista	x
Est 57 alternativo	Mata - All	23M 0732079/9261282	livetrap	Vestígio	
Est 61	Mata - All / AID - LT	23M 0724858/9301156		Vestígio	
Est 17	Savana - AID	23M 0520032/9220822	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 38	Mata - AID	herpeto	pitfall	Vestígio	
Est 40	Mata - AID	23M 0740662/9299358	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 49	Savana - AID	23M 0736884/9248890	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 57	Mata- AID	23M 0731722/9261498	pitfall/livetrap	Vestígio	x
Est 59	Savana AID	23M 0732459/9272959		Vestígio	x
Est 64	Mata AID	23M 0730211/9265072		Vestígio	x
Est 67	Savana - AID	23M 0738009/9294155		Entrevista	x
Est 67'	Savana - AID	23M 0736208/9283158		Vestígio	
Est 85	Savana AID	23M 0734253/9282702		Vestígio	x
Est 90	Mata - AID	23M 0733309/9294407		Vestígio	
Est 91	Savana- AID	herpeto	pitfall	Vestígio	x
Est 91 alternativo	Savana - AID	23M 0731571/9268460	pitfall	Vestígio	

#### 6.1.5.2.2. Caracterização da Mastofauna da Área de Influência Indireta:

Na área de influência indireta (All) foram identificadas 44 espécies de mamíferos, o que representaria 83% das espécies encontradas em todo o AHE Estreito, e 37.3% do total de espécies identificadas para toda a área do Rio Parnaíba entre Tasso Fragoso e Parnarama (**Tabelas 6.1.5.2-2 e -3**). Destas, 5 foram consideradas ameaçadas de extinção, nacional ou regionalmente, ou de especial interesse.

Todas as espécies com maior frequência de ocorrência são comumente encontradas em áreas do bioma Cerrado. Dos pequenos mamíferos, as espécies mais frequentemente encontradas foram os marsupiais *Gracilinanus* cf. *agilis* (13.8% do total geral de todos os registros de mamíferos na All), *Marmosa murina* (9.5%) e *Monodelphis domestica* (6.3%). Na All deste reservatório os pequenos roedores apresentaram baixa representatividade. Esta maior abundância de pequenos marsupiais e baixa frequência de pequenos roedores pode ser um indicativo de distúrbios ambientais, conforme observado para outras áreas de estudo (Oliveira, obs. pess.). Das espécies de médio-grande porte os registros mais abundantes foram para a raposa (*Cerdocyon thous* – 5.3%), seguida pelo soim (*Callithrix jacchus*). Dentre as espécies de quirópteros, a maior abundância de registros foi para *Carollia perspicillata* (10.1%) e *Artibeus lituratus* (2.1%).

Não foi observada nenhuma diferença significativa na diversidade (riqueza-abundância) de mamíferos entre as fisionomias savânicas e de mata na All ( $H = 0,877$ ,  $P = 0,349$ ), seguindo ao mesmo padrão observado em outras áreas ou em toda a região como um todo. Maiores detalhes sobre a mastofauna encontram-se no item “Considerações gerais sobre a mastofauna”.

Considerando as espécies ameaçadas de extinção ou de especial interesse de toda a região do Parnaíba entre Taso Fragoso e Parnarama (MA/PI), ocorrem na All de Estreito apenas 5 espécies, sendo quatro de felinos e o caititu (*Tayassu tajacu*). Apesar disso, é relevante a presença destas espécies, inclusive da onça-vermelha (*Puma concolor*); apesar do fato de que quase todas as espécies tenham apresentado frequência de ocorrência baixa (ca. 1%). Esse fato é resultado da considerável ação antrópica presente na área. O caititu, por exemplo, é comum em outras regiões de Cerrado do Maranhão por possuir características biológicas que permitem que a espécie suporte uma boa pressão de caça e ainda assim se mantenha, entretanto, o mesmo não é observado para estas áreas impactadas do Rio Parnaíba.

Os registros fotográficos de alguns exemplares encontrados na Área de Influência Indireta do AHE Estreito podem ser observados no conjunto de **fotos 6.1.5.2-1 a 6.1.5.2-4** (ANEXO IX).



**Tabela 6.1.5.2-2.** Lista das espécies de mamíferos encontrados na região da AHE Estreito, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
DIDELPHIMORPHIA					
Didelphidae					
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	C, A, F	FI, Ce	C	Est 57
<i>Didelphis albiventris</i>	Mucura	C, F	FI, Ce	C	Est 35, 17, 57, 40
<i>Monodelphis domestica</i>		C, A	FI, Ce	C	Est 2, 24, 26, 17, 57, 40, 42, 49, 57
<i>Gracilinanus agilis</i>		C	FI, Ce	C	Est 42, 57alt
<i>Marmosa murina</i>		C	FI, Ce	C	Est 8, 42, 57alt, 17, 26, 35, 40, 49
PILOSA					
Myrmecophagidae					
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mambira	F, K, I, E	FI, Ce	C	Est 3, 24, 44, 91
CINGULATA					
Dasypodidae					
<i>Cabassous unicinctus</i>	Tatu-rabo-de-couro	K, I, E	FI, Ce	C	Est 37, 38, 59, Rib 3, 11, 26, 43
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatu-china	K, I, E	Ce	C	Est 91
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-verdadeiro	F, I, E	FI, Ce	C	Est 17, 37, 44, 91, 67'
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	F, I, E	FI, Ce	C	Est 35, 38, 44, 91
CHIROPTERA					
Phyllostomidae					

**Legenda:**

cf = a confirmar; \* = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2003); \*\* = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997); CR = criticamente ameaçada de extinção no Maranhão, EP = em perigo de extinção no Maranhão, VU = vulnerável à extinção no Maranhão;

Registro: C = captura, A = avistamento, F = fotografia, I = indícios indiretos, K = carcaça, E = entrevista;

Ambiente: FI = fisionomias de mata, Ce = fisionomias de cerrado (sensu stricto, campo cerrado), R = rio;

Status de abundância: C = comum, PF = pouco freqüente, R = raro.

Cont.

**Tabela 6.1.5.2-2.** Lista das espécies de mamíferos encontrados na região da AHE Estreito, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Phyllostomus discolor</i>		C	FI, Ce	C	Est 59
<i>Phyllostomus hastatus</i>		C	FI, Ce	PF	Est 59
<i>Artibeus obscurus</i>		C	FI, Ce	C	Est 61
<i>Artibeus gnomus</i>		C	FI, Ce	C	Est 61
<i>Artibeus lituratus</i>		C	FI	PF	Est 26, 42
<i>Artibeus cinereus</i>		C	FI	C	Est 61
<i>Artibeus sp.</i>		C	FI, Ce	C	Est 26
<i>Carollia perspicillata</i>		C	FI, Ce	C	Est/Cas 23, Est 61,57, 40, 24, 35, 40, 59, 26, 42, 64, 85
<i>Glossophaga soricina</i>	Morcego beija-flor	C	FI, Ce	C	Est 61, 40, 3
<i>Glossophaga sp.</i>	Morcego-beija-flor	C	FI, Ce	R	Est 61
<i>Micronycteris minuta</i>		C	FI, Ce	C	Est 67
<i>Lophostoma silvicollum</i>		C	Ce	R	Est 40
<i>Mimon crenulatum</i>		C	FI, Ce	C	Est/Cas 23
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>		C	FI, Ce	C	Est 20
<i>Sturnira lilium</i>		C	FI, Ce	R	Est 24
Mormoopidae					
<i>Pteronotus parnellii</i>		C	FI	PF	Est 24

**Legenda:**

cf = a confirmar; \* = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2003); \*\* = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997); CR = criticamente ameaçada de extinção no Maranhão, EP = em perigo de extinção no Maranhão, VU = vulnerável à extinção no Maranhão;

Registro: C = captura, A = avistamento, F = fotografia, I = indícios indiretos, K = carcaça, E = entrevista;

Ambiente: FI = fisionomias de mata, Ce = fisionomias de cerrado (sensu stricto, campo cerrado), R = rio;

Status de abundância: C = comum, PF = pouco freqüente, R = raro.

Cont.

**Tabela 6.1.5.2-2.** Lista das espécies de mamíferos encontrados na região da AHE Estreito, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
Vespertilionidae					
<i>Myotis nigricans</i>		C	FI	R	Est 40
Molossidae					
<i>Molossops</i> sp.		C	Ce	R	Est 57
PRIMATES					
Callithrichidae					
<i>Callithrix jacchus</i>	Soim	A, E	FI, Ce	C	Est 3, 8, 38, 44, extra 1
Atelidae					
<i>Alouatta belzebul</i>	Guariba	E	FI	R	Est 3
CARNIVORA					
Canidae					
<i>Pseudalopex vetulus</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Est 8, 20, 38, 67', 91, extra 40
<i>Cercopithecus thous</i>	Raposa	A, F, K, I, E	FI, Ce	C	Est 3, 20, 26, 33, 37, 38, 44, 49, 57, 67, 90, 91
Procyonidae					
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	F, I, E	FI, Ce	C	Est 3, 17, 38, 44, 57, 64
Mustelidae					
<i>Eira barbara</i>	Papa-mel	A, E	FI, Ce	R	Est 3, 44
<i>Galictis cuja</i>	Furão	A, E	FI, Ce	R	Est 3

**Legenda:**

cf = a confirmar; \* = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2003); \*\* = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997); CR = criticamente ameaçada de extinção no Maranhão, EP = em perigo de extinção no Maranhão, VU = vulnerável à extinção no Maranhão;

Registro: C = captura, A = avistamento, F = fotografia, I = indícios indiretos, K = carcaça, E = entrevista;

Ambiente: FI = fisionomias de mata, Ce = fisionomias de cerrado (sensu stricto, campo cerrado), R = rio;

Status de abundância: C = comum, PF = pouco freqüente, R = raro.

Cont.

**Tabela 6.1.5.2-2.** Lista das espécies de mamíferos encontrados na região da AHE Estreito, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
** <i>Lontra longicaudis</i> (VU)	Lontra	I, E	R	R	Est 91
Mephitidae					
<i>Conepatus semistriatus</i>	Gambá	F, K, I, E	FI, Ce	PF	Est 3, 37
Felidae					
* <i>Leopardus wiedii</i> (VU)	Gato-peludo	F, I, E	FI, Ce	R	Est 3
* <i>Leopardus tigrinus</i> (VU)	Gato-macambira	C, F, K, I, E	FI, Ce	R	Est 3, 38, 44, 20, 59
* <i>Puma concolor</i> (VU)	Onça-vermelha	F, I, E	FI, Ce	R	Est 44, 91
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae					
<i>Tayassu tajacu</i>	Caititu	I, E	FI, Ce	PF	Est 3
Cervidae					
<i>Mazama americana</i>	Veado-mateiro	F, I, E	FI, Ce	PF	Est 3
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	F, I, E	FI, Ce	C	Est 57
RODENTIA					
Erithizontidae					
<i>Coendou prehensilis</i>	Cuandu	K, I, E	FI, Ce	PF	Est 3
Cricetidae					
<i>Oecomys</i> sp.		C	FI	C	Est 38

**Legenda:**

cf = a confirmar; \* = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2003); \*\* = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997); CR = criticamente ameaçada de extinção no Maranhão, EP = em perigo de extinção no Maranhão, VU = vulnerável à extinção no Maranhão;

Registro: C = captura, A = avistamento, F = fotografia, I = indícios indiretos, K = carcaça, E = entrevista;

Ambiente: FI = fisionomias de mata, Ce = fisionomias de cerrado (sensu stricto, campo cerrado), R = rio;

Status de abundância: C = comum, PF = pouco freqüente, R = raro.

Cont.

**Tabela 6.1.5.2-2.** Lista das espécies de mamíferos encontrados na região da AHE Estreito, Rio Parnaíba (MA/PI).

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO	AMBIENTE	STATUS	LOCALIDADE
<i>Rhipidomys macrurus</i>		C	Fl, Ce	PF	Est 38
<i>Calomys cf. expulsus</i>		C	Fl, Ce	C	Est 24, 35, 26, 57
<i>Wiedomys pyrrhorhinus</i>		C	Ce	PF	Est 26, 57
Caviidae					
<i>Galea spixii</i>	Preá	A	Ce	C	Est 26
Hydrochaeridae					
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	I, E	Fl, Ce, R	C	Est 38, 91
Agoutidae					
<i>Agouti paca</i>	Paca	F, I, E	Fl, Ce, R	C	Est 8, 40, 57
Dasyproctidae					
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Cutia	A, F, I, E	Fl, Ce	C	Est 3, 8, 24, 37, 38
Echimyidae					
<i>Thrichomys inermis</i>	Rabudo	C, F	Fl, Ce	C	Est 26, 8

**Legenda:**

cf = a confirmar; \* = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2003); \*\* = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997); CR = criticamente ameaçada de extinção no Maranhão, EP = em perigo de extinção no Maranhão, VU = vulnerável à extinção no Maranhão;

Registro: C = captura, A = avistamento, F = fotografia, I = indícios indiretos, K = carcaça, E = entrevista;

Ambiente: Fl = fisionomias de mata, Ce = fisionomias de cerrado (sensu stricto, campo cerrado), R = rio;

Status de abundância: C = comum, PF = pouco freqüente, R = raro.



**Tabela 6.1.5.2-3.** Frequência de ocorrência de mamíferos na área de influência indireta (AII) do AHE Estreito, Maranhão/Piauí.

ESPÉCIE	MATA – AII	SAVANA - AII
<i>Didelphis marsupialis</i>	0,00	0,53
<i>Didelphis albiventris</i>	1,07	0,00
<i>Monodelphis domestica</i>	3,21	3,21
<i>Gracilinanus cf. agilis</i>	10,70	3,21
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1,07	0,53
<i>Cabassous unicinctus</i>	0,00	1,07
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	0,00	0,53
<i>Euphractus sexcinctus</i>	0,53	1,07
<i>Artibeus obscurus</i>	0,53	0,00
<i>Artibeus gnomus</i>	0,53	0,00
<i>Artibeus lituratus</i>	1,60	0,53
<i>Artibeus cinereus</i>	0,53	0,00
<i>Artibeus sp.</i>	0,00	0,53
<i>Carollia perspicillata</i>	8,02	1,60
<i>Glossophaga soricina</i>	0,53	0,53
<i>Glossophaga sp.</i>	0,53	0,00
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>	0,00	0,53
<i>Callithrix jacchus</i>	1,07	1,07
<i>Alouatta belzebul</i>	0,00	0,53
<i>Pseudalopex vetulus</i>	0,53	1,60
<i>Cerdocyon thous</i>	1,07	4,28
<i>Procyon cancrivorus</i>	0,53	0,53
<i>Eira barbara</i>	0,53	0,53
<i>Galictis cuja</i>	0,00	0,53
<i>Conepatus semistriatus</i>	0,00	1,07
* <i>Leopardus wiedii</i>	0,00	0,53
* <i>Leopardus tigrinus</i>	0,53	0,53
* <i>Puma yagouaroundi</i>	0,53	0,53
* <i>Puma concolor</i>	0,53	0,00
* <i>Tayassu tajacu</i>	0,00	1,07
<i>Mazama americana</i>	0,00	0,53
<i>Coendou prehensilis</i>	0,00	0,53
<i>Calomys cf. expulsus</i>	0,53	1,60
<i>Galea spixii</i>	0,00	0,53
<i>Agouti paca</i>	0,53	0,00
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	1,60	1,07
<i>Marmosa murina</i>	20,32	5,35
<i>Wiedomys pyrrhorhinus</i>	0,00	0,53
<i>Thrichomys inermis</i>	0,53	0,53
<i>Dasyopus sp.</i>	0,53	0,53
<i>Mazama sp.</i>	0,53	0,00
<i>Didelphis sp.</i>	0,53	0,53
<i>Sturnira liliium</i>	1,60	0,00
<i>Pteronotus parnelli</i>	0,00	0,53

\* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse.

### 6.1.5.2.3. Referências Bibliográficas

O item foi contemplado conjuntamente ao item 9.1.5.2.5 (Tomo III – Capítulo 9)

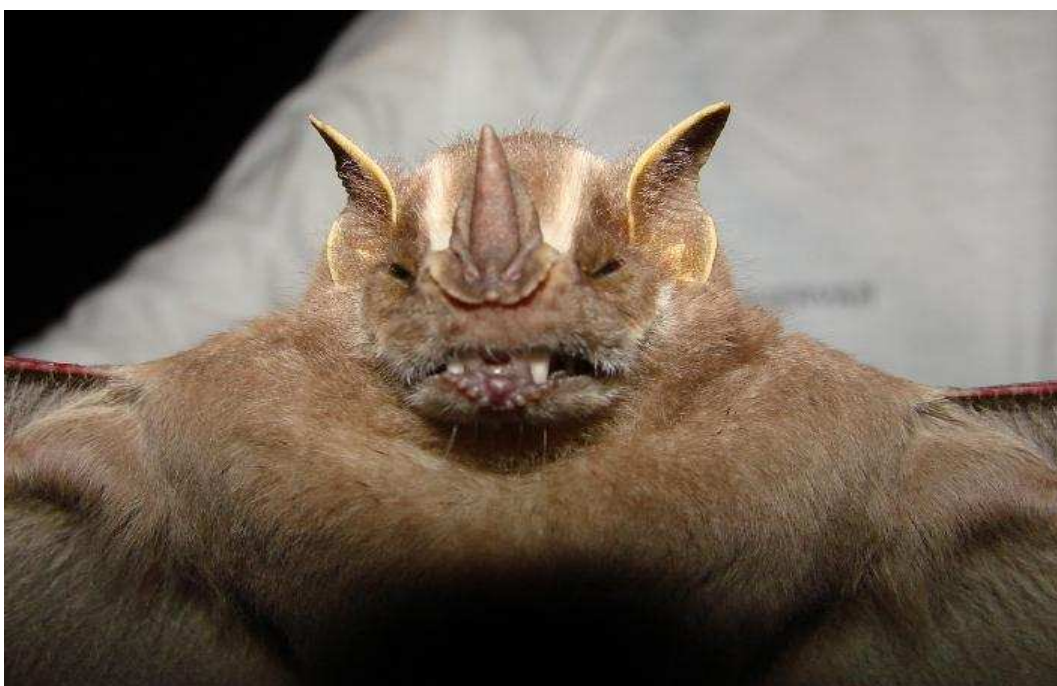
## **Anexo IX**

# **Documentação Fotográfica – Mastofauna**

## **AHE Estreito**



**Foto 6.1.5.2-1** *Pteronotus parnellii* – EST 24 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009



**Foto 6.1.5.2-2** *Plathyrrhinus lineatus* – EST 20 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009



**Foto 6.1.5.2-3** *Calomys expulsus* – EST 24 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009



**Foto 6.1.5.2-4** *Wiedomys pyrrhorhinus* – EST 26 Campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Estreito 2009



### 6.1.5.3. Herpetofauna

Apesar do grande aumento nos estudos registrados nas últimas décadas, a diversidade biológica do planeta ainda é pouco conhecida, principalmente nas regiões tropicais do globo, as quais sofrem um processo acelerado de extinção de espécies (Wilson, 1997).

O conhecimento sobre os répteis e anfíbios encontra-se disperso em muitas publicações, sejam revisões taxonômicas, descrições de novas espécies ou levantamentos faunísticos (Ávila-Pires *et al.*, 2007). Estudos relativos a jacarés e a quelônios são os mais abrangentes no que diz respeito à distribuição, taxonomia, *status* e ecologia das espécies (MMA, 2001). Muito provavelmente essa situação está relacionada ao pequeno número de espécies, se comparado ao grupo das serpentes, por exemplo, e também por serem animais de relevante importância econômica (MMA, 2001).

Além da grande diversidade de espécies, répteis e anfíbios ocupam posições importantes em cadeias tróficas, possivelmente controlando populações de invertebrados, bem como compondo a alimentação de invertebrados e outros vertebrados. Muitas das espécies são caracterizadas por uma estreita associação com o ambiente onde vivem, ocorrendo em um único habitat. Essa associação pode ser observada através da análise do padrão de distribuição das espécies nos diferentes habitats. Por exemplo, habitats com forte pressão antrópica (como roçados e pastagens) têm a diversidade de espécies de anfíbios reduzida praticamente pela metade quando comparados com aqueles habitats de floresta primária (Tocher *et al.*, 1997). Essa forte dependência do meio onde vivem faz com que algumas espécies se tornem potenciais indicadores da integridade do ambiente.

A utilização de inventários para a avaliação dos padrões de riqueza e diversidade de espécies tem se tornado cada vez mais constante nos estudos de fauna, principalmente porque permitem a comparação entre ambientes (Coddington *et al.*, 1996). Além disso, os protocolos utilizados aperfeiçoam o tempo despendido em campo, uma vez que aumentam a quantidade da informação obtida (Ricetti, 2005).

A maior ameaça aos répteis e anfíbios é a destruição de seu habitat. A maioria das espécies é ovípara e não apresenta cuidado parental, determinando alto grau de mortalidade de embriões por ninhada. Aliados, estes fatores podem afetar significativamente a sobrevivência das populações locais. Na presença de impactos ambientais como o desmatamento, pode haver uma maior exposição a predadores naturais e ao homem, diminuindo drasticamente a taxa de sobrevivência até o estágio de maturidade sexual para algumas espécies. Répteis presentes em áreas impactadas, tendo a necessidade de se deslocar para áreas adjacentes, ficam mais expostos e são mais facilmente predados ou mortos fazendo com que muitas espécies não tenham tempo necessário para estabilização de suas populações, pois um maior número de animais poderia ser morto antes de atingir o período reprodutivo.

São poucos os estudos envolvendo herpetofauna relacionada com formações abertas no Brasil. Dentre os trabalhos conhecidos para as áreas de Caatinga, podemos citar Lima-Verde (1976), que realizou um trabalho de fisiocologia e etologia de serpentes na chapada do Apodi, divisa do Ceará e Rio Grande do Norte; Vanzolini *et al.* (1980), que apresentaram dados sobre composição de espécies, taxonomia e distribuição de répteis para várias localidades do bioma; Vitt e Vangilder (1983), que compararam hábitos, atividade, dieta, reprodução e morfologia de serpentes no município de Exu-PE; Lima-Verde e Cascon (1990), que apresentam uma lista preliminar para a herpetofauna do Ceará; Rodrigues



(1996), que analisou a comunidade de Squamata das dunas quaternárias do médio Rio São Francisco, BA; e, por fim, Rodrigues (2003), que publicou uma compilação sobre a herpetofauna da Caatinga, discutindo o que é conhecido atualmente para o bioma, além de apresentar dados históricos, ecológicos e de história natural.

Dentre os trabalhos conhecidos para áreas de Cerrado, podemos citar Vanzolini (1948), que apresentou uma lista de serpentes e lagartos e dados de ecologia para a região Cachoeira das Emas, Pirassununga, SP; Strüssmann (2000), que caracterizou a composição, abundância relativa e aspectos da ecologia de serpentes em diferentes unidades de paisagens da região do Rio Manso, MT; Colli *et al.* (2002), que publicaram uma compilação sobre a herpetofauna do Cerrado, apresentando dados históricos, ecológicos e de história natural e sua relação com a identidade faunística do bioma; e Sawaya (2003), que forneceu dados de história natural e ecologia de serpentes na região de Itirapina, SP.

Sabe-se que o Nordeste do Brasil abriga diferentes tipos de ecossistemas, como Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, diversos tipos de Campos Rupestres, dunas e Restingas da costa, dunas interiores e Floresta Amazônica. Desta forma, o nordeste abriga, além destes tipos de ecossistemas e as suas respectivas áreas ecotonais, parte da diversidade de cada um desses complexos sistemas biológicos que hoje são dominantes em outras regiões do país (Rodrigues, 2003). Por isso, a região é de grande importância para implantação de ações em programas de pesquisa, inventário, monitoramento e conservação dos recursos naturais.

A necessidade de estudos sobre os impactos da instalação de reservatórios hidrelétricos sobre a biodiversidade é urgente, visto que, num futuro próximo, a construção desses empreendimentos poderá representar séria ameaça à preservação da biodiversidade local (\ A avaliação dos impactos ambientais de empreendimentos do porte das hidrelétricas é exigida pela legislação brasileira, mas as licenças de instalação dos empreendimentos somente são concedidas após os impactos ambientais terem sido previstos e medidas terem sido propostas para mitigá-los (Pavan, 2007).

A conservação é baseada no conhecimento científico e no desenvolvimento de técnicas que permitam manter a coexistência das populações humanas e da biodiversidade natural sobre o planeta. Sem a documentação das espécies existentes, os passos seguintes de como propor as medidas de conservação que permeiam sua sobrevivência não podem ser realizados (Mittermeier e Bowles, 1993). Nesse sentido, dados factuais obtidos através de inventários de fauna inspiram teorias e são informações essenciais para responder e compreender problemas em conservação biológica, mas também em ecologia, etologia e evolução (Greene, 1986; Greene e Losos, 1988), além de embasar o estudo de história do ciclo de vida (*life history traits*), considerado por alguns autores como o cerne da biologia (veja Stearns, 1992).

O presente relatório apresenta os dados primários obtidos nas duas campanhas do levantamento da herpetofauna na área de influência do AHE Estreito e respectiva Linha de Transmissão (LT). Além da composição de espécies, apresenta uma análise da diversidade, comparação entre os sistemas de amostragem e os possíveis impactos do empreendimento sobre a herpetofauna local.

O empreendimento localiza-se na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, entre os estados do Piauí e Maranhão, na microrregião do Alto Parnaíba. O eixo da barragem situa-se a 600 km da foz do Parnaíba, a montante do município de Amarante-PI, tendo seu remanso no

município de Floriano-PI. O reservatório possui área de inundação na cota máxima normal de 75,56 km<sup>2</sup>, abrangendo terras dos municípios de Amarante e Floriano (PI), e de São Francisco do Maranhão e Barão do Grajaú (MA).

Verifica-se atualmente que a área apresenta regiões de transição ecológica entre os biomas da Caatinga, ou savana estépica (Veloso, 1992), observada eventualmente sobre solos mais rasos ou litossolos, e o Cerrado, ou savana *sensu stricto* (Veloso, 1992), mais freqüente. De acordo com Conceição e Castro (1999), na região da bacia do rio Parnaíba, o Cerrado constitui o ponto de equilíbrio dos mais variados domínios, conectando corredores hidrográficos, fato comprovado pela sua posição geográfica, caráter florístico e geomorfológico.

#### 6.1.5.3.1. Métodos

A amostragem nas áreas de influência do AHE Estreito e da respectiva LT foi realizada em duas campanhas, uma na estação chuvosa (04 a 20/03/2009) e uma na estação seca (15 a 27/06/2009). Na primeira campanha, a equipe foi composta por seis pessoas em três veículos, enquanto na segunda campanha a equipe foi incrementada para oito pessoas em quatro veículos. O número de equipes foi planejado para viabilizar a amostragem simultânea de uma área muito ampla, que incluía não só os pontos nas áreas de influência da AHE Estreito e sua LT como também da AHE Castelhana, planejada para ser instalada à jusante.

As equipes utilizaram as cidades de Floriano e Amarante, PI, como pontos de apoio durante as campanhas, possibilitando a diminuição das distâncias percorridas até os pontos de amostragem e a conseqüente otimização do tempo necessário para a utilização de várias metodologias conjugadas. A amostragem da herpetofauna na área de influência do AHE Estreito e da LT foi realizada utilizando três métodos complementares: armadilhas de interceptação-e-queda (AQ), pontos-escuta (PE) e procura ativa (PA).

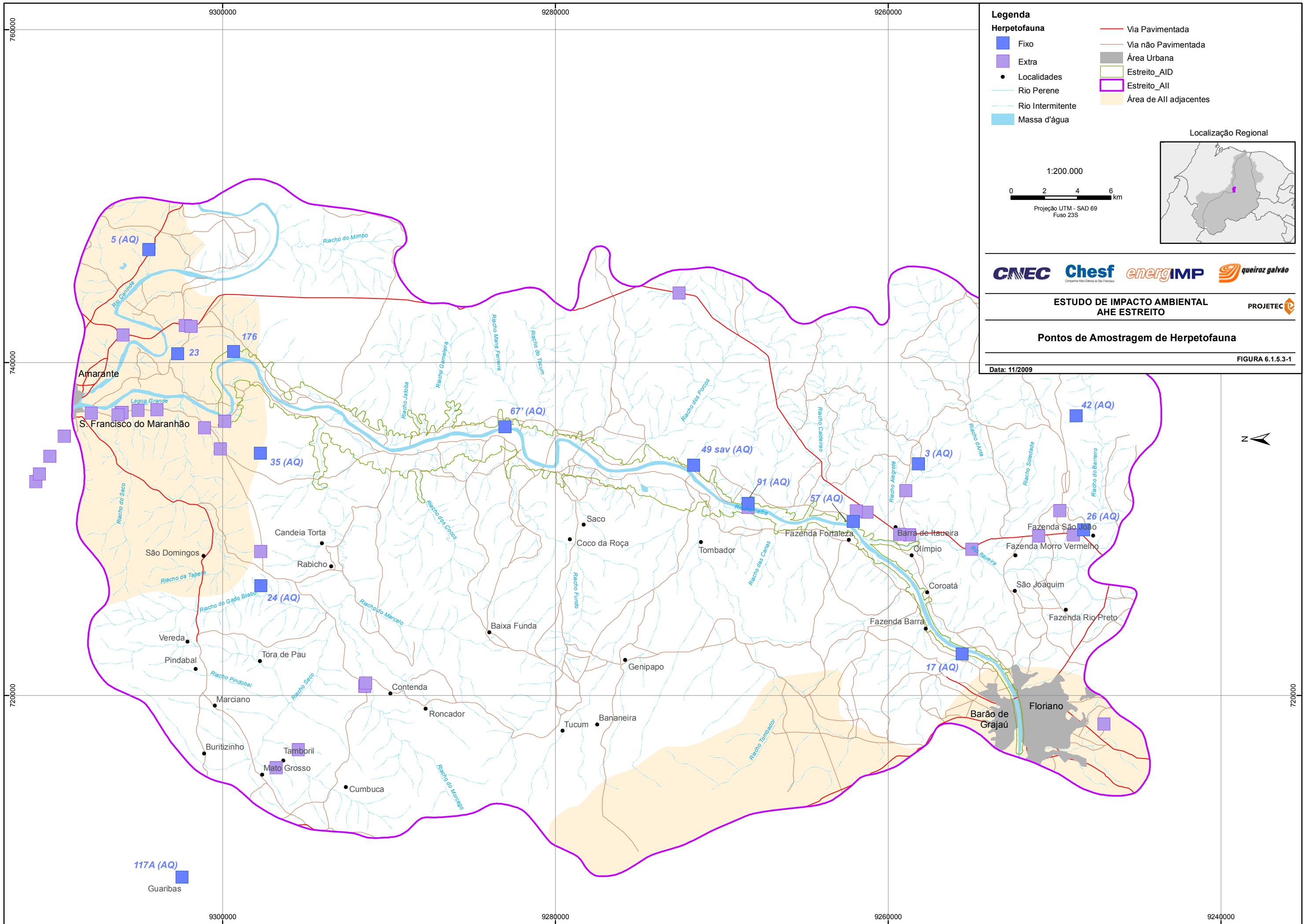
As armadilhas de queda foram dispostas em *grids*, cada um correspondendo a uma unidade amostral. Foram instalados 18 *grids*, distribuídos entre a AID e AII do AHE Estreito e da sua LT. A AII do AHE Estreito contou com cinco *grids* em ambientes de mata (pontos 5, 8, 24, 42 e 117A) e seis em savana (pontos 3, 9A, 12A, 23, 26 e 35), enquanto a AII da LT contou com dois *grids* em savana (9A e 35, coincidentes com a AII da AHE) e um em mata (ponto 24, também coincidente com a AII da AHE). Os pontos 3, 9A, 12A e 117A foram amostrados somente na segunda campanha (junho de 2009).

Cada *grid* foi formado por 15 baldes de 60 litros, distribuídos em cinco linhas paralelas de 3 baldes, com 4 m de distância entre si. As cercas direcionadoras de lona plástica foram instaladas entre os baldes de uma mesma linha, com distância entre baldes de quatro metros, sendo a área delimitada pelo *grid* de 8 x 16 m (128 m<sup>2</sup>). Na AII, foram instalados 105 baldes na primeira campanha (sete pontos - 5, 8, 23, 24, 26, 35 e 42) e 180 baldes na segunda (11 pontos, sendo os sete anteriores mais os pontos 3, 9A, 12A e 117A). Nas duas campanhas, os baldes ficaram abertos por oito noites consecutivas, sendo revisados diariamente pela manhã. O cálculo do esforço de amostragem empregado através das armadilhas compreende o número total de noites em que os baldes de cada linha permaneceram abertos, multiplicado pelo número de baldes (Corn, 1994). Portanto, o esforço dessa metodologia na AII foi de 840 armadilhas/noite para a primeira campanha (105 baldes abertos por oito noites cada) e 1440 armadilhas/noite para a segunda campanha (180 baldes abertos por oito noites cada), totalizando 2280 armadilhas/noite em todo o projeto.

Foi realizada ainda procura ativa ao menos por uma noite em cada um dos pontos consolidados e em pontos extras que foram considerados de interesse. Durante o período diurno foi também realizada procura ativa na área de entorno dos *grids*. Os pontos-escuta, onde eram anotadas todas as espécies em atividade de vocalização até que novos registros não fossem mais efetuados, também eram locais para a realização de procura ativa noturna. Nestes pontos, foram registradas as espécies de anuros que estavam vocalizando em um raio de cerca de 50 m e estimado o número de indivíduos de cada espécie em atividade de vocalização. Não houve padronização do tempo empregado para as amostragens através da audição de vocalizações ou de procura ativa, adotando-se apenas o tempo necessário para o término do registro do número de espécies e indivíduos em atividade e para uma ronda no ponto como limites para a investigação.

Além dos métodos já descritos, foram também registrados os espécimes observados nas estradas durante o deslocamento das equipes, sejam estes vivos ou atropelados, registros fotográficos de outras equipes de fauna e demais registros ocasionais para que a composição de espécies da área de inserção do empreendimento como um todo fosse mais bem amostrada.

Portanto, foram amostrados na All do AHE Estreito e de sua LT 8 pontos consolidados (definidos como os locais onde todas as equipes de fauna realizaram amostragens; apresentados com a sigla AQ na **Tabela 6.1.5.3-1**) e 33 pontos extras (locais onde só as equipes de herpetofauna realizaram investigações), totalizando 41 pontos. O período, método de amostragem, base de apoio e coordenadas de cada ponto são mostrados na **Tabela 6.1.5.3-1** e apresentados em mapa na **Figura 6.1.5.3-1**. A descrição dos pontos amostrados é apresentada após a referida tabela e seus registros fotográficos encontram-se apresentados nas **Fotos 6.1.5.3-1 a 6.1.5.3-5 do Anexo X**.



**Legenda**

**Herpetofauna**

- Fixo
- Extra
- Localidades
- Rio Perene
- Rio Intermitente
- Massa d'água
- Via Pavimentada
- Via não Pavimentada
- Área Urbana
- Estreito\_AID
- Estreito\_All
- Área de All adjacentes

Localização Regional

1:200.000

0 2 4 6 km

Projeção UTM - SAD 69  
Fuso 23S

**CNEC** **Chesf** **energIMP** **queiroz galvão**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL  
AHE ESTREITO**

**Pontos de Amostragem de Herpetofauna**

Data: 11/2009 FIGURA 6.1.5.3-1



**Tabela 6.1.5.3-1** Pontos amostrados na All do AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano.

Pontos	Coordenadas (UTM 23M)		Armadilhas de queda	Procura ativa (Data)		Fisionomia
			Períodos de amostragem	Ponto de Escuta	Outros	
3 (AQ)	733912	9258206	19-26/06/09			S
5 (AQ)	746782	9304454	6-16/03/09 17-24/06/09			F
8 (AQ)	719377	9371978	9-17/03/09 17-24/06/09	16/03/09		F
9A			10-17/06/09			S
12A			10-17/09/03			S
23 (AQ)	740531	9302710	9-17/03/09 16-23/06/09	10/03/09		S
24 (AQ)	726595	9297706	7-14/03/09 17-24/06/09		20-21/06/09	F
26 (AQ)	729952	9248265	7-14/03/09 17-24/06/09			S
35 (AQ)	734559	9297742	8-15/03/09 17-24/06/09	24/06/09	21/06/09 22/06/09 24/06/09	S
42 (AQ)	736819	9248727	11-18/03/09 17-24/06/09		22/06/09	F
117A (AQ)	709090	9302444	20-27/06/09	21/06/09		F
87 (PE/PA)	718281	9247046		15/03/09	15/03/09	S
89 (PE)	742227	9302242		10/03/09		S
90 (PE/PA)	728648	9297728		14/03/09	14/03/09	S
91 (PE/PA)	734815	9300154		14/03/09	14/03/09	F
92 (PE/PA)	736091	9301100		16/03/09 24/06/09	16/03/09 24/06/09	F
93 (PE/PA)	737139	9305090		16/03/09 24/06/09	16/03/09 24/06/09	S
94 (PE/PA)	736972	9306114		16/03/09 24/06/09	16/03/09 24/06/09	S
C2-01 (PE/PA)	715661	9296802		21/06/09	21/06/09	
C2-02 (PE/PA)	720551	9291464		21/06/09	21-22/06/09 26/06/09	

Legenda: Pl. F = floresta; S = savana.

Cont.



**Tabela 6.1.5.3-1** Pontos amostrados na All do AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano.

Pontos	Coordenadas (UTM 23M)		Armadilhas de queda	Procura ativa (Data)		Fisionomia
			Períodos de amostragem	Ponto de Escuta	Outros	
C2-03 (PE/PA)	720548	9291464		21/06/09	21/06/09	
C2-04 (PE/PA)	732848	9311242		23/06/09	23/06/09	
C2-05 (PE/PA)	733314	9311028		23/06/09	23/06/09	
C2-06 (PE/PA)	0742172	9301906		18/06/09		S
C2-07 (PE/PA)	734376	9310390		23/06/09	23/06/09	
C2-08 (PE/PA)	735582	9309532				
C2-09 (PE/PA)	737004	9306046		24/06/09	24/06/09	
C2-10 (PA)	736854	9306288		24/06/09	24/06/09	
C2-11 (PA)	736965	9307900			15/06/09	S
C2-12 (PA)	720752	9291416			19/06/09	S
C2-13 (PA)	716741	9295460			21/06/09	S
C2-14 (PA)	737168	9303960			22/06/09	S
C2-15 (PE/PA)	729652	9248882			22/06/09	S
C2-16 (PE/PA)	731016	9261276		20/06/09	22/06/09	S
C2-17 (PA)	728787	9254980			21-22/06/09	S
C2-18 (PA)	729572	9250974			18-19/06/09 21/06/09	S
C2-19 (PA)	729641	9258732			15/06/09 22/06/09	S
C2-20 (PA)	731105	9249700			23/06/09	S
C2-21 (PA)	729682	9259326			20/06/09	S
C2-22 (PA)	741650	9305994			24/06/09	S
C2-23 (PA)	732308	9258940			22/06/09	S
C2-24 (PA)	744181	9272572			22/06/09	S

Legenda: PI. F = floresta; S = savana.

**PONTO 3 (AQ)** - Vegetação composta por árvores entre 4 e 8 metros de altura, com arbustos e gramíneas somente no entorno do ponto amostrado. Folheda pouco abundante sobre solo arenoso. Terreno com pouca ou nenhuma declividade. Ponto amostrado somente na segunda campanha.

**PONTO 5 (AQ)** - Mata estruturada com dossel descontínuo e relativamente aberto, com altura entre 6 e 8 metros de altura. Há poucas árvores emergentes, com aproximadamente 10 metros, e marcas de fogo podem ser observadas em algumas das árvores maiores. O sub-bosque é bem desenvolvido, há poucas lianas e algumas palmeiras. O solo é pedregoso, com rochas intemperizadas castanho-avermelhadas, o folheda é ralo e há muitas manchas de sol no solo. Ao longo desta mata existem alguns fornos de carvão feitos a partir da escavação do solo e posterior cobertura do material a ser queimado (chamados localmente de “carreiras” pelo seu aspecto alongado). O ponto está a 50 metros de área aberta recentemente queimada para a ampliação do pasto e fica próximo ao povoado de “Descanso”. Ponto amostrado nas duas campanhas.

**PONTO 8 (AQ)** - Vegetação característica de mata de babaçu, com predominância de palmeiras, mata rala, com estrato arbustivo. São observadas inúmeras trilhas de gado e pequeno curso d'água temporário. Próximo a essa área há uma clareira contínua feita para a passagem de linha de força. O solo é argiloso, bastante úmido, sem declividade, apresentando razoável quantidade de folheto, principalmente composta de folhas de palmeiras. Ponto amostrado nas duas campanhas (**Foto 6.1.5.3-1 do Anexo X**).

**PONTO 9A (AQ)** - Ponto em local de transição entre formação de savana arborizada e savana estépica arbustiva, sendo caracterizado por vegetação ecotonal do contato entre os biomas Cerrado e Caatinga. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO 12A (AQ)** - Ponto em local de transição entre formação de savana arborizada e savana estépica arbustiva, sendo caracterizado por vegetação ecotonal do contato entre os biomas Cerrado e Caatinga. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO 23 (AQ)** - Savana com predomínio de uma espécie, provavelmente *Murta* sp., com altura de 2,5 metros e poucas emergentes de até 5 m. Há marcas de fogo não muito recente em algumas árvores maiores, assim como evidências de pisoteio de ovinos. O solo é arenoso, bastante exposto devido à cobertura descontínua do folheto, com uma leve declividade na direção de uma poça temporária a 20 metros de distância. Há muitas manchas grandes de sol no solo exposto onde se verifica a presença de muitas formigas. A poça próxima ao ponto é temporária, rasa e no início das coletas da primeira campanha media cerca de 6 x 1,5 metros. Ao término da primeira campanha, a área da superfície da água estava com cerca de 1 x 0,5 metro. Ponto amostrado nas duas campanhas.

**PONTO 24 (AQ)** - Vegetação formada por mata com dossel descontínuo, aberto, de altura de 6 metros, com algumas emergentes de 8 a 10 metros. Sub-bosque denso, sem lianas e com algumas palmeiras. Terreno plano, formado por solo argilo-arenoso, apresentando algumas rochas de coloração avermelhada. Folheto esparsos, apresentando algumas gramíneas. Ponto amostrado nas duas campanhas (**Foto 6.1.5.3-2 do Anexo X**).

**PONTO 26 (AQ)** - Área com evidente presença de cipós. Mata com dossel relativamente alto, com cerca de 15 metros de altura. Vegetação arbustiva presente, mas escassa. Ausência de vegetação rasteira. Terreno plano, sem declividade aparente, solo argilo-arenoso, de coloração clara e textura fina. Folheto presente em boa quantidade. O ponto onde foram instaladas as armadilhas se encontra a aproximadamente 7 metros de um igarapé com leito arenoso, sendo que na margem oposta há vasta área de vegetação secundária. Ponto amostrado nas duas campanhas (**Foto 6.1.5.3-4 do Anexo X**).

**PONTO 35 (AQ)** - Vegetação característica de savana, com poucas árvores com dossel de aproximadamente 5 metros de altura e algumas árvores emergentes com 8 a 10 metros. O sub-bosque é denso e homogêneo, com duas a três espécies, e muitos galhos secos. Há indicação de queimada recente. Há presença de gado na região. Terreno plano, formado por solo argilo-arenoso, com folheto esparsos com poucas gramíneas. Ponto amostrado nas duas campanhas (**Foto 6.1.5.3-3 do Anexo X**).

**PONTO 42 (AQ)** - Mata com dossel relativamente baixo, com cerca de 7 metros de altura. Vegetação composta por árvores finas, de pequeno porte. Ausência de vegetação rasteira e com poucas mudas. Terreno Plano, sem declividade aparente. Solo argilo-arenoso, de coloração avermelhada e textura fina. Folheto presente em boa quantidade. Ponto amostrado nas duas campanhas (**Foto 6.1.5.3-5 do Anexo X**).

**PONTO 117A** - Ponto estabelecido como alternativa ao 117, que não foi possível de ser alcançado pela equipe para a instalação de armadilhas de queda pela ausência de estradas que levassem até o local. Mata com dossel parcialmente aberto e sub-bosque desenvolvido. Dossel com aproximadamente 6 metros de altura, sem lianas, poucos cipós e algumas bromélias de solo. Solo arenoso, com bastante cascalho. Localizado em uma passagem de água temporária. Próximo de vilarejo e estrada. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO 87 (PE/PA)** - Alagado permanente, com abundância de gramíneas e apresentando e aguapés. Ao redor da lagoa estão presentes áreas descampadas e áreas para criação. Terreno plano, sem declividade, apresentando solo com grande quantidade de rochas. Profundidade máxima do alagado é de, aproximadamente, um metro. No centro encontra-se uma ilha de vegetação rasteira, composta principalmente de gramíneas.

**PONTO 89 (PE)** - Local com várias poças temporárias rasas de variados tamanhos e solo arenoso. Vegetação herbácea escassa, poucos arbustos.

**PONTO 90 (PE/PA)** - Localizado na estrada de acesso ao ponto 24, é formado por uma poça temporária rasa com 15 x 3 metros às margens da estrada. Apresenta solo arenoso, com ausência de folheto. Vegetação marginal formada principalmente por gramíneas esparsas e arbustos. Observa-se ainda a ocorrência de alguma vegetação emergente. Amostrado apenas na primeira campanha, pois a poça encontrava-se seca por ocasião das amostragens de junho.

**PONTO 91 (PE/PA)** - Localizado na estrada de acesso ao ponto 24, é formado por poça temporária com 30 x 5 metros às margens da estrada. Apresenta solo arenoso com vegetação arbustiva na margem oposta à estrada, responsável pelo sombreando parcial da poça. Amostrado apenas na primeira campanha, pois a poça encontrava-se seca por ocasião das amostragens de junho.

**PONTO 92 (PE/PA)** - Riacho temporário, parcialmente seco por ocasião da primeira campanha, formando assim várias poças ao longo de seu percurso. Localizado na estrada de acesso aos pontos 24 e 35, é muito assoreado. Cortado e represado pela estrada, com largura aproximada de 5 metros, apresenta solo arenoso a pedregoso. Suas margens apresentam vegetação bem estruturada, composta principalmente por babaçu. Amostrado nas duas campanhas.

**PONTO 93 (PE/PA)** - Vegetação ausente ao redor do *grid* de armadilhas de queda. Algumas árvores com dossel de 8 a 10 metros de altura estão presentes em um raio de 10 metros. Solo exposto, formado por argila e areia. Ausência de declividade e sem folheto. Amostrado nas duas campanhas.

**PONTO 94 (PE/PA)** - Situado em terreno de leve declividade, apresentando solo argilo-arenoso, com áreas alagadas. Vegetação composta por poucas árvores, várias carnaúbas, alguns arbustos e muita vegetação herbácea. Amostrado nas duas campanhas.

**PONTO C2-01 (PE/PA)** - Lagoa artificial com cerca de 10 metros de diâmetro em área de Cerrado. Solo arenoso. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-02 (PE/PA)** - Ribeirão de aproximadamente 12 metros de largura, barrado pela construção de estrada de terra. Mata ciliar heterogênea e fechada, com dossel entre 6 e 8

metros de altura. Água corre por sedimentos e rocha matriz. Queda d'água no local. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-03 (PE/PA)** - Pequeno curso d'água com vegetação marginal arbustiva de até 3 metros de altura. Babaçal associado, com vegetação herbácea e solo arenoso. Cortado por estrada há habitações nas proximidades. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-04 (PE/PA)** - Curso d'água raso, cortado pela estrada; leito de rocha matriz, associado a uma mata com espécies arbóreas e babaçus. Vegetação herbácea no trecho cortado pela estrada. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-05 (PE/PA)** - Poça temporária com fundo argilo-arenoso. Predomínio de gramíneas altas e espécies arbóreas distribuídas espaçadamente. Área associada a um babaçal. Cortada pela estrada. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-06 (PE)** - Açude próximo à estrada de terra que dá acesso aos pontos 40 e 23 (AQ). Leito formado predominantemente por barro, com vegetação marginal arbustiva restrita a um pequeno trecho da margem. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-07 (PE/PA)** - Riacho permanente sobre rocha matriz, barrado pela construção da estrada. Possui uma faixa estreita de mata ciliar e babaçal. Habitações nas proximidades. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-08 (PE/PA)** - Riacho permanente, cortado pela estrada, com vegetação marginal arbustiva, sendo observados babaçus e pastos no entorno. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-09 (PE/PA)** - Brejo com presença de babaçus e carnaúbas, vegetação herbácea e algumas espécies arbóreas distribuídas esparsamente. Solo argilo-arenoso. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-10 (PE/PA)** - Brejo associado a um babaçal. Água parada, acumulada próximo à estrada. Espécies arbóreas esparsas e vegetação herbácea no entorno. Solo argilo-arenoso. Amostrado apenas na segunda campanha.

**PONTOS C2-11, C2-12, C2-13 e C2-14 (PA)** - Estradas de acesso aos pontos de armadilhas de queda 24, 35 e 117A. Formações savânicas com sinais de alterações provocadas por fogo, pastoreio e retirada de lenha. Amostrados apenas na segunda campanha.

**PONTOS C2-15, C2-16, C2-17, C2-18, C2-19, C2-20, C2-21** - Área savânica em estrada de acesso aos pontos de armadilha de queda próximos a Floriano. Vegetação arbustiva e herbácea, com claros sinais de antropização pela retirada de lenha e pisoteio de ovinos. Amostrados apenas na segunda campanha.

**PONTO C2-22** - Estrada de asfalto entre Floriano e Amarante, PI. Área de Cerrado bastante alterado pela atividade antrópica, sendo comum a presença de animais de criação às margens da pista. Local de encontro ocasional de serpente.

**PONTOS C2-23, C2-24** - Área savânica em estrada de acesso ao ponto de armadilhas de queda 49sav e 91. Vegetação arbustiva e herbácea, com claros sinais de antropização pela retirada de lenha e pisoteio de ovinos. Locais de encontros ocasionais de serpentes.

O arranjo taxonômico das espécies listadas para as Áreas de Influência do AHE e LT Estreito segue as propostas de *Faivovich et al.* (2005), *Frost et al.* (2006) e *Grant et al.* (2006) para anfíbios, além de *Zaher* (1999), *Frost et al.* (2001a, b), *Bour e Zaher* (2005) e *Conrad* (2008) para répteis. Para melhor caracterizar as comunidades herpetofaunísticas, foi ainda consultada a lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 2003). Os estados do Maranhão e do Piauí não possuem listas estaduais de espécies ameaçadas. Dados sobre endemismos, distribuição geográfica e história natural das espécies de anfíbios são encontrados em *Feio e Caramaschi* (1995), *Feio et al.* (1998), *Bastos et al.* (2003), *Diniz-Filho et al.* (2008), *Uetanabaro et al.* (2008) e *Frost* (2009). No que tange aos répteis, essas informações podem ser encontradas em *Vanzolini et al.* (1980), *Peters e Donoso-Barros* (1986), *Franco et al.* (1998), *Argölo* (2004), *Marques e Sazima* (2004), *Vaz-Silva et al.* (2007), *Sawaya et al.* (2008) e *Uetz e Hallermann* (2008).

#### 6.1.5.3.2. Caracterização da Herpetofauna dos Pontos de Amostragem da All

As amostragens na All da AHE Estreito e de sua LT nas duas campanhas resultaram no registro de 59 espécies, sendo 27 anfíbios e 32 répteis (**Tabela 6.1.5.3-2; Fotos 6.1.5.3-6 a 6.1.5.3-21 do Anexo X**). Entre os anfíbios, todas as espécies pertencem à ordem Anura e estão distribuídas em seis famílias, das quais as famílias Hylidae, Leptodactylidae e Leiuperidae, representadas respectivamente por oito, sete e sete espécies, constituem a maioria das espécies amostradas (22 espécies). A predominância da família Hylidae constitui o padrão mais comumente observado em comunidades estudadas (e.g. *Duellman*, 1978; *Lynch*, 1979; *Martins*, 1998; *Azevedo-Ramos e Galatti*, 2001).

Entre os répteis, foram registrados 16 lagartos, uma anfisbena (cobra-de-duas-cabeças), 13 serpentes e dois quelônios. A família mais representativa entre os répteis foi Colubridae, contemplando 10 das 32 espécies de répteis registradas.



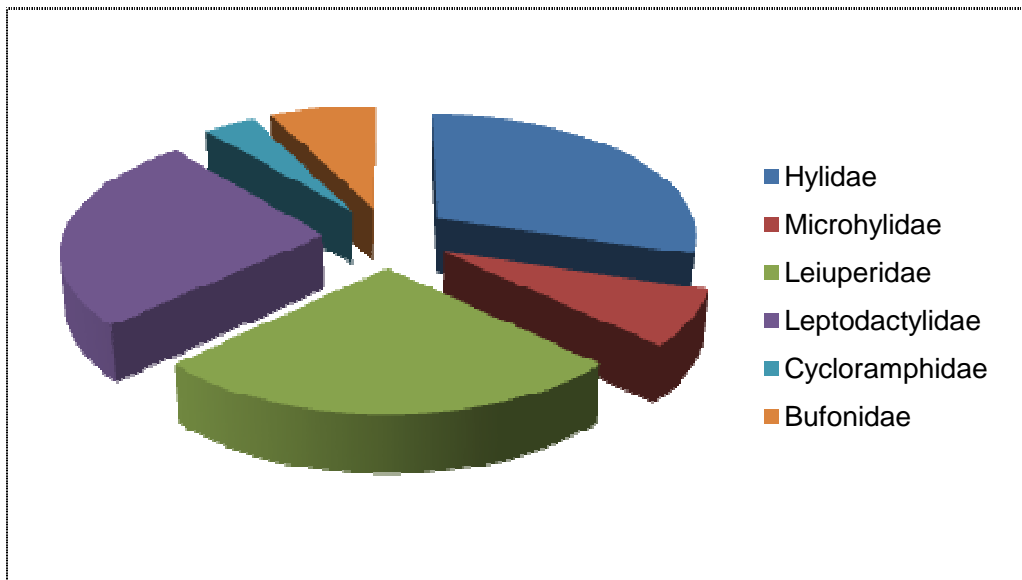
**Tabela 6.1.5.3-2** Espécies da herpetofauna registrados nas All da AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009.

Espécie	Método de captura	Pontos de ocorrência	Campanha	Método (N)	
				AQ	PA
<b>Classe Amphibia</b>					
<b>Ordem Anura</b>					
<b>Família Hylidae</b>					
<i>Corythomantis greeningi</i>	PA	26	2		1
<i>Dendropsophus nanus</i>	PE/PA	26, 87, C2-04, C2-05, C2-08, C2-10, C2-16, C2-17, C2-21	1, 2		20
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	PA	90	1		
<i>Dendropsophus minutus</i>	PE/PA	87, C2-09, C2-16, C2-21	1, 2		11
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	PE/PA	87, C2-10	1, 2		4
<i>Hypsiboas raniceps</i>	PE/PA	26, 87	1		4
<i>Phyllomedusa azurea</i>	PE/PA	87	1		4
<i>Scinax x-signatus</i>	PE/PA	87, C2-16	1, 2		5
<b>Família Microhylidae</b>					
<i>Dermatonotus muelleri</i>	AQ	3, 12A, 23, 26	1, 2	25	
<b>Família Leiuperidae</b>					
<i>Eupemphix nattereri</i>	AQ	42, 91	1	2	
<i>Physalaemus albifrons</i>	AQ	9A, 12A, 26, 59	1, 2	32	
<i>Physalaemus centralis</i>	AQ	8	1	1	
<i>Physalaemus cuvieri</i>	AQ	3, 5, 8, 9A, 12A, 23, 24, 26, 35, 42, 89, C2-08	1, 2	277	1
<i>Physalaemus kroyeri</i>		26, 35	1	16	
<i>Pleurodema diplolister</i>	AQ	3	2	2	
<i>Pseudopaludicola cf. mystacalis</i>	PE/PA	92, 93, 94, C2-04, C2-06, C2-08, C2-09, C2-10, C2-21	2		35
<b>Família Leptodactylidae</b>					
<i>Leptodactylus aff. fuscus</i>	AQ	35	1		
<i>Leptodactylus andreae</i>	AQ	8	1	1	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	AQ	5	1	1	
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	PA/AQ	8, 91	1	3	
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	PA/AQ	12A, 87, 92, C2-01, C2-02, C2-03, C2-07, C2-06, C2-15, C2-16, C2-21	1, 2	1	10
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	PA/AQ	3, 8, 12A, 23, 24, 26, 35, 42	1, 2	55	1
<i>Leptodactylus vastus</i>	PA/AQ	24, C2-01, C2-06, C2-07, C2-16, C2-21	1, 2	1	7
<b>Família Cycloramphidae</b>					
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	PA/AQ	3, 12A, 24, 26, 42, C2-12, C2-21	1, 2	17	2
<b>Família Bufonidae</b>					
<i>Rhinella granulosa</i>	AQ	8, 24, 26, 90	1	9	
<i>Rhinella jimi</i>	PA/AQ	26, C2-01, C2-02, C2-06, C2-07, C2-08	1, 2	2	11

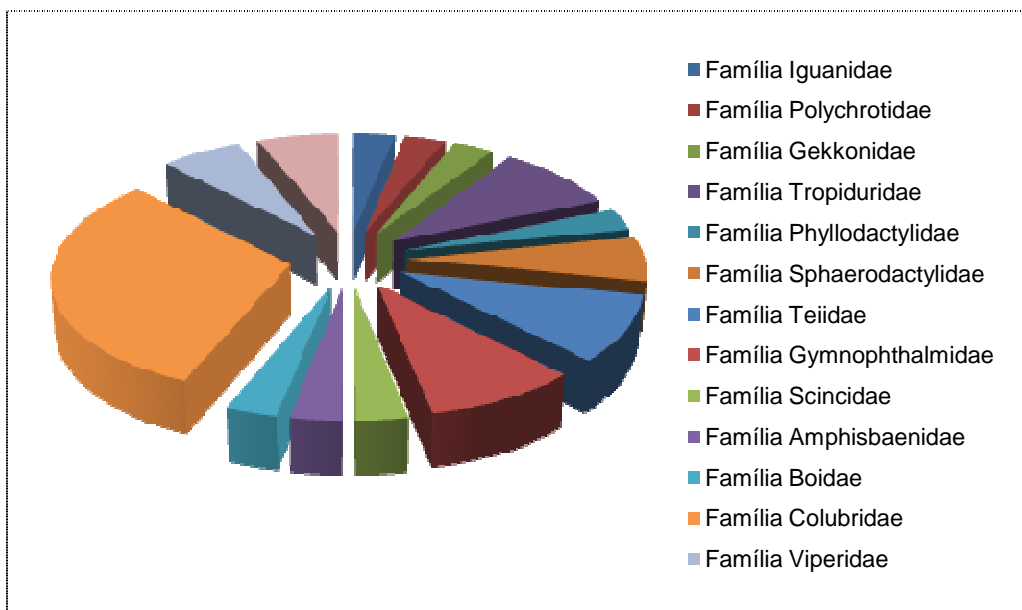
Cont.

**Tabela 6.1.5.3-2** Espécies da herpetofauna registrados nas All da AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009.

Espécie	Método de captura	Pontos de ocorrência	Campanha	Método (N)	
<b>Classe Reptilia</b>					
<b>Ordem Squamata</b>					
<b>Sub-ordem Lacertilia</b>					
<b>Família Iguanidae</b>					
<i>Iguana iguana</i>	PA	C2-20	2		1
<b>Família Polychrotidae</b>					
<i>Polychrus acutirostris</i>	PA	35	1		1
<b>Família Tropiduridae</b>					
<i>Tropidurus hispidus</i>	PA/AQ	3, 5, 8, 9A, 23, 24, 35, 42, 59	1, 2	50	1
<i>Tropidurus oreadicus</i>	AQ	9A, 12A	1, 2		
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	PA/AQ	3, 8, C2-02	2	2	1
<b>Família Phyllodactylidae</b>					
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	PA	C2-13	2		1
<b>Família Sphaerodactylidae</b>					
<i>Coleodactylus brachistoma</i>	AQ	8	1		
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	PA/AQ	8, 26	1, 2	4	1
<b>Família Teiidae</b>					
<i>Ameiva ameiva</i>	AQ	8, 9A, 23, 26, 35, C2-02, C2-14	1, 2	8	3
<i>Cnemidophorus occelifer</i>	PA/AQ	3, 8, 9A, 12A, 23, 24, 26, 35	1, 2	26	6
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	AQ	5	2	1	
<b>Família Gymnophthalmidae</b>					
<i>Colobosaura modesta</i>	AQ	5, 23, 26, 42	1, 2	6	
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	AQ	5, 8, 9A, 24, 35, 42	1, 2	43	1
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	PA/AQ	12A, 23, 35	1, 2	5	1
<b>Família Scincidae</b>					
<i>Mabuya bistrata</i>	PA	12A	2		1
<b>Sub-ordem Amphisbaenia</b>					
<b>Família Amphisbaenidae</b>					
<i>Amphisbaena vermicularis</i>	AQ	35	2	3	
<b>Sub-ordem Serpentes</b>					
<b>Família Boidae</b>					
<i>Boa constrictor</i>	PA	C2-18, C2-21	2		3
<b>Família Colubridae</b>					
<i>Apostolepis cearensis</i>	AQ	35	2	1	
<i>Boiruna sertaneja</i>	PA	C2-18	2		1
<i>Leptophis ahaetulla</i>	PA	C2-17, C2-22	2		2
<i>Liophis cf. viridis</i>	AQ	23	2		1
<i>Oxybelis aeneus</i>	PA	C2-16	2		1
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	PA	42, C2-18	2		2
<i>Phimophis iglesiasii</i>	PA	3	2		1
<i>Spilotes pullatus</i>	PA	24, C2-19	1, 2		2
<i>Tantilla melanocephala</i>	PA/AQ	5, 23, 42	1	5	1
<i>Waglerophis marremii</i>	AQ	23	2	1	
<b>Família Viperidae</b>					
<i>Bothrops gr. neuwiedii</i>	PA	C2-23	2		1
<i>Crotalus durissus</i>	PA	C2-24	2		1
<b>Ordem Testudines</b>					
<b>Família Chelidae</b>					
<i>Mesoclemmys tuberculatus</i>	PA	C2-11	2		1
<i>Phrynops geoffroanus</i>	AQ	12A	2		1
<b>TOTAL</b>				<b>280</b>	<b>29</b>



**Gráfico 6.1.5.3-1** Distribuição das espécies de anfíbios registradas na All da AHE Estreito e respectiva LT nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, por famílias.

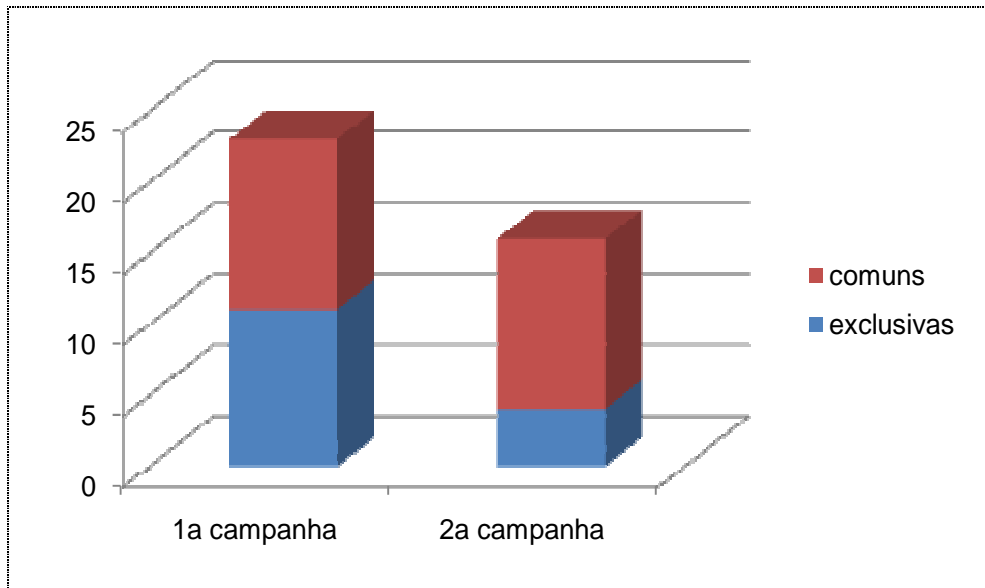


**Gráfico 6.1.5.3-2** Distribuição das espécies de répteis registradas na All da AHE Estreito e respectiva LT nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, por famílias.

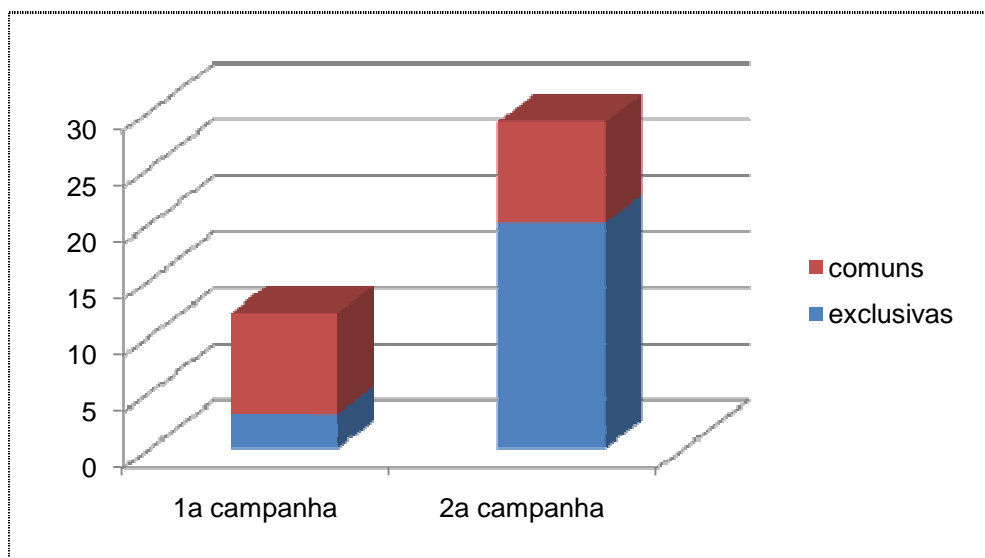
Dentre os anfíbios, 11 espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, quatro exclusivamente na segunda campanha e 12 em ambas as campanhas (**Gráfico 6.1.5.3-3**). A maior riqueza de anfíbios na primeira campanha, que coincidiu com o período das chuvas, está relacionada ao maior número de sítios reprodutivos disponíveis nesta época. Era esperado que a riqueza diminuísse na segunda campanha, devido à sua realização na época seca.

Em relação aos répteis, três espécies foram registradas exclusivamente na primeira campanha, 20 exclusivamente na segunda campanha e nove em ambas as

campanhas (Gráfico 6.1.5.3-4). Este padrão é completamente inverso ao encontrado para anfíbios e ao que se esperava para o próprio grupo dos répteis. Normalmente, a maior disponibilidade de alimento durante a época de chuvas determina maiores abundâncias, mas na segunda campanha, realizada na época seca, foi encontrado grande número de serpentes (11), além da anfisbena, seis lagartos e dois quelônios que não foram registrados na All na campanha anterior. Isso demonstra a importância de se realizar inventários de fauna utilizando-se a sazonalidade como um dos fatores que influenciam a distribuição temporal da fauna nos ambientes a serem investigados.



**Gráfico 6.1.5.3-3** Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de anfíbios (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009 na All da AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI.



**Gráfico 6.1.5.3-4** Comparação entre as riquezas totais e número de espécies exclusivas de répteis (em azul) registradas nas campanhas realizadas nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009 na All da AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI.

### 6.1.5.3.3. Considerações sobre a Herpetofauna característica da All (resultados)

#### 6.1.5.3.3.1. Composição, Riqueza e Diversidade de Espécies

A composição da herpetofauna das All do AHE e LT Estreito reflete as fisionomias dominantes na paisagem de sua região de inserção. A maior parte das espécies é típica de ambientes abertos e comuns nos biomas Cerrado e Caatinga (veja Colli *et al.*, 2002; Rodrigues, 2003). Algumas delas podem ser encontradas inclusive em locais abertos dos biomas Mata Atlântica e Amazônia (Frost, 2009), normalmente associadas a clareiras ou bordas de mata, mesmo em locais perturbados pela ação antrópica.

A maioria das espécies de anfíbios foi registrada em ambientes abertos (**Tabela 6.1.5.3-3**) e esse resultado reflete o predomínio de formações vegetais desse tipo na área de estudo. As espécies registradas são consideradas generalistas, isto é, capazes de colonizar tanto ambientes abertos quanto de mata, apresentando ampla distribuição pelas regiões de Cerrado e Caatinga e até mesmo por biomas tipicamente florestais.

Como observado para os anfíbios, a maioria das espécies de répteis também foi registrada em áreas abertas (**Tabela 6.1.5.3-4**). Apenas três espécies de pequenos lagartos de folheto, *Gonatodes humeralis* (**Foto 6.1.5.3-18 do Anexo X**), *Coleodactylus brachystoma* e *C. meridionalis*, são restritos a ambientes florestais. As demais espécies encontradas no interior de fragmentos de mata são consideradas generalistas, aptas a colonizarem ambientes abertos.

Portanto, a herpetofauna da All pode ser caracterizada como majoritariamente composta por elementos de ampla distribuição geográfica, associados a formações vegetais abertas, incluindo diversas espécies que podem ser encontradas em locais alterados pelo homem. Este padrão parece ser comum na Caatinga e no Cerrado do Meio-Norte e Nordeste brasileiros, pois foi também observado por Vanzolini *et al.* (1980), Pavan e Dixo (2004) e Brasileiro *et al.* (2008). Aparentemente, várias das espécies típicas de formações abertas são beneficiadas pela alteração de ambientes florestais, ocupando as áreas desmatadas e estendendo suas distribuições geográficas (Haddad, 1998).

A pequena associação entre tipos de fisionomias e espécies é refletida no baixo número de espécies endêmicas dos biomas encontrados na All. Apenas *Coleodactylus brachystoma* (lagarto) e *Tupinambis quadrilineatus* (teiú) são considerados restritos aos domínios dos Cerrados (segundo Diniz-Filho *et al.*, 2008), enquanto *Tropidurus semitaenatus* (lagartixa) é a única espécie endêmica da Caatinga registrada na All (segundo Rodrigues, 2003). A taxa de endemismo é de apenas 5,1%, comprovando a ampla distribuição geográfica da maior parte das espécies, que se estende por mais de um bioma.

A riqueza de anfíbios encontrada na All nas duas campanhas realizadas (27) encontra-se um pouco aquém do encontrado em outros estudos que utilizaram períodos de amostragem e métodos semelhantes. Brasileiro *et al.* (2008) utilizou as mesmas metodologias do presente estudo em localidades do Maranhão e do Tocantins, caracterizadas pela ocorrência de Cerrados, matas mesófilas e outras áreas abertas, tendo empregado 28 dias de amostragem no Maranhão e 29 dias no Tocantins. Como resultado, registrou 38 espécies de anfíbios em localidades dos dois estados, número maior que o registrado na All de Estreito (27). Vaz-Silva *et al.* (2007) encontraram 32 espécies de anfíbios em localidade do Cerrado de Goiás, utilizando-se dos mesmos métodos do presente estudo. Lima (2008)



efetuou um estudo de pequeno termo da herpetofauna no centro-oeste do Piauí, registrando 19 espécies de anuros, número menor que o encontrado em Estreito.

**Tabela 6.1.5.3-3** Espécies de anfíbios registrados nas All da AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009, separadas por habitat.

Espécie	Habitat	Distribuição
<b>Classe Amphibia</b>		
<b>Ordem Anura</b>		
<b>Família Hylidae</b>		
<i>Corythomantis greeningi</i>	A	CA, CE
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	A	CE
<i>Dendropsophus minutus</i>	A, P	AD
<i>Dendropsophus nanus</i>	A, P	CE, MA
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	A	CE
<i>Hypsiboas raniceps</i>	FL, A	CA, CE
<i>Phyllomedusa azurea</i>	FL, A	CA, CE
<i>Scinax x-signatus</i>	A, P	AD
<b>Família Microhylidae</b>		
<i>Dermatonotus muelleri</i>	A	CA, CE
<i>Elachistocleis piauiensis</i>	FL, A	CA, CE
<b>Família Leiuperidae</b>		
<i>Eupemphix nattereri</i>	A	CE, CA
<i>Physalaemus albifrons</i>	A	CE, CA
<i>Physalaemus centralis</i>	FL, A	AD
<i>Physalaemus cuvieri</i>	A, P	AD
<i>Physalaemus kroyeri</i>	A	CA, CE
<i>Pleurodema diplolister</i>	A	CA
<i>Pseudopaludicola cf. mystacalis</i>	A	CE
<b>Família Leptodactylidae</b>		
<i>Leptodactylus aff. fuscus</i>	A	ND
<i>Leptodactylus andreae</i>	A	AD
<i>Leptodactylus fuscus</i>	A, P	AD
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	FL, A	AM
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	FL, A, P	CA, CE
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	FL, A	AD
<i>Leptodactylus vastus</i>	A, P	CA, CE
<b>Família Cycloramphidae</b>		
<i>Proceratophrys cristiceps</i>	FL, A	CA, CE
<b>Família Bufonidae</b>		
<i>Rhinella granulosa</i>	A	CE
<i>Rhinella jimi</i>	FL, A, P	CA, CE

Legenda: (FL = Florestal; A = Aberto; P = Periantrópico) e distribuição geográfica (AM = Amazônia; CE = Cerrado; MA = Mata Atlântica; CA = Caatinga; AD = Amplamente distribuído; ND = Indeterminado).

**Tabela 6.1.5.3-4** Espécies de répteis registrada na AII do AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009, separadas por habitat.

Espécie	Habitat	Distribuição
<b>Classe Reptilia</b>		
<b>Ordem Squamata</b>		
<b>Sub-ordem Lacertilia</b>		
<b>Família Iguanidae</b>		
<i>Iguana iguana</i>	FL, A	AD
<b>Família Polychrotidae</b>		
<i>Polychrus acutirostris</i>	FL, A	CA, CE
<b>Família Gekkonidae</b>		
<i>Gonatodes humeralis</i>	FL	AD
<b>Família Tropiduridae</b>		
<i>Tropidurus hispidus</i>	A, P	CA, CE
<i>Tropidurus oreadicus</i>	A, P	CA, CE
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	A	CA
<b>Família Phyllodactylidae</b>		
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	FL, A	CA, CE
<b>Família Sphaerodactylidae</b>		
<i>Coleodactylus brachistoma</i>	FL	CE
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	FL	AD
<b>Família Teiidae</b>		
<i>Ameiva ameiva</i>	FL, A, P	AD
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	A, P	AD
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	A	CE
<b>Família Gymnophthalmidae</b>		
<i>Colobosaura modesta</i>	FL	CE
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	FL, A	CA, CE
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	A	
<b>Família Scincidae</b>		
<i>Mabuya bistriata</i>	A	AM, CE
<b>Sub-ordem Amphisbaenia</b>		
<b>Família Amphisbaenidae</b>		
<i>Amphisbaena vermicularis</i>	FL, A	CA, CE
<b>Família Boidae</b>		
<i>Boa constrictor</i>	A	AD

Legenda: (FL = Florestal; A = Aberto; P = Periantrópico) e distribuição geográfica (AM = Amazônia; CE = Cerrado; MA = Mata Atlântica; CA = Caatinga; AD = Amplamente distribuído). Cont.

**Tabela 6.1.5.3-4** Espécies de répteis registradas na AII do AHE Estreito e respectiva LT, municípios de Barão do Grajaú e São Francisco do Maranhão, MA e Amarante e Floriano, PI, nos períodos de 04 a 20/03 e 15 a 27/06/2009, separadas por habitat.

Espécie	Habitat	Distribuição
<b>Família Colubridae</b>		
<i>Apostolepis cearensis</i>	A	CA, CE
<i>Boiruna sertaneja</i>	A	CA, CE
<i>Leptophis ahaetulla</i>	FL, A	AD
<i>Liophis cf. viridis</i>	FL, A	AD
<i>Oxybelis aeneus</i>	FL, A	AD
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	A	AD
<i>Phimophis iglesiasi</i>	A	CA, CE
<i>Spilotes pullatus</i>	A	AD
<i>Tantilla melanocephala</i>	A	AD
<i>Waglerophis merremii</i>	FL, A	AD
<b>Família Viperidae</b>		
<i>Bothrops gr. neuwiedii</i>	FL, A	ND
<i>Crotalus durissus</i>	A	AD
<b>Ordem Testudines</b>		
<b>Família Chelidae</b>		
<i>Mesoclemmys tuberculatus</i>	FL, A	AD
<i>Phrynops geoffroanus</i>	FL, A	AD

Legenda: (FL = Florestal; A = Aberto; P = Periantrópico) e distribuição geográfica (AM = Amazônia; CE = Cerrado; MA = Mata Atlântica; CA = Caatinga; AD = Amplamente distribuído).

Vaz-Silva *et al.* (2007) registraram ainda 71 espécies de répteis, mas valendo-se também dos esforços empregados para o resgate de fauna durante o enchimento do reservatório de uma hidroelétrica, quando é comum que estes animais sejam capturados em riqueza e abundância muito elevadas. No entanto, o trabalho de Lima (2008), com esforço amostral limitado às técnicas usuais, registrou 28 espécies de répteis no centro-oeste do Piauí, número próximo ao encontrado em Estreito (32).

Infelizmente, trabalhos relacionados à herpetofauna para os estados de Piauí e Maranhão são escassos, notadamente no que se relaciona aos répteis, impedindo comparação mais acuradas dos resultados do presente estudo com outros projetos. Por isso, não é possível avaliar se a riqueza registrada nas amostragens do presente estudo está de acordo com o esperado para o esforço amostral empregado com a procura direta e armadilhas de queda. Sabe-se que o método de armadilhas de queda deve ser usado de forma a complementar outros utilizados em estudos faunísticos, pois não registra espécies aquáticas e arborícolas, limitando a riqueza que pode ser registrada através dessa metodologia. Estudos já realizados em outras regiões utilizando-se apenas de métodos de procura ativa mostram que aproximadamente 75% das espécies de serpentes são coletadas após um período de pelo menos 400 horas de coleta (Maschio, 2008), o que não deve ser muito diferente para lagartos. Isso mostra a importância da utilização conjunta das duas técnicas, que se mostram complementares devido à diversidade de ambientes ocupados por esses animais.

#### 6.1.5.3.3.2. *Espécies bioindicadoras*

Os estudos mais recentes das comunidades faunísticas têm demonstrado que é possível reconhecer grupos de espécies intimamente relacionadas com as condições ambientais de determinadas áreas. Estas espécies, denominadas geralmente de “bioindicadoras”, estão sendo largamente utilizadas em estudos para diagnóstico ambiental, permitindo ao pesquisador realizar inferências sobre as condições de preservação do habitat analisado. Suas particularidades e requerimentos ecológicos constituem ferramentas importantes nos estudos de meio ambiente (Heyer *et al.*, 1994).

Dentre os critérios usados para a seleção de espécies bioindicadoras de anfíbios, estão a dependência de características do ambiente e os modos reprodutivos. Salthe e Duellman (1973) definiram os modos reprodutivos em anfíbios através de uma combinação de atributos que incluem o sítio de oviposição, características dos ovos e das desovas, taxa e duração do desenvolvimento, estágio e tamanho no momento da eclosão e tipo de cuidado parental, se houver. Todos estes atributos estão intimamente relacionados a características do ambiente que incluem a disponibilidade de recursos específicos, como micro-habitats e alimento, além da presença de predadores e competidores, microclima e outras variáveis bióticas e abióticas.

Logo, é possível concluir que anfíbios com modos reprodutivos especializados, e, portanto, dependentes de recursos ambientais especiais e possivelmente limitados, são mais sensíveis a modificações do meio do que espécies que se reproduzem em uma maior variedade de micro-habitats ou que são dependentes de variáveis ambientais freqüentemente disponíveis. Em última análise, seria indicado determinar como bioindicadoras, e conseqüentemente como espécies de maior importância ecológica, aquelas restritas a ambientes florestais (que não conseguiriam sobreviver em ambientes alterados) e com modos reprodutivos especializados. Na AII de Estreito há nenhuma espécie de anfíbio com essas características. Dessa forma, não é possível indicar espécies bioindicadoras deste grupo na área analisada.

No que tange aos répteis, lagartos de folheto têm sido utilizados como bioindicadores de alteração florestal e exploração madeireira. Eles dependem de pequenos invertebrados para sua alimentação e de sombra para manter temperaturas corpóreas moderadas (Vitt e Caldwell, 1994; Caldwell e Vitt, 1999). De acordo com Vitt *et al.* (1998), o chão de uma floresta com dossel contínuo apresenta temperaturas médias entre 23 e 26°C durante o dia; lagartos não-heliotérmicos que vivem no folheto de florestas não perturbadas mantêm a temperatura do corpo a 28°C, em média. Quando o dossel é removido, a média por hora das temperaturas do chão da floresta pode exceder 36°C e pequenos lagartos não sobrevivem a temperaturas tão extremas, desaparecendo rapidamente em áreas desmatadas (Ávila-Pires *et al.*, 2007). Além da elevação da temperatura pela modificação do dossel, a perda do folheto associado com a floresta elimina a maioria dos insetos que fazem parte da dieta desses pequenos lagartos, assim como o micro-habitat multiestratificado que esses animais utilizam para escapar de predadores (Ávila-Pires *et al.*, 2007). Na AII de Estreito são encontradas três espécies de lagartos pequenos de folheto: *Gonatodes humeralis* (**Foto 6.1.5.3-18 do Anexo X**), *Coleodactylus brachystoma* e *Colobosaura modesta*. Estas espécies podem ser apontadas como as mais sensíveis a perturbações relacionadas à retirada da vegetação florestal nativa, sendo consideradas bioindicadoras.

#### 6.1.5.3.4. *Espécies Raras, Ameaçadas e de Valor Cinegético*

Nenhuma das espécies registradas na AII do AHE e LT de Estreito é considerada rara, de acordo com a bibliografia consultada. Também não foi registrada nenhuma espécie considerada ameaçada de extinção de acordo com a lista do IBAMA (2003).

A única espécie de anfíbio com valor cinegético é *Leptodactylus vastus* (gia, rã-pimenta - **(Foto 6.1.5.3-16 do Anexo X)**), utilizada como item alimentar pelas populações rurais de diferentes regiões do Brasil. É uma espécie de grande porte associada a corpos d'água lênticos permanentes ou temporários, podendo ser encontrada em altas densidades na época chuvosa. A caça a essa espécie, no entanto, é pequena e ocasional quando comparada a outros representantes da herpetofauna, como os jacarés e cágados. Ainda não foi relatada na literatura nenhuma diminuição populacional relacionada à coleta furtiva de exemplares da espécie.

Dentre os répteis, é considerada espécie cinegética o teiú *Tupinambis quadrilineatus*. É comum que moradores rurais relatem o consumo ocasional de carne de teiú como item complementar à dieta rotineira. No entanto, a caça ao teiú parece ser esporádica, sendo efetuada apenas em situações em que o animal é encontrado fortuitamente em estradas ou nas áreas peridomiciliares. Não há um esforço dirigido exclusivamente para a caça desse animal, como ocorrem com jacarés, cágados e outros. Por isso, é provável que a caça furtiva não seja uma das maiores ameaças à espécie.

Em entrevistas realizadas com moradores locais, não foi mencionada a utilização da carne de cágados e jabutis como item alimentar na dieta das populações rurais da área do empreendimento. Essa prática, comum na Amazônia, costuma ter grande impacto nas populações desses animais.

#### 6.1.5.3.5. *Referências Bibliográficas*

As referências para a AID e AII foram apresentadas conjuntamente no **item 9.1.5.3.7** ao final do texto sobre AID antes dos Anexos fotográficos gerais sobre herpetofauna.



# Anexo X

## Documentação Fotográfica - Herpetofauna AHE Estreito



**Foto 6.1.5.3-1** Ponto 8 (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.

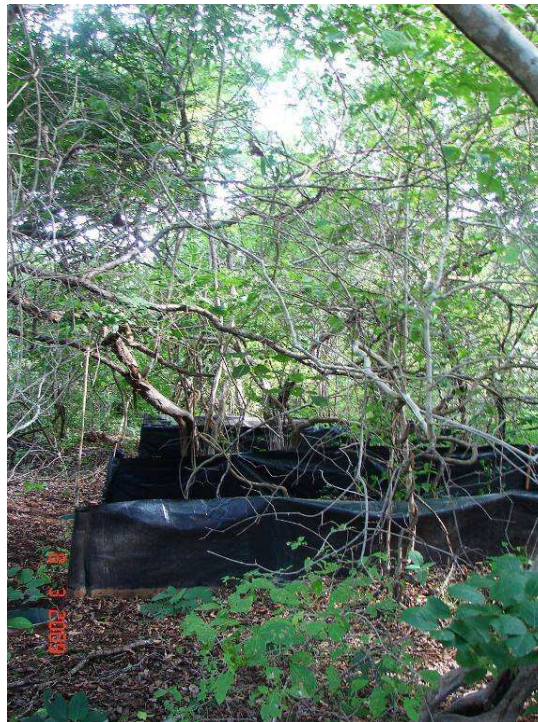


**Foto 6.1.5.3-2** Ponto 24 (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-3** Ponto 35 (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-4** Ponto 26 (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



Foto 6.1.5.3-5 Ponto 42 (AQ). Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



Foto 6.1.5.3-6 *Rhinella schneideria*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-7** *Dendropsophus minutus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-8** *Dendropsophus nanus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-9** *Hypsiboas raniceps*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-10** *Phyllomedusa azurea*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-11** *Scinax x-signatus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-12** *Leptodactylus andreae*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-13** *Leptodactylus fuscus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-14** *Leptodactylus* aff. *fuscus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-15** *Leptodactylus hylaedactylus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-16** *Leptodactylus vastus*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-17** *Physalaemus centralis*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-18** *Gonatodes humeralis*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.





**Foto 6.1.5.3-19** *Iguana iguana*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-20** *Ameiva ameiva*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Foto 6.1.5.3-21** *Leptophis ahaetulla*. Campanhas realizadas no âmbito do AHE Estreito, 2009.



**Chesf**  
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

*energ***IMP**



## **7. Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico.**

## 7. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) DO MEIO SOCIOECONOMICO E CULTURAL

### 7.1. DEFINIÇÃO E ABRANGÊNCIA

A Área de Influência Indireta (AII) definida para o Meio Socioeconômico do AHE Estreito, conforme definido no Termo de Referência aprovado para este EIA, ficou conformada pelo conjunto dos municípios que integram a AID do empreendimento - que se constitui na área resultante do somatório dos territórios dos municípios que terão terras alagadas pelo Empreendimento - mais os pólos municipais de atração à região, neste caso os municípios de Teresina e Floriano, ambos no estado do Piauí. A AII é então composta pelos municípios de Amarante, Floriano, Teresina, Barão de Grajaú e São Francisco do Maranhão.<sup>1</sup>

Os municípios pólos de atração em relação aos municípios da AID do empreendimento Teresina e Floriano - ocupam lugar diferenciado na hierarquia funcional.

A população da AII do AHE Estreito corresponde a cerca de 20% da população total<sup>2</sup> da Região Hidrográfica do Parnaíba, segundo dados do Censo 2000 (IBGE, 2000). O **Quadro 7.1-1** apresenta, de forma resumida, a conformação total da AII do empreendimento.

**Quadro 7.1-1** Quadro síntese da área total e da população residente dos municípios da AII do empreendimento.

Município (Função)	Área Total (km <sup>2</sup> )	População Residente (2000)	População Residente (2007)
<b>PIAUI</b>			
Teresina (Pólo Regional)	1.756	715.360	779.939
Floriano (Pólo Sub-Regional)	3.410	54.591	56.090
Amarante	1.305	16.884	17.316
<b>MARANHÃO</b>			
Barão de Grajaú	2.247	15.349	16.565
São Francisco do Maranhão	2.746	12.854	14.194
<b>TOTAL</b>	<b>11.463</b>	<b>815.038</b>	<b>884.104</b>

Fonte: IBGE. Censo 2000; Contagem Populacional, 2007.

Na AII, o município de Floriano (PI), um dos mais importantes centros urbanos regionais, com população, em 2000, de cerca de 54.500 mil habitantes possui uma relevância estratégica na região do Alto Parnaíba (região onde se insere a AID do empreendimento) que pode ser medida, inicialmente, pela existência de representações regionais de instituições federais, como é o caso do núcleo avançado da principal agência governamental federal com atuação na área da Bacia do Parnaíba, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), e pela implantação do campus avançado da UFPI.

<sup>1</sup> A definição dos pólos de atração à região do empreendimento foi baseada nos estudos sobre as "Regiões de Influência das Cidades (IBGE. REGIC, 2007), detalhado no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico.

<sup>2</sup> Somente Teresina corresponde a aproximadamente 18% da população total da Região Hidrográfica do Parnaíba, considerando os dados do último Censo (IBGE, 2000).



No caso específico da CODEVASF, além de Floriano (PI), os outros municípios a sediarem núcleos avançados da CODEVASF nessa região são Balsas, no Maranhão, e Oeiras, Parnaíba e São Raimundo Nonato, no Piauí. Todos esses núcleos estão subordinados a 7ª Superintendência Regional desse órgão, sediada na cidade de Teresina (PI) – principal cidade pólo regional, de âmbito sub-metropolitano, dessa região.

Relativamente ao segmento de transportes, as principais rodovias federais existentes na região atravessam esses municípios pólo, interligando tanto Teresina (Pólo Regional) a Floriano (Pólo Sub-Regional) como esses dois a Balsas (também definida como Pólo Sub-Regional da All), e esses três “municípios pólos” aos demais municípios e demais pólos municipais de atração da região, incluindo Uruçuí, seja da AAR como um todo, especialmente do estado do Piauí e do Maranhão, seja dos demais municípios da região nordeste e mesmo do país<sup>3</sup>.

Ainda sobre o transporte, outro aspecto a destacar em relação a influencia desses três pólos na região refere-se à infraestrutura aeroportuária da região. Os únicos aeroportos com vôos comerciais na área da bacia estão localizados em Teresina e Parnaíba. Cidades como São Raimundo Nonato, Floriano, Caxias, Alvorada do Gurguéia e Balsas, por sua vez, integram uma rede local de aeroportos de menor porte. É relevante o número de aeródromos particulares ao longo do rio Balsas, entre os municípios de Balsas (MA) e Benedito Leite (PI), sobretudo após o surgimento da nova fronteira agrícola nessa região baseada, sobretudo, na produção da soja em escala comercial.

Além desse, outro aspecto a destacar no caso desses municípios pólos foi o fato de Floriano, além de Teresina – enquanto capital do estado – ter sido praticamente o único município da All do empreendimento a ser inserido na área inventariada pela Piauí Turismo – PIENTUR<sup>4</sup> no âmbito dos programas e ações voltadas para o desenvolvimento do turismo no estado do Piauí, considerando, especialmente o seu significativo potencial turístico, sobretudo, pelo conjunto de atividades relacionadas ao seu patrimônio histórico e cultural, com destaque para o seu carnaval. Cabe ressaltar que o município de Floriano, junto com o município de Parnaíba, é um dos únicos municípios do interior do Piauí a apresentar escritório regional da PIANTUR fora de Teresina, onde se encontra situada sua sede.

Além de pólo de natureza institucional da região, Floriano ainda se destaca enquanto pólo de natureza financeira, considerando o número de agências bancárias de instituições financeiras tanto de natureza pública como privada (como Banco do Brasil, Banco do Nordeste, Bradesco e Banco da Amazônia), além de concentrar, grande parte das principais

<sup>3</sup> Na Região Hidrográfica do Parnaíba as principais rodovias federais são a BR-343 - que liga o litoral do Piauí até Floriano, passando por Teresina; a BR-222 - interligada à BR-343, que liga Teresina a Fortaleza, cortando Piri-piri; a BR-316, que leva a São Luís e Belém; e a BR-320, que atravessa o Piauí passando por Floriano, Oeiras, Picos e Balsas. As BRs 407 e 135 fazem a ligação com Brasília e Salvador, respectivamente. As estradas estaduais completam as ligações rodoviárias necessárias ao deslocamento entre as cidades da região, sendo que a maior parte delas encontra-se, em muitos trechos, inclusive pelo intenso transporte de carga observado na região a partir da instalação da agricultura em larga escala, sobretudo de soja e arroz, em precário estado de conservação.

<sup>4</sup> A Piauí Turismo – PIENTUR, autarquia estadual dotada de personalidade jurídica de direito público e autonomia administrativa, patrimonial, técnica e financeira, vinculada à Secretária do Trabalho, Desenvolvimento Econômico, Tecnológico e do Turismo, tem por finalidade de elaborar, coordenar e executar a política de turismo no Estado do Piauí, foi criada por Lei de nº 5436, de 03 de janeiro de 2005, sucedendo à Empresa de Turismo do Piauí, criada pela Lei nº 3077, de 28 de junho 1971. À PIENTUR compete, entre outras responsabilidades, a de proporcionar o fortalecimento e crescimento do turismo estadual visando intensificar sua contribuição para geração de renda, ampliar o mercado de trabalho e elevar o bem-estar social e facilitar o intercâmbio com as demais entidades turísticas municipais, estaduais, nacionais e internacionais; planejar e desenvolver programas e projetos em articulação com organismos públicos ou privados, com o intuito de desenvolver empreendimentos turísticos no Estado.



operações de serviços especializados e de comércio atacadista fora do pólo regional - Teresina.

Todos esses aspectos relacionados já seriam significativos para validar a importância regional que tanto Teresina – enquanto principal pólo regional - quanto Floriano exercem sobre os demais municípios dessa região, sobretudo aqueles de menor dinamismo econômico, como é das cidades inseridas na AID do empreendimento.

Tendo em vista que a maior parte da AII do AHE Estreito é constituída por municípios que terão suas terras alagadas pelo empreendimento e que por isso integram a AID, sendo objeto de análise em item específico (Volume II Capítulo 10 - Caracterização Socioeconômica da Área de Influência Direta) este documento está focado no detalhamento do município pólo de Teresina e sua articulação com os demais municípios que integram sua área de influência e o pólo sub-regional de Floriano.

## **7.2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS PÓLO**

### **7.2.1. Pólo Sub-Regional - Município de Floriano (PI)**

Como a maioria dos municípios da região, o município de Floriano tem sua origem relacionada à ocupação da região pelo português Domingos Afonso Mafrense, conhecido também pela alcunha de “Sertão”, fundador das primeiras fazendas de gado no interior do Piauí. Com a morte de Mafrense, trinta de suas fazendas foram doadas aos jesuítas, que as administraram até a expulsão dessa ordem do Brasil em 1760, por ordem da Coroa Portuguesa, passando essas terras para a propriedade do Governo da Província.

O município de Floriano recebeu a sua denominação atual somente em 1897, sendo anteriormente denominado de colônia de São Pedro (1890) e de vila Manga (1864). O município que deu origem a Floriano foi Jerumenha, um dos primeiros núcleos urbanos a surgirem na região no período compreendido entre os séculos XVII e XVIII.

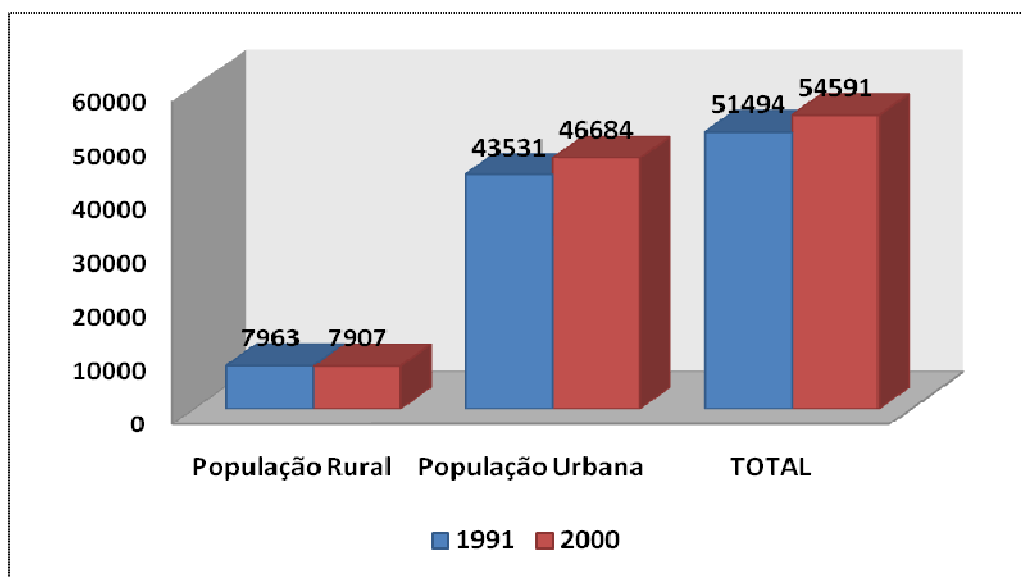
Floriano faz limite ao norte com Amarante e o estado do Maranhão; ao sul com Itaueira e Flores do Piauí; a leste com Nazaré do Piauí, Francisco Ayres e São José do Peixe; e a oeste com Jerumenha e o estado do Maranhão. O município se constitui atualmente na quarta cidade em importância no estado do Piauí, sendo um importante entroncamento viário na região. Abriga ainda hoje um significativo acervo de construções históricas que marcaram a sua evolução urbana. Floriano dispõe também de uma significativa infraestrutura social e urbana, sendo expressivo o número de estabelecimentos de comércio varejista e bancos, o que lhe confere, de fato, o “status” de “pólo comercial e financeiro” na área de influência do empreendimento.

Na sua sede existem pelo menos cinco emissoras de rádio e uma agência dos correios. A telefonia fixa é operada pela Telemar e a móvel (celular), pela TIM. Quatro dos grandes jornais da capital do estado do Piauí circulam diariamente na cidade. São quatro os canais de TV que levam a Floriano a programação de Teresina, utilizando torres repetidoras.

Todo o município é servido pela rede de energia elétrica do Sistema Eletrobrás. O sistema de abastecimento de água é mantido pela AGESPISA que faz captação direta no rio Parnaíba, efetua o tratamento, armazena e distribui à população do município, chegando a atender satisfatoriamente 85% da população urbana.

Em contrapartida, o sistema de esgotamento sanitário da cidade é praticamente inexistente. A limpeza urbana funciona precariamente - visto que a coleta é realizada diariamente somente nas áreas centrais da cidade. Mais de 80% da malha urbana é pavimentada com paralelepípedo.

No período 1991-2000, a população de Floriano teve uma taxa média de crescimento anual de 0,68%, passando de 51.494, em 1991, para 54.591, em 2000, crescimento este bem inferior, se comparado a outras cidades de importância equivalente da AAR, como a cidade de Balsas (MA) (**Gráfico 7.2.1-1**). Na contagem populacional realizada pelo IBGE em 2007, se observa um pequeno crescimento de sua população total, passando a apresentar uma população residente de pouco mais 56.000 habitantes.



**Gráfico 7.2.1-1** População Residente por situação de domicílio Floriano – PI. 1991 / 2000.

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 – Dados do Universo

Considerando os dois últimos censos, o crescimento de sua taxa de urbanização foi de apenas 1,16%, passando de 84,54% em 1991 para 85,52% em 2000, número bem inferior, por exemplo, ao do município de Balsas (MA), cuja variação foi de 13,32%. Em 2000, a população do município representava 1,92% da população do estado, e 0,03% da população do país.

Essa baixa dinâmica demográfica demonstra, em certa medida, que as alterações observadas na região, sobretudo em relação à atração de população em consequência do novo pólo econômico ali implantado com o surgimento da soja, impactaram muito menos esse município pólo quando comparado com os municípios de Uruçuí (PI) e Balsas (MA), o que indica certa “permanência” (ou certa estagnação) de seus atributos de pólo sub-regional e uma relativa valorização e ascensão no papel desse último.

Estudos recentes realizados sobre a região, como o Zoneamento Ecológico-Econômico da bacia do rio Parnaíba, publicado em dezembro de 2005 pelo Consórcio ZEE-Brasil sobre a bacia do rio Parnaíba deixam ainda mais evidente esse declínio ou tendência de estagnação do município de Floriano, frente a outras cidades da região.

Em 1991, a população com menos de 15 anos de idade representava 38,7% da população total. Em 2000, esse percentual caiu para 30,9%, ao contrário da população na faixa de 65 anos e mais e entre 15-64 anos, que apresentaram um relativo aumento.

Dessas duas faixas, a que apresentou um aumento mais significativo foi justamente a faixa intermediária (de 15-64 anos), que passou de 56,4%, em 1991, para 62,8, em 2000. Com isso, a razão de dependência passou de 77,2%, em 1991, para 59,2%, em 2000, o que tem pressionado de forma crescente tanto as políticas públicas voltadas para a geração de trabalho e renda, sobretudo no caso da população jovem (em 2000, mais de 20% da população total se encontrava na faixa de 15 a 24 anos), como também, em médio e longo prazo, as de saúde e assistência social, principalmente dos idosos (**Quadro 7.2.1-1**).

**Quadro 7.2.1-1** Estrutura etária da população de Floriano (PI)–1991 / 2000.

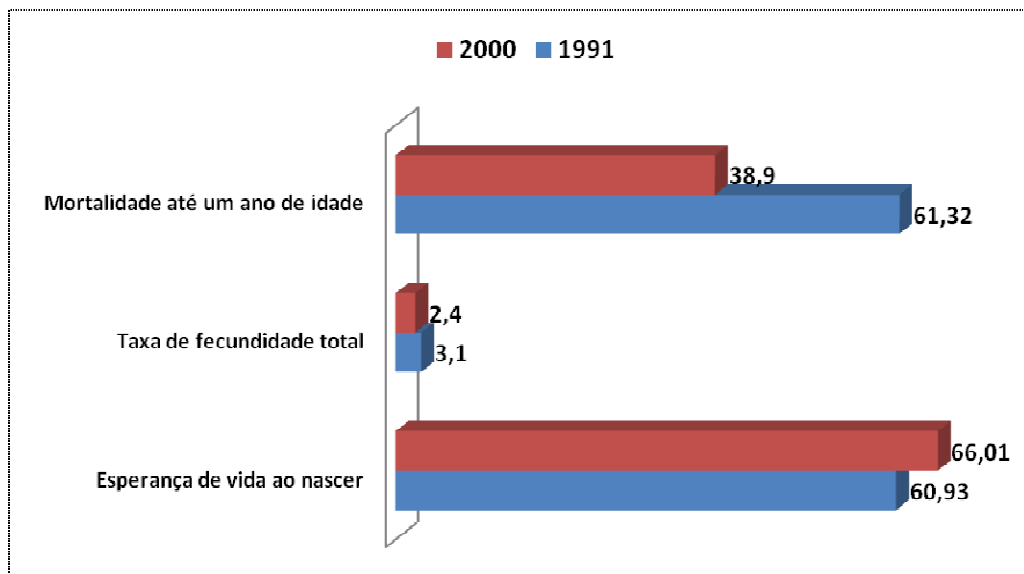
Faixa Etária	1991		2000	
	Hab.	%	Hab.	%
Menos de 15 anos	19.934	38,7	16.874	30,91
15 a 64 anos	29.062	56,4	34.354	62,93
65 anos e mais	2.498	4,9	3.362	6,16
<b>TOTAL</b>	<b>51.494</b>	<b>100</b>	<b>54.591</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE. Censos Demográficos 1991, 2000.

Em relação aos indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade, à exceção do primeiro, observam-se nos demais significativas reduções entre 1991-2000 (**Gráfico 7.2.1-2**). Nesse período a taxa de mortalidade infantil do município diminuiu 36,56%, passando de 61,32 (por mil nascidos vivos), em 1991, para 38,90 (por mil nascidos vivos), em 2000, e a esperança de vida ao nascer cresceu 5,08 anos, passando de 60,93 anos, em 1991, para 66,01 anos, em 2000.

Em grande medida, a melhoria nesses indicadores segue uma tendência regional que está diretamente relacionada à implantação de programas sociais nacionais de renda mínima e de saúde preventiva, como o, PSF e o PACS.

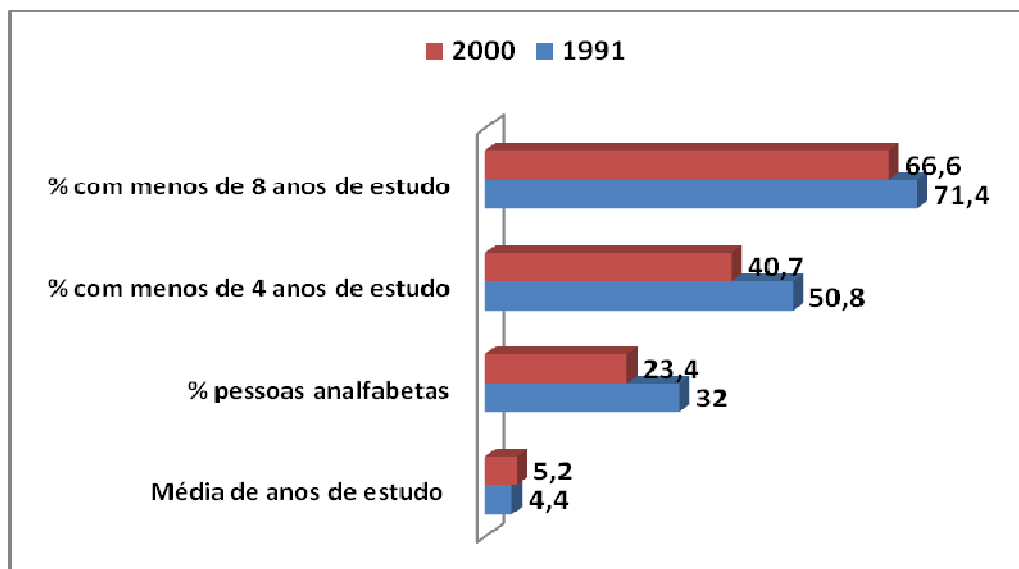
Em relação aos indicadores de educação, cabe destacar o conjunto de transformações ocorridas no nível educacional da população adulta (25 anos ou mais) na última década, sobretudo na faixa de 15 a 24 anos. Pode-se inferir que, especialmente nessa última década, as exigências por uma maior escolarização e qualificação profissional na região, em decorrência do desenvolvimento dos negócios relacionados à agricultura comercial em larga escala da soja e do arroz têm, ao mesmo tempo, pressionado as políticas públicas voltadas para esse setor e elevado esses indicadores.



**Gráfico 7.2.1-2** Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento do Brasil, 2003.

Mesmo considerando o fato de que os postos de trabalho mais especializados criados a partir desses negócios tenha sido ocupados por trabalhadores vindos de outras regiões, é importante destacar, por exemplo, a redução na taxa de analfabetismo da população local e o aumento da média de anos de estudo dessa mesma população nesse período. Sobre esse indicador em particular cabe ainda destacar que média de anos de estudos constatada em 2000 encontrava-se bem acima da média do estado, que era de 3,9 no mesmo período (**Gráfico 7.2.1-3**).



**Gráfico 7.2.1-3** Nível educacional da população adulta (> 25 anos – 1991 / 2000) Floriano/ PI.

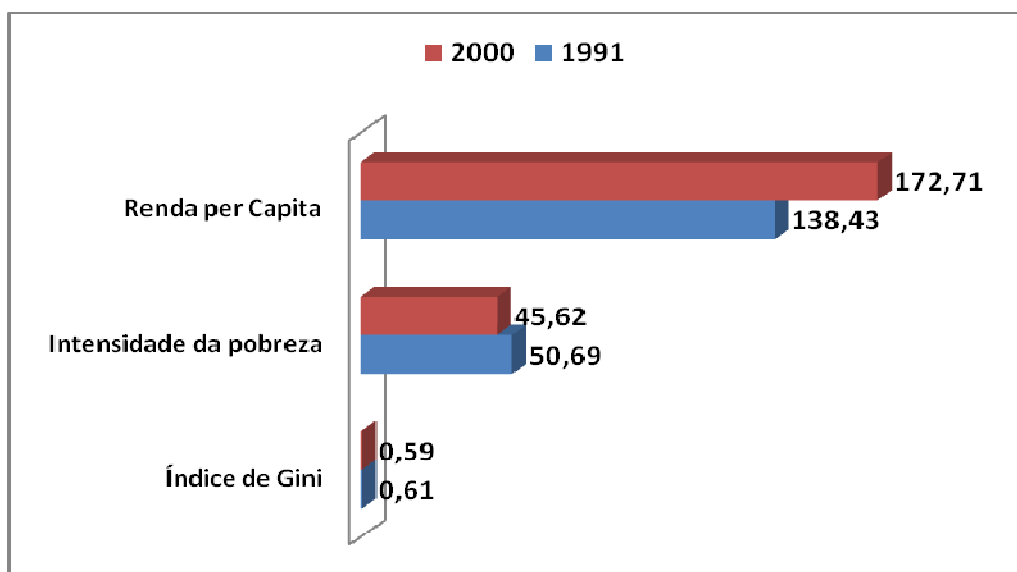
Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento do Brasil, 2003.

No que se refere aos indicadores de renda, observa-se que no período 1991-2000 a renda per capita média do município cresceu 24,76%, passando de R\$ 138,43 em 1991 para R\$ 172,71 em 2000.

A pobreza segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2003) - medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 75,50, equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000 - diminuiu 19,46%, passando de 58,9% em 1991 para 47,4% em 2000.

Além dessa redução, observou-se ainda que a desigualdade pouco diminuiu na região: o Índice de Gini, por exemplo, passou de 0,61 em 1991 para 0,59 em 2000 (bem maior, portanto, do que o mesmo Índice calculado para o Maranhão no mesmo ano - 0,43).

Sobre esses aspectos é importante lembrar que o município de Floriano, muito antes da consolidação da nova fronteira agrícola da soja na região, já se constituía num município pólo com estratos de renda bem mais consolidados que os demais municípios com importância equivalente na AAR (**Gráfico 7.2.1-4**).



**Gráfico 7.2.1-4** Indicadores de renda, pobreza e desigualdade Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

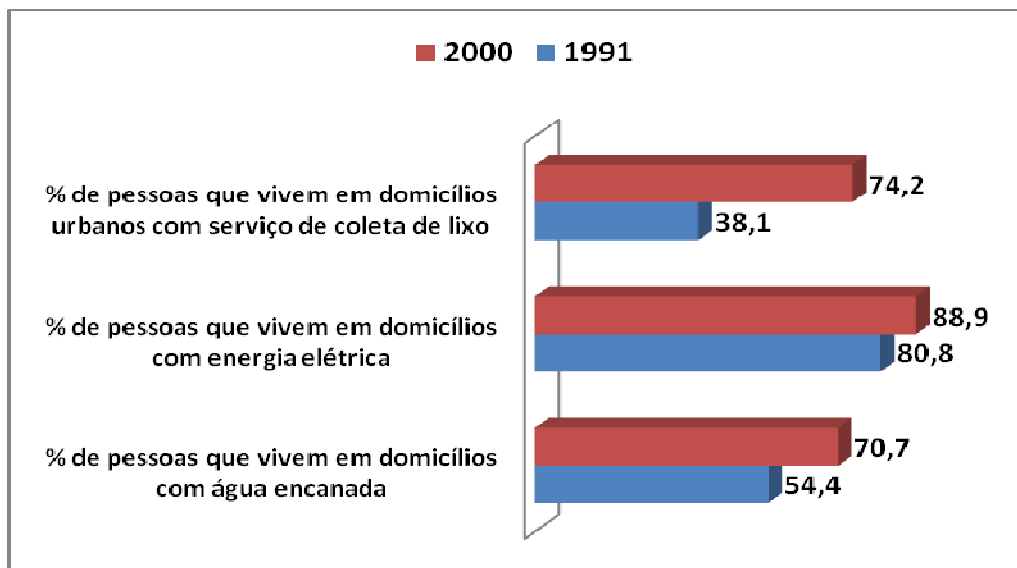
Um aspecto importante a destacar em relação a Floriano refere-se ao acesso a serviços básicos por parte de sua população. Apesar de se constituir num dos principais municípios do estado do Piauí e um dos mais antigos - foi fundado há mais de 100 anos, e ainda de ter apresentado na última década uma relativa melhoria na cobertura da rede de infraestrutura urbana básica, ainda apresenta um significativo déficit estrutural em relação à prestação de serviços básicos como abastecimento de água, eletrificação e coleta do lixo urbano (**Gráfico 7.2.1-5**).

No período 1991-2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Floriano cresceu 11,79%, passando de 0,636 em 1991 para 0,711 em 2000 (**Gráfico 7.2.1-6**). A dimensão que mais contribuiu para este crescimento foi à educação, com 45,8%, seguida pela longevidade, com 37,8% e pela renda, com 16,4%.

Nesse período, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, 1 - IDH) foi reduzido em 20,6%. Se mantivesse esta taxa de crescimento do IDH-M, o município levaria 20 anos para alcançar São Caetano do Sul



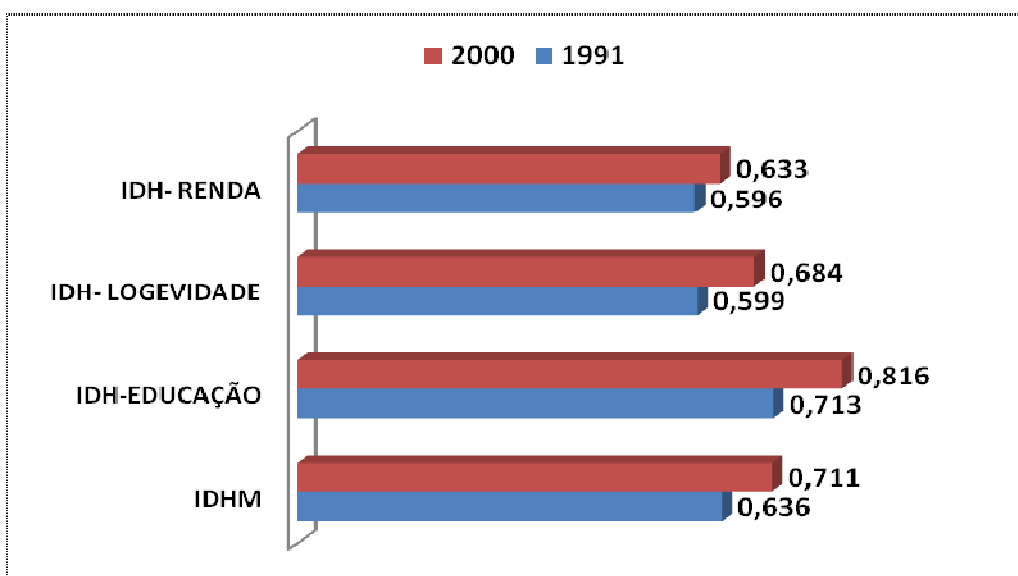
(SP), o município com o melhor IDH-M do Brasil (0,919), e 5,8 anos para alcançar Teresina (0,766), o município avaliado com o melhor IDH-M do estado do Piauí.



**Gráfico 7.2.1-5** Acesso a serviços básicos 1991/2000 Floriano/PI.

Fonte: PNUD. Atlas do Desenvolvimento do Brasil, 2003.

Segundo a classificação do PNUD e considerando o valor do seu IDH-M em 2000, o município se encontrava entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8).



**Gráfico 7.2.1-6** IDH – M de Floriano PI (1991/2000).

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

Em relação aos outros municípios do Brasil, Floriano apresenta uma situação intermediária: ocupa a 2787ª posição, sendo que 2786 municípios (50,6%) estão em situação melhor e 2720 municípios (49,4%) estão em situação pior ou igual. Em relação aos outros municípios

do estado, Floriano apresenta uma situação de destaque: ocupa a 2ª posição no total de 221 municípios.

É importante destacar que no estado do Piauí vários municípios encontram-se em processo de expansão, tais como os municípios de Balsas (MA) e de Uruçuí (PI), que conforme analisado no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico, apesar de terem Floriano como município pólo, tem experimentado mudanças nesses vínculos de polarização.

Esses municípios, mais do que Floriano, tiveram de modo muito particular suas realidades impactadas sobremaneira pelo agronegócio da soja e do arroz, como pode ser observado na análise de seus indicadores sócio-econômicos apreciados nos itens seguintes.

#### 7.2.2. Pólo Regional - Município de Teresina (PI)

A condição de “centro de comando metropolitano” da cidade de Teresina exigiu a realização de análises mais complexas devido tanto as suas funções urbanas como pela relevância do papel que exerce no contexto regional. Para tal se utilizou como referência principal deste estudo o Plano de Desenvolvimento Sustentável de Teresina – Teresina Agenda 2015<sup>5</sup>, elaborado pela Prefeitura de Teresina através de um processo de planejamento participativo, que envolveu os diversos setores da sociedade local, sendo concluído em 2002, no âmbito da Agenda 21 local.

##### a) Contexto Histórico

Teresina foi uma das primeiras cidades brasileiras a ser previamente planejada. A proposta pioneira de mudar a capital piauiense do interior do estado (do município de Oeiras) para as margens do rio Parnaíba partiu de Fernando Antônio de Noronha, então capitão general das capitâneas do Maranhão e do Piauí, no início do século XVIII.

Em 1798, o governador da Província, D. João de Amorim Pereira, enviou ofício a Portugal sugerindo a transferência da capital para a vila de Parnaíba ou para um promissor povoado que surgira na confluência dos rios Poti e Parnaíba, atraído pela abundância de peixe. A idéia foi relançada em 1816, na administração do governador Baltazar de Sousa Botelho de Vasconcelos.

Assim, o então povoado de Poti foi transformado em vila por decreto da Regência do Império, face ao seu crescente progresso, em 6 de julho de 1832, com território desmembrado de Campo Maior, Valença e São Gonçalo. Em 1842, o Conselho Geral da Província aprovou a lei que autorizava a Câmara Municipal da vila do Poti a transferir sua sede para uma área mais propícia do ponto de vista ambiental, tendo em vista as constantes

---

<sup>5</sup> O Teresina Agenda 2015, Plano de Desenvolvimento Sustentável para a cidade de Teresina, nasceu de uma iniciativa da Prefeitura de Teresina que, preocupada com o planejamento, o meio ambiente e o processo de desenvolvimento urbano, econômico e social, mobilizou a sociedade para discutir e traçar um rumo para o futuro, elaborando, dessa forma, sua Agenda 21. O processo de elaboração se deu no período de agosto/2001 (lançamento no I Congresso da Cidade) a agosto de 2002 (entrega do documento final no II Congresso da Cidade). Foram estudados 17 temas relevantes para o desenvolvimento da cidade, entre os quais, saneamento, segurança pública, meio ambiente, transporte, saúde, entre outros. Cada um desses estudos setoriais levou em consideração as potencialidades, tendências atuais e sua vocação. Concluído, o documento foi submetido à aprovação pela Câmara Municipal que instituiu o Plano de Desenvolvimento Sustentável de Teresina como Plano Diretor da Cidade.

inundações do local. A transferência, no entanto, só se concretizou em 20 de outubro de 1851.

José Ildefonso de Sousa Ramos, então presidente da Província, fez votar e sancionar a Lei nº 174, de 27 de agosto de 1844, que autorizava a mudança da capital para a margem do rio Parnaíba, na foz do riacho Mulato, ficando a nova cidade com o nome de Regeneração. A Lei nº 191, de 30 de agosto do ano seguinte, autorizou a imediata mudança da capital, transferindo as repartições públicas para São Gonçalo, onde permaneceriam até a edificação da nova cidade.

Em 23 de agosto de 1849, uma terceira lei determinou que se fizesse a transferência da capital para a nova sede do município Poti. A Resolução Provincial nº 255, de 5 de agosto de 1850, no entanto, anulou essa e todas as demais leis votadas até aquela data sobre a transferência da capital. A vila de Poti, como fora edificada, estava sujeita às enchentes periódicas do rio Poti. Por isso a cidade foi construída em outro lugar, longe de intempéries, às margens do rio Parnaíba, em local onde existira uma fazenda de gado, conhecido como Chapada do Corisco.

A assembléia foi instalada em 1º de julho de 1852. No dia 21 do mesmo mês foi baixada a Resolução nº 315, que autorizou a transferência da capital para a nova vila do Poti, elevada à categoria de cidade com o nome de Teresina, em homenagem à imperatriz do Brasil, D. Teresa Cristina. Era presidente da província José Antônio Saraiva. Em 1858, foi fundada a Companhia de Navegação do Rio Parnaíba. Em abril de 1859, chegou ao porto de Teresina o primeiro barco a vapor que cruzou as águas do Parnaíba, o Uruçuí. Em 1889, após a Proclamação da República, a cidade passou por transformações políticas que culminaram com a promulgação da Constituição do estado.

Em 1893, foi fundada a Fábrica de Fiação e Tecidos Piauiense, comandada pela Casa Cruz, de Caxias, que durou até o governo de Pedro Freitas. Outro fator que contribuiu para o rápido desenvolvimento do comércio de Teresina foi o ciclo de extração da borracha da maniçoba. Em 1900, a cidade ganhou a Associação Comercial Piauiense. Um novo impulso para o crescimento de Teresina veio na década de 30, por meio de projetos nas áreas da agricultura e da pecuária, de obras como a ponte sobre o rio Poti e o Hospital Getúlio Vargas, e da instalação de uma linha aérea e da Rádio Difusora de Teresina.

Anos depois, na década de 60, foram criados o Banco do Estado, faculdades e construídos os primeiros conjuntos habitacionais. Logo em seguida, na década de 70, foi fundada a Universidade Federal do Piauí.

Localizada no centro de um grande entroncamento rodoviário que interliga as regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste, Teresina vem exercendo a função de um pólo regional de geração de produtos, emprego, renda e arrecadação, e assim, cada vez mais, se constituindo num importante centro político e de serviços interiorizado na região, sobretudo pela sua situação de confluência dos eixos de circulação que ligam as metrópoles do Nordeste (Salvador, Recife e Fortaleza) com a metrópole de Belém, porta de entrada para a Amazônia.

## **b) Caracterização Geral**

No estudo sobre a hierarquia das cidades brasileiras, realizado pelo IBGE apresentado anteriormente (no item 4.3. Estrutura e Hierarquização Urbana da AAR do Capítulo 4 – Área de Abrangência Regional do Meio Socioeconômico), a cidade de Teresina está classificada

como um dos principais centros sub-metropolitanos da região nordeste, subordinada mais diretamente, tendo em vista os fluxos de bens e serviços, à maior e mais importante das nove metrópoles nacionais, São Paulo.

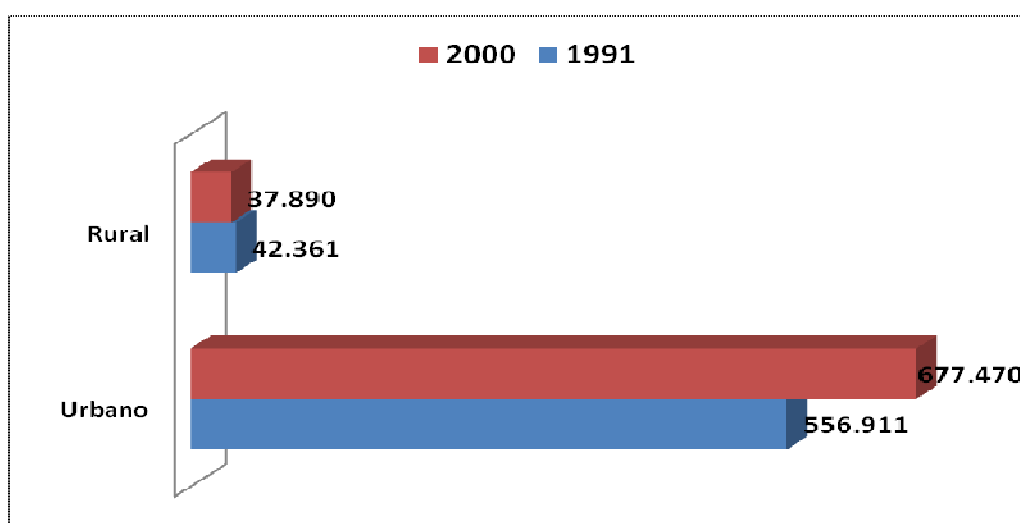
Assim, a área de influência de Teresina alcança porções dos estados do Maranhão, Ceará e Tocantins, atingindo ainda parte do Pará, sendo que sua influência mais direta, além do próprio Estado do Piauí, estende-se às regiões de Balsas, Caxias e Bacabal, no Maranhão.

Os fatores que impulsionam sua economia estão determinados basicamente pelas seguintes características:

- A de capital do estado, e, portanto, centro político-administrativo, sede das mais importantes instituições governamentais no âmbito estadual e federal.
- A de entroncamento rodoviário regional e nacional, tornando a cidade um importante elo na cadeia de distribuição e comercialização de mercadorias na porção ártica do Nordeste brasileiro.
- A de submetrópole regional, fornecendo produtos e serviços para a sua área de influência.

O Estado do Piauí contava, em 2000, com uma população residente de 2,84 milhões de habitantes. Na contagem populacional de 2007, a população estimada para o estado foi de 3,03 milhões.

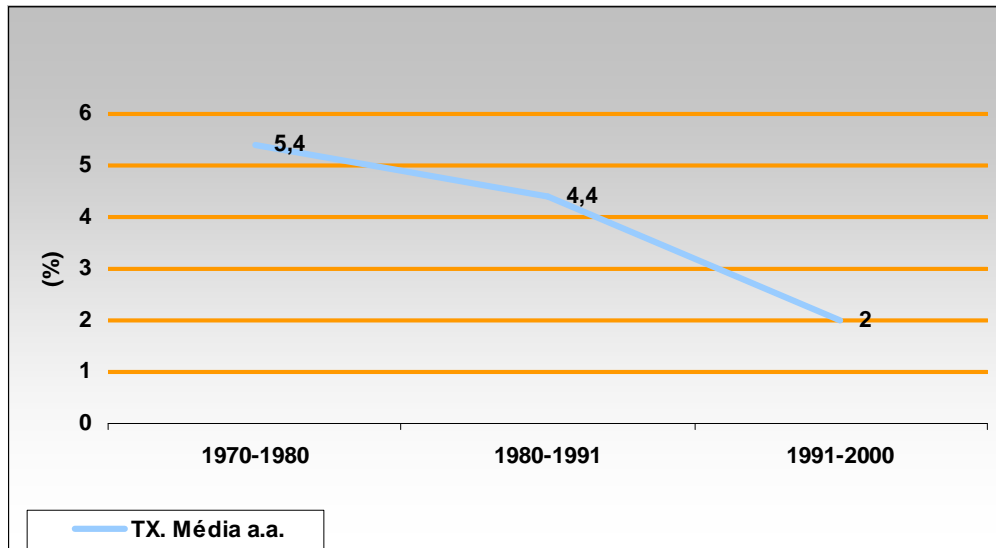
Entre 1991 e 2000, a população cresceu à taxa média de 1,08% a.a, enquanto a do Brasil cresceu à taxa de 1,63% a.a. O Piauí é um lugar de significativos movimentos migratórios, já que 786,4 mil piauienses moram em outros estados, enquanto 244,2 mil vieram de outros estados para o Piauí (PNAD, 1999). Na PNAD de 2007, o número de residentes não naturais dos municípios piauienses saltou para 889,1 mil (**Gráfico 7.2.2-1**). Ou seja, quase duas décadas depois, cerca de 30% da população do Estado veio de outras cidades, sendo que 10% desse estrato da população não são brasileiros.



**Gráfico 7.2.2-1** Teresina – População por situação de domicílio, 1991/2000.

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 – Dados do Universo

No município de Teresina, a população residente cresceu à taxa média de 2,0% a.a. na última década, alcançando 715.360 habitantes no ano 2000, sendo 95% com domicílio urbano. A taxa de crescimento da população (**Gráfico 7.2.4-2**) vem diminuindo ao longo das últimas décadas. Esse fenômeno indica um maior envelhecimento na sua pirâmide etária.



**Gráfico 7.2.2-2** Crescimento da população, 1970 – 2000.

Fonte: IBGE, 2000.

A observação mais detalhada da pirâmide etária do município mostra o efeito da emigração e da redução do crescimento populacional, com a população masculina predominando nas faixas iniciais e passando a ser menor a partir da faixa de 10-14 anos. A população feminina, em 1996, por exemplo, representava 53,3 % da população total, e a masculina 46,7%. No Censo 2000, observa-se um maior equilíbrio entre esses números – do total da população, 51% era do sexo masculino e 49% do sexo feminino. Em 2000, a maior parte de sua população situava-se na faixa acima de 15 anos (cerca de 70% da população total) (**Quadro 7.2.2-2**).

**Quadro 7.2.2-2** Estrutura etária da população de Teresina / PI, 1991 e 2000.

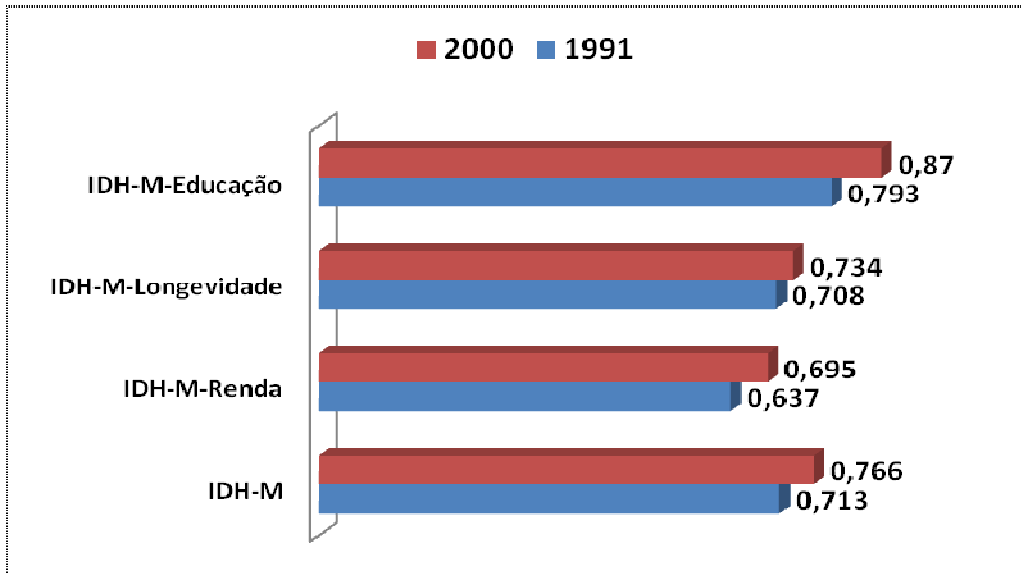
Faixa Etária	1991		2000	
	Hab	%	Hab	%
Menos de 15 anos	226.189	37,82	216.775	30,30
15 a 64 anos	352.530	58,94	468.540	65,50
65 anos e mais	19.395	3,24	30.045	4,20
<b>Total</b>	<b>598.114</b>	<b>100,00</b>	<b>715.360</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE. Censos Demográficos, 1991, 2000.

Em 2000, Teresina apresentava a melhor posição entre os 220 municípios do Estado, com um crescimento da ordem de 7%, passando de 0,713 em 1991 para 0,766 em 2000. Por outro lado, é importante destacar que o Estado do Piauí era, no início da década de 90, o



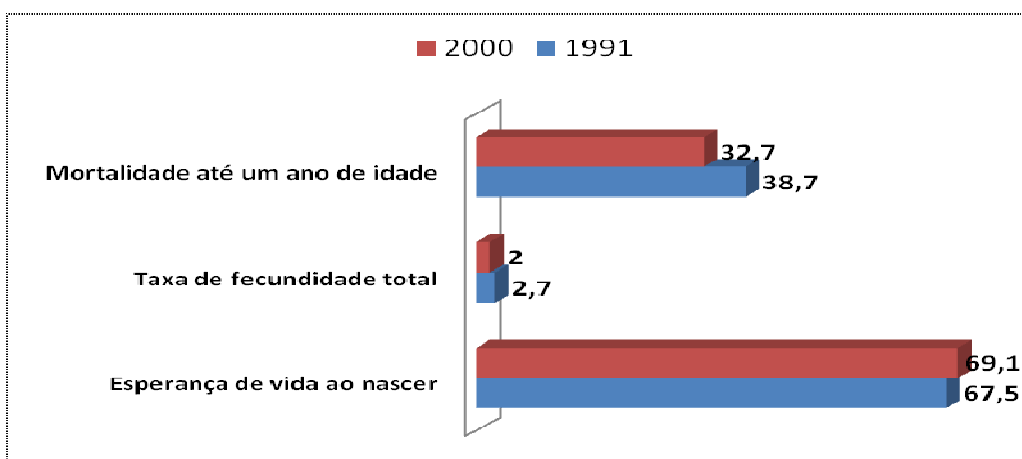
estado brasileiro com o mais baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país (Gráfico 7.2.2-3).



**Gráfico 7.2.2-3** Teresina – IDH – M e seus componentes, 1991 e 2000.

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

O **Gráfico 7.2.2-4** apresenta a evolução nos últimos dois Censos de três importantes indicadores demográficos e de desenvolvimento social do município: longevidade, mortalidade e fecundidade. Observa-se que no período 1991-2000, a taxa de mortalidade infantil do município diminuiu 15,65%, passando de 38,73 (por mil nascidos vivos) em 1991 para 32,67 (por mil nascidos vivos) em 2000, e a esperança de vida ao nascer cresceu 1,61 anos, passando de 67,45 anos em 1991 para 69,06 anos em 2000.



**Gráfico 7.2.2-4** Teresina – Indicadores de longevidade, mortalidade e fecundidade de 1991 e 2000.

Fonte: IBGE. Censos Demográficos, 1991, 2000.

O município de Teresina tem importantes relações de complementaridade com as cidades de sua área de influência, competindo com elas na atração de investimentos e na oferta de bens e serviços, principalmente com as cidades de São Luís e Fortaleza, capitais dos estados do Maranhão e Ceará, respectivamente. Fortaleza é a maior das três cidades, com mais de 2,1 milhões de habitantes em 2000, enquanto São Luiz possuía 868 mil e Teresina 715 mil.

A atividade econômica piauiense é fortemente concentrada na capital, sendo que 43% das empresas e 71% das pessoas empregadas formalmente ali (Teresina Agenda 2015, 2002). Algumas atividades dinâmicas novas começam a surgir em outras áreas do estado, como a agricultura da soja, a criação de camarões (carcinicultura), apicultura, fruticultura e ovinocaprinocultura.

Em 2001, foi criada a “Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina”, abrangendo 13 municípios, com o objetivo de articular as ações do poder público na área. Essa região é formada pelos municípios que compõem a microrregião de Teresina, acrescida do vizinho município de Timon, no Maranhão, cuja sede forma uma conurbação com a cidade de Teresina. Em 2000, a população residente na Grande Teresina superava 1,0 milhão de habitantes, sendo que 87,3% residiam em área considerada urbana.

Segundo estudos realizados recentemente pela Prefeitura de Teresina, essa “nova região” exigirá o enfrentamento numa ótica metropolitana de questões estruturais, cada vez mais críticas, tais como os problemas relacionados à estruturação e gestão do sistema de transportes “metropolitano”; os problemas ambientais, como desmatamento, extração mineral predatória, uso descontrolado de agrotóxicos, lançamento e disposição final de efluentes e de resíduos sólidos, ocupação de áreas de risco para segurança humana e ambiental; e questões institucionais crônicas como aquelas do setor de saneamento, referentes à concessão e controle dos serviços, à cobrança pelo uso da água, entre outras.

Por sua vez, a articulação institucional para a gestão da “Grande Teresina” terá que reunir organismos das três instâncias da administração pública (governo federal, dois estados e 13 municípios) e certamente enfrentará entraves para sua implementação, como a fragilidade gerencial e administrativa de parte das prefeituras da região, agravada pela pouca experiência de ações integradas ou consorciadas entres esses municípios. O fator político na região nesse caso também merece atenção - muitas vezes têm dificultado o entendimento em torno dessas ações conjuntas no estado.

De um modo geral, a economia de Teresina está fortemente concentrada no setor terciário, que compreende as atividades de governo, comércio e de prestação de serviços. Em 1999, segundo o IBGE (Cadastro Geral de Empresas), 85% do emprego formal e 92% dos rendimentos do município foram no setor terciário. O Governo tem um peso excepcionalmente importante, empregando 41% do total e gerando 54% do rendimento da população empregada. O comércio também é um importante empregador, com 18% dos trabalhadores formais, mas gerando apenas 7% dos rendimentos.

O setor secundário tem importante papel na medida em que a indústria de transformação gera postos de trabalho formais e qualificados, e demanda serviços mais modernos, enquanto o setor de construção civil é empregador de mão-de-obra menos qualificada. Os dois em conjunto empregavam 14,2% da população (indústria de transformação 7,9%, e construção civil 6,3%), e geravam 7,4% da renda do município.

A fragilidade do setor agrícola na questão da ocupação e geração de renda é demonstrada pelo fato de que absorveu apenas 0,7% dos trabalhadores formais do município, e participou em 1999 com somente 0,2% dos rendimentos totais.

Essa baixa diversidade econômica pode ser considerada um ponto fraco do município, já que as atividades industriais e agrícolas modernas tendem a gerar demanda e renda e a favorecer o crescimento de setores fornecedores de bens e serviços. Nesse sentido, é importante destacar que no interior do Piauí o crescimento do agronegócio constitui-se hoje numa oportunidade de desenvolvimento econômico efetivo, especialmente pela expansão da agricultura de grãos, frutas e a carcinicultura. Teresina precisará tirar partido desta oportunidade para alavancar seu desenvolvimento.

### **c) Saneamento Ambiental**

O sistema de abastecimento de água da cidade de Teresina utiliza o rio Parnaíba como manancial, com captação localizada em frente à área do Distrito Industrial, complementada por 45 poços tubulares de pequena vazão. Esse Sistema atende a 95% da população, mas existe intermitência no abastecimento em várias áreas da cidade. Além disso, apresenta ainda diversos problemas operacionais, que acarretam, entre outros problemas, desperdício e perdas elevadas (50%). Também é precário o estado de conservação das unidades de produção, elevatórias e reservatórios. Esses problemas contribuem para que as tarifas médias sejam elevadas para as condições econômicas da população.

É importante destacar que o rio Parnaíba é um bom manancial, em qualidade e quantidade de água, e a topografia e o solo da cidade são favoráveis à implantação das redes de abastecimento. Até o momento, há reduzido índice de utilização de agrotóxicos e resíduos industriais à montante da captação. Entretanto, observa-se uma crescente ocupação habitacional, sem adequado sistema de saneamento, à montante da captação, com o lançamento de grande quantidade de esgotos diretamente no rio, como é o caso do PROMORAR, poluindo a água que será captada para utilização da população.

Constituem ainda ameaças à qualidade futura da água: a possibilidade de desmatamentos das margens do rio Parnaíba e de seus efluentes; a tendência para concentração populacional à montante da captação, sem coleta e tratamento dos esgotos; e a possibilidade de lançamento de resíduos industriais à montante da captação.

Soma-se a esta situação a pressão sobre o lençol freático da área de Teresina que tem sua qualidade ameaçada pela contaminação proveniente do grande número de fossas domésticas que não estão ligadas à rede de esgotos sanitários. Essa contaminação é visível no período chuvoso, no entorno das lagoas ocupadas da Zona Norte, quando sobem à superfície, em alguns pontos, os esgotos nos próprios banheiros das residências. Outra ameaça que precisa ser considerada é a possibilidade de contaminação de parte do lençol freático da zona sul da cidade pelo aterro sanitário da cidade, que não atende às exigências normativas.

Em contrapartida, uma oportunidade se apresenta para o adequado enfrentamento dessas questões: a implantação da gestão por bacias hidrográficas, através da Agência Nacional de Águas – ANA, que permitirá a cobrança pelo uso da água e a aplicação dos recursos na preservação dos rios.

O baixo índice de tratamento de esgotos contribui para riscos a saúde da comunidade. A partir da implementação do Projeto SANEAR, o sistema de esgotos de Teresina começou a ser ampliado.

A extensão da rede coletora, em 2002, atingiu 325 km, correspondendo a um atendimento de 13% da população abastecida com água, o que, embora configure um progresso no período recente, ainda é um índice de cobertura muito baixo. Na maior parte da cidade os esgotos correm a céu aberto pelas sarjetas, ruas e terrenos, desaguando nos rios Parnaíba e Poti, diretamente ou através de lagoas ribeirinhas. Essas lagoas, terrenos, córregos e rios poluídos têm se transformado, assim, em significativos focos de doenças.

Por outro lado, uma das vantagens do sistema local existente é que o esgoto coletado é todo ele tratado, em três estações de tratamento, ETE Alegria, ETE Leste e ETE Pirajá. Entretanto, esta última, mais antiga, tem uma localização incômoda, devido à implantação de moradias em áreas próximas. É também uma vantagem a topografia e solos favoráveis à implantação das redes de esgoto, e a disponibilidade de terrenos de baixo custo para construção de ETE's em várias bacias.

Assim como no sistema de abastecimento de água, diversos problemas operacionais da AGESPISA contribuem para que as tarifas de esgoto sejam elevadas para o padrão aquisitivo local. Verifica-se também um insuficiente controle dos lançamentos de esgotos domésticos e de despejos industriais em galerias, inclusive efluentes de fossas. Uma questão institucional em debate no plano nacional refere-se ao poder concedente da exploração dos serviços de abastecimento de água e saneamento. O desfecho que venha a ter este debate poderá ter impactos importantes significativos no sistema vigente na região e no estado como um todo.

A Prefeitura Municipal de Teresina vem efetuando as operações de coleta e limpeza de logradouros no município, segundo recentes estudos realizados, de forma eficaz, atendendo aos padrões sanitários estabelecidos, estando terceirizada parte do serviço de coleta e os serviços de capina, varrição e jardins.

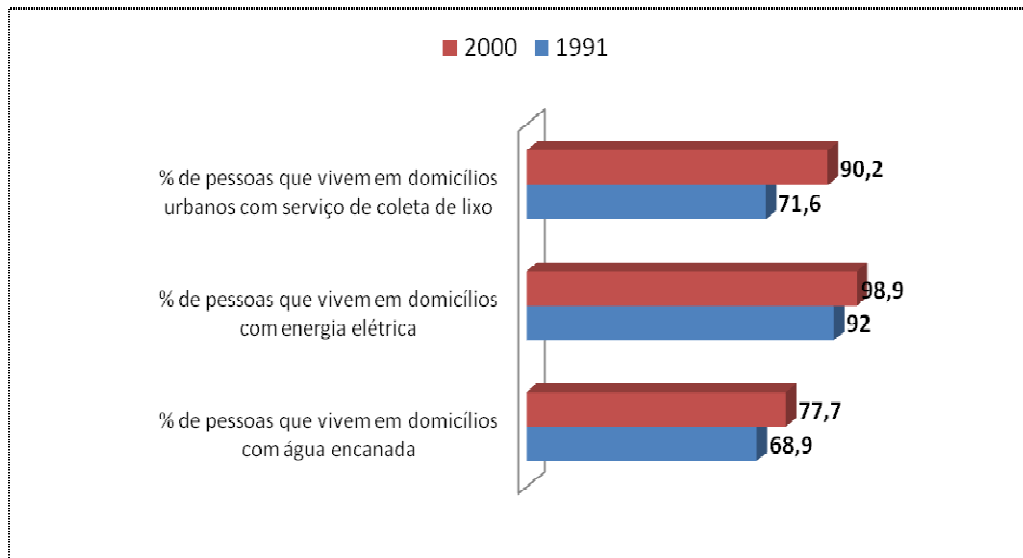
O município tem realizado, por outro lado, a limpeza de lagoas e piscinas naturais, galerias e abertura de canais. Há deficiência na fiscalização no funcionamento de alguns equipamentos urbanos, como os abatedouros de aves em relação ao tratamento de seus efluentes e resíduos. De um modo geral, sobre a questão dos resíduos sólidos no município, são apontados os seguintes pontos fracos:

Os resíduos de serviços de saúde são coletados nos estabelecimentos e encaminhados para disposição final sem tratamento prévio.

O sistema de disposição final de resíduos ocorre de forma precária em aterro controlado, não atendendo aos padrões sanitários de referência, com a presença de lixo descoberto, urubus e sem sistemas de tratamento de efluentes líquidos, gases emitidos e resíduos diferenciados.

Não há ainda coleta seletiva organizada ou separação de materiais para reciclagem.

O **Gráfico 7.2.2-5**, abaixo, apresenta a evolução da cobertura desses serviços nos últimos dois censos:



**Gráfico 7.2.2-5** Acesso a serviços básicos em Teresina/PI, 1991 e 2000.

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, PNUD, 2003.

#### **d) Uso e Ocupação do Solo Urbano**

Uma característica marcante do espaço urbano de Teresina é a grande extensão do perímetro da cidade, com a existência de vazios urbanos significativos e assentamentos habitacionais em regiões muito distantes do núcleo urbano. Essa descontinuidade do tecido urbano, com espaços intercalares de grandes dimensões, caracteriza um processo de ocupação especulativo em relação à propriedade da terra.

A baixa densidade habitacional e as grandes extensões trazem como resultado o encarecimento dos investimentos em infra-estrutura urbana, que inclui os custos de transporte e o tempo despendido pela população para se locomover.

Outra característica fundamental para a caracterização da ocupação do território de Teresina é o fato de ser uma cidade entre rios, e haver uma tendência da população a ocupar as margens dos mesmos. Parcela significativa do grande número de loteamentos irregulares existentes na cidade está em áreas inapropriadas, como beiras de rios e lagoas, encostas, etc.

Observa-se também que a ocupação do espaço urbano tem sido feita a partir de desmatamento de grandes áreas para loteamentos, principalmente áreas de grande inclinação, sem levar em conta essa declividade, os fluxos de água e sedimentos e, ainda, sem fazer obras adequadas de contenção da intensa erosão que se instala.

Um aspecto positivo em relação ao uso e ocupação do solo urbano foi à alteração recente (1998) da Lei de Parcelamento do Solo, com grandes avanços em relação à legislação anterior, como, por exemplo, a obrigação do loteador de construir a infra-estrutura do loteamento (água, energia, eletricidade, pavimentação e projeto completo de drenagem).



## e) Educação

No município de Teresina, a taxa de analfabetismo da população de 10 anos ou mais alcança 13,2%, correspondendo a 76.207 pessoas (IBGE, 2000), percentual melhor que do estado do Piauí que é de 28,6%, mas inferior ao de Fortaleza, com 10,6% e São Luiz (6,9%).

As creches, o pré-escolar e as classes de alfabetização, estão longe de atender ao universo das crianças na faixa de idade correspondente. Em 2001, o total de atendimento em creches (0 a 3 anos) públicas e privadas (particulares, comunitárias, cooperativas e outras) foi de 15.272 crianças, e na educação pré-escolar (4 a 6 anos) foi de 25.835 alunos. Tem havido nos últimos anos uma redução da presença do governo estadual neste segmento e a sua substituição pelas redes municipal e privada.

Já no ensino fundamental, conseguiu-se a universalização do setor, o que é um aspecto positivo. De fato, a matrícula no ensino fundamental (166.440 alunos) é maior que a população na faixa etária de 7 a 14 anos (114.750 pessoas). Tal discrepância deve-se à elevada distorção idade/série, causada pelas altas taxas de reprovação escolar (28,9% no diurno e de 47,2% no noturno), acrescidas das taxas de abandono (5,6% no diurno e a 31,3% no noturno), acarretando um esforço adicional do sistema de ensino no sentido de garantir as vagas necessárias.

Na primeira série do ensino fundamental, a distorção idade/série, nas redes públicas, atinge 31% do alunado, continuando de modo crescente a cada série, chegando a 53% na quarta série, ou seja, na metade do ensino fundamental mais da metade do alunado já está acima da idade correspondente à série cursada.

O ensino médio em Teresina mostrou uma significativa expansão nos últimos anos, passando de 26.564 alunos em 1993 para 54.615 alunos em 2001, um crescimento de 10% a.a. Destes, 27% se encontram na rede privada e 73% na rede pública, praticamente toda ela estadual. O ensino superior em Teresina vem se expandindo nos últimos anos em decorrência, principalmente, da criação de instituições particulares. Em 2002, as dezenove faculdades particulares de Teresina foram responsáveis por 7.200 vagas de ingresso, enquanto a universidade pública federal e a estadual ofereceram 4.100 vagas.

No que diz respeito à demanda de recursos humanos qualificados, um estudo realizado em Teresina (SEMIC, 1999) registra que, na percepção dos empresários e líderes trabalhistas entrevistados, o nível de escolaridade e a qualificação profissional da mão-de-obra em Teresina são precários. Dentre os requisitos considerados pelos empregadores ouvidos na pesquisa como imprescindíveis para a contratação de mão-de-obra aparecem: instrução mínima de 1º grau (ensino fundamental), capacidade de trabalhar em equipe, conhecimento de matemática básica e capacidade de comunicação escrita.

Esses conhecimentos e habilidades são considerados pelos entrevistados como requisitos fundamentais para contratação, mais do que as habilidades específicas da função, que podem ser treinadas no exercício profissional. Vale ressaltar que no ensino fundamental os índices mais elevados de reprovação ocorrem exatamente em matemática e língua portuguesa.

A educação profissional é oferecida em Teresina por diversas instituições. O Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET - oferece cursos de nível básico, técnico e tecnológico,

sendo hoje a principal agência formadora nesse segmento em Teresina, tanto em número e diversificação dos cursos quanto em volume de matrículas (8.878 em 1998). A rede estadual matriculou nos cursos profissionais de nível técnico 5.945 alunos e a Fundação Wall Ferraz, ligada à Prefeitura, matriculou 7.993 alunos nos cursos profissionais de nível básico.

No setor privado, atuam instituições do sistema “S”, todas com cursos de nível básico. No início dos anos 2000, o SENAI apresentava uma oferta de mais de 8.000 vagas em cursos para o setor industrial, o SEBRAE cerca de 5.000 vagas na área de gestão de empreendimentos e o SENAC manteve a oferta dos cursos direcionados para os setores de comércio e serviços.

A educação especial, destinada aos portadores de necessidades especiais, também vem se desenvolvendo em Teresina, sendo que em 2001 foram matriculados 932 alunos em classes especializadas. Aqueles integrados ao sistema regular de ensino não estão aí incluídos, pois fazem parte da matrícula do ensino fundamental regular.

Quanto à educação de jovens e adultos, em 2001 foram matriculados 8.035 alunos no supletivo e 5.777 no fundamental.

#### f) Saúde

De acordo com o diagnóstico elaborado para o Plano Diretor de Teresina, as quatro principais causas de morte de residentes na cidade de Teresina, que vêm se mantendo há alguns anos e representam juntas mais de 60% de todas as causas de óbitos dos residentes, são: as doenças do aparelho circulatório, com cerca de 33% de todos os óbitos ocorridos; as causas externas, onde estão incluídas as mortes acidentais e os homicídios, que atingiram cerca de 13% dos óbitos; as neoplasias (tumores), com 11,4%; e as doenças do aparelho respiratório, com 9,4% (FMS, 2001). Este perfil de causas de morte, mais parecido com o de países desenvolvidos, deve-se tanto à melhoria das condições de saúde pública quanto ao envelhecimento da população.

Um aspecto que deve ser mencionado, na análise dos óbitos ocorridos em Teresina, é a ocorrência de grande número de óbitos de pessoas não residentes na cidade (cerca de 1/3 nos últimos dois anos), devido ao fato de Teresina ser um centro de referência hospitalar para o Piauí e outros estados das regiões Norte e Nordeste, especialmente na prestação de serviços de média e alta complexidade.

Em pesquisa recente, *Investigação de óbitos hospitalares em menores de um ano ocorridos em Teresina no ano 2001* (FMS/PMV), constatou-se que dos 560 óbitos de menores de 1 ano, ocorridos e investigados em hospitais de Teresina, 274 (48,9%) eram de residentes na capital, 160 óbitos (28,6%) eram de residentes em outros municípios do Piauí e 126 (22,5%) em outros estados.

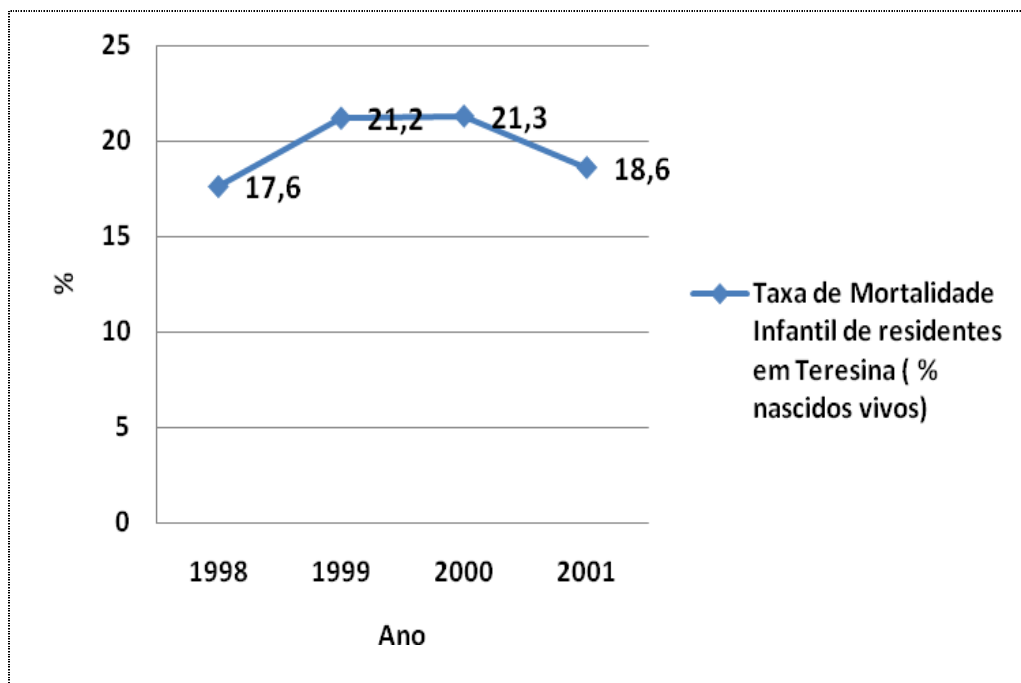
A mortalidade infantil total em Teresina evolui de 38,21 por 1000 nascidos vivos, em 1989, para 30,25, em 1998, e 31,27, em 2001. No caso da mortalidade infantil de residentes de Teresina, os números, calculados pela FMS, são menores, tendo atingido 18,6‰ em 2001 (**Gráfico 7.2.2-6**).

Observa-se que 82,4% dos óbitos foram neonatais, ou seja, antes de 28 dias de vida. Isso demonstra deficiências na qualidade do atendimento durante a gravidez, no parto e nos cuidados imediatos ao recém nascido. Assim sendo, para haver uma redução maior na

mortalidade infantil, é preciso melhorar especialmente o atendimento à mulher grávida e o atendimento hospitalar na UTI neonatal.

Um problema importante observado na cidade é o alto índice de gravidez de adolescentes, cerca de ¼ do total. A gravidez neste período (gravidez precoce) é preocupante devido ao maior risco e às dificuldades que traz para as adolescentes e suas famílias.

Teresina apresenta um índice elevado de ocorrências de tuberculose e hanseníase. Em 2001, o número de casos notificados foi de 730, no entanto 298 casos eram de não residentes na cidade, que vieram em busca de tratamento, e 432 eram residentes. A taxa do município, de 59,27 casos por 100.000 habitantes, é alta em comparação com o estado do Piauí, onde ela é menor do que 45 por 100.000 habitantes.



**Gráfico 7.2.2-6** Taxa de mortalidade infantil de residentes em Teresina (% nascidos vivos).  
 Fonte: FMS/DEPLAN/DPI/SIM, 2002.

No **Quadro 7.2.2-3** são mencionados os seguintes procedimentos de alta complexidade que caracterizam Teresina como Centro de Referência regional na AII do empreendimento:

Teresina tem a gestão plena do SUS e possui uma rede de equipamentos de saúde públicos e privados relativamente grande, com 59 unidades de saúde, sendo 9 com internação, e um centro integrado de saúde para realização de consultas especializadas, realizando cerca de 1.200 consultas diárias. Essa rede vem sendo ampliada como a implantação do Pronto Socorro Municipal e do Hospital Universitário, com 20 leitos de UTI. Contudo, a capacidade de atendimento dessa rede tem demonstrado, com certa frequência, sinais de esgotamento, principalmente no que se refere ao número de profissionais da área de saúde da área de urgência.

**Quadro 7.2.2-3** Procedimentos de alta complexidade executados no Pólo Médico de Teresina.

PROCEDIMENTOS DE ALTA COMPLEXIDADE EXECUTADOS NO PÓLO MÉDICO DE TERESINA
1. Transplante Renal, de Córnea, Coração e Pâncreas;
2. Cirurgia Cardíaca, Marca Passo e Hemodinâmica;
3. Neurocirurgia Avançada;
4. Cirurgia Corretiva de Fissuras Lábio-Palatinas;
5. Oncologia: Cirurgia, Quimioterapia, Radioterapia;
6. Nefrologia Terapia Renal Substitutiva;
7. Cirurgia Endoscópica e Vídeo Cirurgia;
8. Cirurgia Torácica;
9. Cirurgia Oftalmológica e Excimer Laser;
10. Urologia, Uroginecologia, Cirurgia Endoscópica e por Vídeo;
11. Cirurgia da Obesidade;
12. Cirurgia Ortopédica e Traumatologia;
13. Ginecologia e Obstetrícia;
14. Pediatria e Cirurgia Pediátrica;
15. UTI.

Fonte: SINDHOS-PI, 2002.

Teresina tem a gestão plena do SUS e possui uma rede de equipamentos de saúde públicos e privados relativamente grande, com 59 unidades de saúde, sendo 9 com internação, e um centro integrado de saúde para realização de consultas especializadas, realizando cerca de 1.200 consultas diárias. Essa rede vem sendo ampliada como a implantação do Pronto Socorro Municipal e do Hospital Universitário, com 20 leitos de UTI. Contudo, a capacidade de atendimento dessa rede tem demonstrado, com certa frequência, sinais de esgotamento, principalmente no que se refere ao número de profissionais da área de saúde da área de urgência. O **Quadro 7.2.4-2** explicita os procedimentos de alta complexidade executados no pólo médico de Teresina.

Importante destacar o grande avanço que vem sendo obtido no âmbito da atenção à saúde no município pela implantação do Programa de Agentes Comunitários (PAC's) e do Programa de Saúde da Família (PSF). O programa cobre hoje todas as vilas de Teresina, os bairros da zona sudeste e toda a zona rural, atendendo a 65.700 famílias, o que corresponde a mais de 200 mil pessoas.

### **7.3. QUADRO SÍNTESE – PRINCIPAIS INDICADORES SÓCIOECONOMICOS DOS MUNICÍPIOS AS AII**

Com o objetivo de estabelecer um quadro comparativo geral sobre os municípios que integram a AII do empreendimento, apresenta-se abaixo, de modo complementar, a análise descritiva dos municípios pólos, a relação dos principais indicadores sócio-econômicos referentes aos municípios pólos e aos municípios da AID (**Quadro 7.3-1**).

**Quadro 7.3-1** Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da área de influência indireta (AII) - AHE Estreito.

Parâmetro	Município				
	Amarante	Floriano	Teresina	Barão de Grajaú	São Francisco do Maranhão
<b>Caracterização</b>					
Ano de instalação do município	1871	1897	1832	1911	1835
Latitude	-6,241	-6,77	-5,09	-6,756	-6,251
Longitude	-42,855	-43,02	-42,8	-43,024	-42,856
Distância à capital (km)	128,1443	188,1	0	490,4843	443,4598
Área (km²)	1.336,80	3.403,70	1.679,80	2.189,30	2.772,10
Densidade demográfica, 2000	12,6	16	425,2	6,8	4,6
<b>Demografia</b>					
Contagem Populacional 2007	17316	56090	779939	1656	14194
População total 2000	16884	54591	715360	15349	12854
População urbana 2000	8916	46684	677470	7887	3205
População Rural 2000	7968	7907	37890	7462	9649
Taxa de urbanização 2000	5280,74%	85,52%	94,70%	5138,45%	2493,39%
Taxa de crescimento anual 1991 - 2000	0,24	0,68	2,09	1,52	-0,05
População de 1 a 5 anos de idade	1762	241	69358	1636	1556
População de 5 a 14 anos de idade	3844	11710	147654	3646	3138
População de 15 a 24 anos de idade	3570	12580	166188	3393	2667
População de 25 anos ou mais de idade	7722	25137	332397	6693	5504
População de 65 anos ou mais de idade	1257	3430	30045	930	823
Esperança de vida ao nascer (anos)	66,99	66	69,1	67,25	62,48
Taxa de fecundidade total (filhos/mulher)	2,73	2,4	2	2,71	3,73
<b>Educação</b>					
Taxa bruta de freqüência à escola (%)	77,26	84,62	89,33	74,6	71,8
Taxa de alfabetização (%)	64,65	80,09	85,9	66,34	56,09
Percentual de crianças de 7 a 14 anos fora da escola	4,82	5,67	3,61	8,21	10,71
Percentual de pessoas que freqüentam o fundamental em relação à população de 7 a 14 anos	127,23	134,06	135,2	133,32	126,4
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetas	35,35	19,91	14,11	33,66	43,91
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais analfabetas	39,42	23,35	17,15	39,41	52,84

Cont.



**Quadro 7.3-1** Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da área de influência indireta - AHE Estreito.

Parâmetro	Município				
	Amarante	Florianópolis	Teresina	Barão de Grajaú	São Francisco do Maranhão
Percentual de pessoas de 15 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	51,43	34,53	25,08	50,51	67,16
Percentual de pessoas de 25 anos ou mais com menos de quatro anos de escolarização	57,35	40,72	29,76	58,58	76,17
Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade	3,59	5,23	6,6	3,28	2,15
Percentual de adolescentes de 15 a 17 anos que estão freqüentando o segundo grau	13,63	25,89	30,01	12,55	6,43
Percentual de crianças de 7 a 14 anos que estão freqüentando o curso fundamental	90,67	90	92,32	88,08	83,99
Percentual de pessoas de 18 a 22 anos que freqüentam curso superior	2,38	5,14	9,14	0	0,47
<b>Renda, Nível de Pobreza e Desigualdade</b>					
Renda per capita	78,48	172,7	250,7	77,15	50,57
Índice de Gini	0,57	0,59	0,65	0,64	0,61
Índice L de Theil	0,59	0,64	0,77	0,59	0,59
Percentual da renda apropriada pelos 10% mais ricos da população	44,87	48,6	55,02	50,45	42,43
Percentual da renda apropriada pelos 40% mais pobres da população	8,89	8,7	7	4,6	5,26
Percentual da renda proveniente de rendimentos do trabalho	58,15	67,38	72,8	45,42	33,92
Percentual da renda proveniente de transferências governamentais	26,1	16,22	15,01	19,74	22,62
Percentual de pessoas com mais de 50% da sua renda proveniente de transferências governamentais, 2000	26,63	14,67	12,53	20,3	24,18
Intensidade da pobreza	57,3	45,62	42,61	63,77	68,36
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/4 SM	47	22,04	16,28	48,86	60,58
Percentual de pessoas com renda per capita abaixo de 1/2 SM	69,94	47,43	39,46	71,5	79,57
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada	44,2	70,71	77,67	35,05	13,32
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	29,39	64,46	73,39	26,44	9,93
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica	83,28	88,93	98,89	60,78	32,83
Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo	56,42	74,19	90,16	52,52	1,65

Cont.

**Quadro 7.3-1** Síntese das características sociais e econômicas dos municípios da área de influência indireta - AHE Estreito.

Parâmetro	Município				
	Amarante	Florianópolis	Teresina	Barão de Grajaú	São Francisco do Maranhão
<b>Desenvolvimento Humano e Vulnerabilidade, 2000</b>					
IDHM	0,63	0,711	0,766	0,631	0,555
Mortalidade até cinco anos de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	56,01	60,86	51,78	54,77	79,93
Mortalidade até um ano de idade (crianças por 1.000 nascidos vivos)	35,73	38,9	32,67	34,93	51,47
Percentual de crianças de 10 a 14 anos que trabalham	8,67	9,85	2,73	6,34	12,98
Percentual de pessoas que vivem em famílias com razão de dependência maior que 75%	47,25	42,7	38,87	48,78	49,6
Percentual de professores do fundamental residentes com curso superior	7,95	3,42	20,55	0,39	0,17
Percentual mulheres chefes de família sem cônjuge e com filhos menores de 15 anos	9,38	7,55	6,94	4,41	4,84
Percentual de adolescentes do sexo feminino entre 15 e 17 anos com filhos	8,51	3,84	7,15	7,77	9,78
<b>Economia</b>					
PIB a preços correntes (R\$ 1.000), 2007	45.254	293.206	6.000.490	36.527	22.259
PIB per capita (R\$), 2007	2.639	5.155	7.482	2.185	1.738
Número de pessoas ocupadas por unidades locais, 2007					
Número de empresas locais, 2007					
Número total de pessoas ocupadas no município, 2007					
Área Plantada com arroz (ha), 2007	2200	750	1.800	1.415	2.950
Valor da produção de arroz (R\$ 1.000), 2007	1238	62	540	331	904
Área Plantada com feijão (ha), 2007	420	740	755	225	291
Valor da produção de feijão (R\$ 1.000), 2007	272	146	200	113	173
Área Plantada com milho (ha), 2007	1.300	1.605	1.926	350	800
Valor da produção de milho (R\$ 1.000), 2007	858	261	385	45	123
Área Plantada com soja (ha), 2007	-	-	-	-	-
Valor da produção de soja (R\$ 1.000), 2007	-	-	-	-	-
Número de bovinos, 2007	9195	21545	21.689	9351	14803
Número de eqüinos, 2007	693	3252	930	273	262
Número de caprinos/Ovinos, 2007	10748	22.220	12.157	16.787	14282
Número de suínos, 2007	9.117	8.085	11.682	2.376	4130
Número de aves, 2007	42.844	135.466	2.032.295	29.571	37.436

Fonte: IBGE <http://www.ibge.gov.br> acesso em 2009

#### 7.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil: Brasília, 2005 a. 134p.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb – <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acessado em jul/06
- ANA. Agência Nacional de Águas. A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos. Brasília: 2005 d. 57p.
- BATISTA, João Gabriel. “Etnohistória indígena piauiense”. Teresina: UFPI, 1994.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Síntese Executiva: Uso da Terra nas Macrorregiões de Desenvolvimento do Litoral, Meio-Norte e Semi-árido / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. – Brasília, DF: TODA Desenhos & Arte Ltda., 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Coordenação de Apoio a Gestão Descentralizada. Diretrizes Operacionais para os Pactos pela Vida. Brasília. Editora do Ministério da Saúde. 2006. Série A Manuais e Normas Técnicas
- BRASIL: Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome; IBGE; Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Pesquisa Nacional por amostra de domicílios – Segurança Alimentar - 2004. Rio de Janeiro, IBGE, 2006.
- CAMPELO, S. M. Morro do Letreiro-Palmeirais: Uma Estação no Caminho do Homem Pré-Histórico QUE Habitou O Piauí, IN: Cadernos DE Pesquisa - 10 Série Antropologia IV, Teresina - Piauí: ED. UFPI, 1992.
- CARVALHO, M. R. G. OS Povos Indígenas do Nordeste; Território e Identidade étnica. Salvador: Revista da Cultura, Fundação Cultural do Estado, 1(1), 1988.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais. Diagnóstico das Condições Ambientais do Estado do Piauí. Teresina, 1985.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais. Perfil dos Municípios Piauienses. Teresina, 1992.
- CEPRO. Diagnóstico das condições ambientais do Estado do Piauí. Teresina: Fundação 1996. 150 p.
- CHAVES, Mons. Joaquim. “O índio no solo piauiense”. 3ª ed. Teresina: Fundação Cultural Mons. Chaves, 1994. p. 9-22.
- CHESF/CNEC. Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba - Relatório Final. Proc N°48500. 004570/00 65, 2002.

- CODEVASF. Plano de Ação para o Desenvolvimento do Vale do Parnaíba. Disponível em [http://www.codevasf.gov.br/menu/os\\_vales/vale\\_do\\_parnaiba](http://www.codevasf.gov.br/menu/os_vales/vale_do_parnaiba). Acesso em 30 de maio de 2006.
- CODEVASF/OEA. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba-PLANAP. Documento final. Teresina, 2006.
- CODEVASF; MMA; Governo do Estado do Piauí. Programa de Desenvolvimento Florestal do vale do Parnaíba no Piauí – Resumo Executivo. 2005. 76 p.
- COSTA, F. A Pereira da. Cronologia Histórica do Estado do Piauí. vol. 1. Rio de Janeiro: Artenova, 134, 1994.
- DBR/PNRH. Documento Base de Referência. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: 2003.
- DNAEE/ELETOBRÁS. Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos. 1997.
- ENDEF- Estudo Nacional de Despesa Familiar realizado em 1974/1975 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível no site <<http://www.ibge.gov.br>> acessado em out/06.
- FURTADO, C.. Formação Econômica do Brasil. Companhia Editora Nacional. São Paulo: 1971.
- GASPAR, Madu. “Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro”. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed., 2000.
- GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.
- GUIDON, Niède. Reflexões sobre o povoamento da América. “Dédalo- Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia”. São Paulo: USP, nº 23, p. 153-162, 1984.
- IBGE - Cadastro Geral de Empresas. Disponível no site <<http://www.ibge.gov.br>> acessado em out/06.
- IBGE – Censos demográficos 1991-2000. Disponível no site <http://www.ibge.gov.br> acessado em mai/06.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, Margarete Prates Rivas (Coord.), Rio de Janeiro: IBGE, 1996. (Série Estudos E Pesquisas EM Geociências, nº 4)
- IBGE - Regiões de Influência das Cidades 1987 e 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> acessado em jul/06
- IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2004. Disponível no site <<http://www.ibge.gov.br>> acessado em out/06.

- INTERNET - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br); [www.piemtur.pi.gov.br](http://www.piemtur.pi.gov.br); [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br);  
[www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br).
- IPHAN - Ministério DA Cultura - Cadastramento e Mapeamento dos Sítios Arqueológicos do Piauí - 4ª, 5ª e 6ª ETAPAS - 1997, 1998, 1999.
- LIMA, G.P. Atlas da Exclusão social no Piauí. Teresina. Fundação CEPRO, 2003. (Org.)
- MARTIN, G. Pré-História do Nordeste do Brasil. 3ª Ed. Recife: Ed. Universitária - UFPE, 440 p.1999.
- MENDES Jr.; B. O.; Mesquita, A. M. Perfil econômico do Piauí. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002.
- MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL – MDS (Princípios e Diretrizes para uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional. <<http://www.mds.gov.br/>> acessado em dez/06
- MUNINET - Rede Brasileira para o Desenvolvimento Municipal. Ministério de Fazenda / Secretaria do Tesouro Nacional / FINBRA. Disponível no site <<http://muninet.org.br/135>> acessado em dez/06
- NEHG – Núcleo de Estudos Histórico-Geográficos (UFPI). “Relatório de atividades período setembro a dezembro –1994”. [Teresina], 1994.
- NUNES, O. Depoimentos Históricos. Teresina: Comepi/APL, 140p, 1981.
- NUNIES, O. “Pesquisas para a história do Piauí”. 2ª ed. São Cristóvão: Artenova, 1975. v. I, p. 23- 30.
- PLANAP/Codevasf. Análise multitemporal de uso da terra na macrorregião de desenvolvimento do cerrado: ANOS 2001/2003. Codevasf. Brasília: 2005. 103p.
- PNAD - Pesquisa Nacional por amostragem Domiciliar 2007. Disponível no site <<http://www.ibge.gov.br>> acessado em out/06.
- PNDS - Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde realizada em 1996. Disponível no site <[dtr2004.saude.gov.br/nutricao/documentos/PesquisaNacDemografiaSaude.pdf](http://dtr2004.saude.gov.br/nutricao/documentos/PesquisaNacDemografiaSaude.pdf)> Acessado em Nov/06.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento. Relatório do Desenvolvimento Humano 2004. Lisboa, 2004. 285p.
- PNUD/IPEA/FJP. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000. 1 na Internet através do endereço: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>> acessado em out/06.
- PROGRAMA BOLSA FAMILIA dados obtidos na Internet através do endereço: <[https://webp.caixa.gov.br/sibec/consulta/beneficio/04.01.00-00\\_00.asp](https://webp.caixa.gov.br/sibec/consulta/beneficio/04.01.00-00_00.asp)>, acessado em dez/06.



QUILOMBOS. Disponível em <[http://www.cpsp.org.br/comunidades/html/i\\_brasil\\_ma.html](http://www.cpsp.org.br/comunidades/html/i_brasil_ma.html)> , capturado em 19.02.2008.

QUILOMBOS. Disponível em <<http://www.palmares.gov.br:8081/sicab/default.htm>>, capturado em 19.02.2008.

QUILOMBOS. Disponível em <<http://www.revolutas.net/index.php?INTEGRA=242>>, capturado em 19.02.2008.

REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS Jr., C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742p. (REIS et al., 2003).

RIVAS, M.P. (coord.). 1996. Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. Rio de Janeiro, IBGE. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 4).

ROCHA, J. S. A Indústria Lítica EM Três Sítios Arqueológicos do Sudeste do Piauí. CLIO. Recife: EDUFPE, Série Arqueologia - 1, nº6: 113-126, 1984.

SANTOS, M. Materiais para estudo da urbanização brasileira no período técnico - científico. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo. AGB (1989, p.171)

SEPLAN. PIAUÍ, Um Estado Diferente. Teresina, 1997.

SIHSUS - Ministério da Saúde (2000/2003). Disponível em <[bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd07\\_14\\_2.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd07_14_2.pdf)>. Acesado em Nov/06  
SIM/SVS/MS e IBGE citado em <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/saude\\_brasil\\_2006.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/saude_brasil_2006.pdf)>

UFPI/NAP. 2º Relatório de Atividades - Projeto de Levantamento Arqueológico do Piauí. Julho, 1988.

ULMA - Universidade Livre do Meio Ambiente. Manejo de Áreas Naturais Protegidas. Curitiba, 1993.

ZEE – Sumário do projeto-piloto Zoneamento Ecológico-Econômico da Bacia do rio Parnaíba: Brasília, 2005.







## **EQUIPE - CNEC ENGENHARIA S/A**

### **COORDENAÇÃO GERAL**

#### ***PAULA V. R. PINTO GUEDES***

Bióloga, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 124174

CRBio 23729/01-D

### **SUPERVISÃO TEMÁTICA**

- **Engenharia**

#### ***Deoclides Prado de Queiroz***

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil

MBA em Gerenciamento de Projetos

CREA 4655/D – BA

#### ***Fernando Ribeiro Machado***

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Hidráulica

CREA 600562067 / SP

#### ***Michele Figliola***

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Hidráulica

CREA 0601089540

- **Meio Físico**

#### ***Emerson Resende de Carvalho***

Geólogo, Doutor em Geologia

CREA 5060811388 - D

#### ***Humberto Jacobsen Teixeira***

Engenheiro Civil e Físico

Cadastro Técnico Federal 314913

CREA 37679

#### ***Sonia Csordas***

Geógrafa, Mestre em Geologia

CREA 060102244-D

Cadastro Técnico Federal 304316

- **Meio Biótico**

- **Vegetação**

- Daniela C. Guedes e Silva***

- Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal

- Cadastro Técnico Federal 1605311

- CRBio: 39796-01D

- **Taxonomia Vegetal**

- Sonia Aragaki***

- Bióloga, Mestre em Ecologia Vegetal

- CRBio 14.826-1

- **Análise Estatística da Vegetação**

- Aloísio de Pádua Teixeira***

- Ecólogo, Doutor em Biologia Vegetal

- Cadastro Técnico Federal 1497720

- **Avifauna**

- Dante Buzzetti***

- Biólogo

- Cadastro Técnico Federal 316053

- CRBio 23.178/01 e CREA 173554

- **Mastofauna**

- Tadeu Gomes de Oliveira***

- Biólogo, Mestre em Ecologia Animal

- Cadastro Técnico Federal 245156

- CRBio 11011/5-D

- **Herpetofauna**

- Dante Pavan***

- Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 313797

CRBio 31076/01-D

***Bruno Vergueiro Silva Pimenta***

Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 318367

CRBio 30454/4-D

***Pedro Luiz Vieira Del Peloso***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1007412

CRBio 60.070/02-D

– **Limnologia**

***Rodrigo De Fillipo***

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 596345

CRBio 3783/01

– **Ictiofauna**

***Marcelo R. de Carvalho***

Biólogo, Doutor em Zoologia

Cadastro Técnico Federal: 023748067

• **Meio Socioeconômico**

***Sara Lia Werdesheim***

Economista, Especialista em Planejamento Regional e Urbano

CORECON/SP: 11935

***Nair Barbosa Palhano***

Socióloga, Doutora em Planejamento Urbano e Regional

• **Análise Integrada / Prognósticos**

***Maria Maddalena Ré***

Arquiteta

CREA: 0288436



- **Geoprocessamento**

***Maria Aparecida Galhardo Louro***

Geógrafa

Cadastro Técnico Federal 4452329

CREA 5061712591

***Marcos Reis Rosa***

Geógrafo

CREA 260377883-8

- **Linhas de Transmissão**

***Regina Memrava***

Desenhista Industrial, Especialista em Gestão Ambiental

**Supervisor de Campo/ Comunicação Social**

***Amen Khalil El Ourra***

Desenhista Industrial

***Ana Karla Rocha Santos***

Assistente de Campo

***Roberto Cláudio Leão Caldas Santos***

Assistente de Campo

**Fotografias**

***Adriano Gambarini***

Geólogo

**Designer Gráfica**

Marina Hitomi

- **Equipe de Apoio à Coordenação**

***João Paulo Vezzani Atui***

Biólogo, Mestre em Antropologia Biológica

Cadastro Técnico Federal 2430492

CRBio 47547-01-D

**Marcio Iorio Cabrita**

Engenheiro Sanitarista, Especialista em Gestão Ambiental  
CREA 5062167283.

**Diego Monteiro Gomes de Campos**

Assistente Técnico  
Cadastro Técnico Federal 4422007

**Glauce Helena Campos**

Estagiária  
Cadastro Técnico Federal 4428544

**Maria Tereza de Almeida Baines**

Secretária  
Cadastro Técnico Federal 4466209

**EQUIPE TÉCNICA**

- **Avifauna**

**Dante Buzzetti**

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 316053  
CRBio 23.178/01 e CREA 173554

- **Mastofauna**

**Odgley Quixaba Vieira**

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 360943  
CRBio 67467/05-D

**Carlos Benhur Kasper**

Biólogo, Mestre em Ecologia  
Cadastro Técnico Federal 1927648  
CRBio 53669/03D

**Jean Pierre Santos**

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 1920484

***Leandro A. dos Santos Abade***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3462409

***Frederico Gemesio Lemos***

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 1827988

CRBio 49911/04-D

***Guilherme Leandro Castro Corrêa***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1907062

CRBio 49724/04-D

***Maria Cecília de Carvalho Silva Ferreira***

Bióloga, Mestra em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 4203870

CRBio 62193/04-D

***Hugo Borghezan Mozerle***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4415145

***Thomás Duarte Mota***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3818362

***Gitana Nunes Cavalcanti***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1552155

***Ciro Líbio Caldas dos Santos***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2138628

***Mirella Nascimento Giusti da Costa***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1594452

CRBio 46777/5-P

***Anna Paula Silva Pereira***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1594476

CRBio 67056/05-D

***Braz Lino Andrade Alves da Silva***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4330579

***João Marcos Silla***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3904318

***Maximiliano Lincoln Siqueira***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4046863

CRBio 59333/05-D

***Alan Nilo da Costa***

Biólogo, Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 3818447

***Marcelo Maia***

Estagiário

***Wilame Araújo Pereria***

Estagiário

Pedro Américo Araújo

Estagiário

Cadastro Técnico Federal 4452946

• **Herpetofauna**

***Denise de Alemar Gaspar***

Bióloga, Doutora em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 994991

CRBio 18979/01-D

***Amanda André Lima***



Bióloga

Cadastro Técnico Federal 1511435

CRBio 46.205/05-D

***Fernando Chiaradia Fernandes***

Físico

Cadastro Técnico Federal 3941582

***André Tacioli***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1835560

CRBio 54854/01-D

***Breno de Assis***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1841374

CRBio 57799/04

***Daniel Contieri Rolim***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 3382749

CRBio 56557/01-D

***Diego José Santana Silva***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1847335

CRBio 70099/04-P

***Diogo Brunno***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2637950

CRBio 67.059/05-D

***Fábio Maffei***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 2852182

CRBio 56558/01-D

***Fernanda C. Centeno***

Bióloga





Cadastro Técnico Federal 1863018  
CRBio 68092/01-D

***Gildevan Nolasco Lopes***

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 1841690

***Gustavo Simões Libardi***

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 4288512

***Henrique Caldeira Costa***

Biólogo  
CRBio 57322/04-D

***Ives Arnone***

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 2565482  
CRBio 41.794/01-D

***Jania Brito Vieira***

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 4403494

***Jorge Henrique Nicareta Rosa***

Biólogo  
Cadastro Técnico Federal 4442485  
CRBio 064788

***José Mário Ghellere***

Biólogo

***Margareth Ripardo Alves***

Bióloga  
Cadastro Técnico Federal 2247309

***Melissa Bars***

Estagiária  
Cadastro Técnico Federal 2616854

***Paula Almeida***

Estagiária

Cadastro Técnico Federal 2151508

***Paulo Roberto Manzani***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 995101

CRBio 02084/01-D

***Silvia Eliza D'Oliveira Pavan***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1945749

CRBio 60.098/02-D

***Thais Helena Condez***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 184738-2

CRBio 43664/01-D

***Thais Kubik Martins***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 2377302

***Tiago Domingos Barbosa Mouzinho***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4411384

***Victor Saccardi***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 4403551

CRBio 64613/01-D

***Vinícius São Pedro***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1828748

CRBio 49027/04

***Wáldima Rocha***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 524751

CRBio 36438/5-D

***Leandro de Oliveira Drummond***

Biólogo

Cadastro Técnico Federal 1833931

CRBio 49788/04-D

- **Qualidade da Água**

***Humberto Jacobsen Teixeira***

Engenheiro Civil e Físico

Cadastro Técnico Federal 314913

CREA 37679

***Vilma Maria Cavinatto Rivero***

Bióloga - Mestre em Ecologia

Cadastro Técnico Federal 2232-74

CRBio: 06912-01

***Marcina Cecilia Ponte Gemelgo***

Bióloga - Doutora em Microbiologia Ambiental

Cadastro Técnico Federal 4402744

CRBio: 33278/01-D

***Marcia Janete Coelho Botelho***

Bióloga, Pós-Doutorada em Zoologia

Cadastro Técnico Federal 3463650

CRBio: 12092/01-D

***Adriana Ferreira***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 3184336

CRBio-1 61806/01-D

***Fabiana Bonani***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 2511717

CRBio: 54.755/01-D



***Sandra Reis De Araújo***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4403225

CRBio: 47272/01

***Roberta Montero da Costa***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4403152

CRBio: 64485/01 D

***Caroline Nunes Parreira***

Bióloga

Cadastro Técnico Federal 4004200

CRBio: 56306/01D

***Eurico de Carvalho Filho***

Engenheiro e Físico

Cadastro Técnico Federal 4407864

## EQUIPE – PROJETEC PROJETOS TÉCNICOS LTDA

- **Coordenação Adjunta**

***João Joaquim Guimarães Recena***

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Produção

Cadastro Técnico Federal 198879

CREA 5101-D / PE

***Roberta Guedes Alcoforado***

Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil

Cadastro Técnico Federal 353906

CREA 22981 – D / PE

- **Equipe de Apoio à Coordenação**

***Johana do Carmo Mouco***

Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia Civil

Cadastro Técnico Federal 2846743

CREA 204107968 / RJ

***Leonardo Fontes Amorim***

Engenheiro de Pesca

Cadastro Técnico Federal 975852

CREA 031125-D

***Nise de Fátima Coutinho Souto***

Bióloga, Mestre em Botânica

Cadastro Técnico Federal 4402684

CREA 67.220/05-D

***Tatiana Grillo Teixeira***

Engenheira de Pesca

Cadastro Técnico Federal 669457

CREA 180050226-5 / PE

***Walter Lucena Arcoverde Jr***

Técnico em Estradas

Cadastro Técnico Federal 976115



***Margareth Grillo Teixeira***

Bióloga, Mestre em Botânica  
Cadastro Técnico Federal 23812  
CRBio-5: 27.062/5-D

***Cláudia Leite Teixeira Casiuch***

Advogada, Especialista em Direito e em Análise e Avaliação Ambiental  
Cadastro Técnico Federal 656554  
OAB 73.637 / RJ

**EQUIPE TÉCNICA**

- **Vegetação**

***Ângela Maria de Miranda Freitas***

Engenheira Florestal, Doutora em Botânica  
Cadastro Técnico Federal 199131  
CREA: 12535 - D / PE

***Gustavo Grillo Teixeira***

Biólogo, Mestre em Geografia e Análise Ambiental  
Cadastro Técnico Federal 667944  
CRBio 46.437/05-D

***Gustavo Soldati***

Biólogo, Mestre em botânica

***Leonardo Rodrigues da Silva***

Engenheiro Agrônomo  
Cadastro Técnico Federal 2055952  
CREA 180158742-6 / PE

***Nelson Leal Alencar***

Biólogo, Mestre em Botânica  
Cadastro Técnico Federal 4426844  
CRBio 67360/05-D

***Silvia Barbeiro***

Bióloga, Doutora em Botânica

- **Ictiofauna**

***William Severi***

Engenheiro de Pesca, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

***Elton José de França***

Engenheiro de Pesca, Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Cadastro Técnico Federal 616960

CREA 033459-D / PE

***Francisco Antônio Gabriel Neto***

Estagiário

Cadastro Técnico Federal 4415070

***Gilson da Silva Lima***

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Química

Cadastro Técnico Federal 4406348

CREA 180108187-5 / PE

***Helder Correia Lima***

Engenheiro de Pesca

Cadastro Técnico Federal 4403707

CREA 01-09976/2009 / PE

***Ivan Ulisses Carneiro de Arcanjo***

Engenheiro Elétrico, Mestre em Gestão Pública

Cadastro Técnico Federal 1701492

CREA 20748-D / PE

***Sandra Cristina Soares da Luz***

Bióloga, Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Cadastro Técnico Federal 4406250

CRBio 46.220/05D

- **Socioeconomia**

***Elen Cristina Souza Koch Doppenshmitt***

Socióloga e Bióloga, Mestre em Comunicação e Semiótica

Cadastro Técnico Federal 4403435

***Joana Feitosa Fraga dos Santos***

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4404764

CRESS 5726 / PE

***Marcileia Assis Toledo***

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4403470

CRESS 26.926 / SP

***Maria José Albuquerque***

Socióloga, Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas

Cadastro Técnico Federal 4403490

DRT – 01660 – 04/2004

***Maria José Nunes de Magalhães***

Psicóloga

Cadastro Técnico Federal 4403524

CRP 10150 / PE

***Roberto Salomão do Amaral e Melo***

Arquiteto e Urbanista, Mestre em Gestão Pública

Cadastro Técnico Federal 1452335

CREA 17.706-D / PE

***Silvéria Dias Moreira de Carvalho***

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 4403390

CRESS 3407/ PE

***Zafira Maria Lins Peixoto***

Assistente Social

Cadastro Técnico Federal 2132011

CRESS 3571

***Renato Santos da Silva***

Geógrafo

Cadastro Técnico Federal 4437668

CREA 5061161280/D / SP



**Renato Azevedo Silva**

Estatístico, Mestre em Estatística

Cadastro Técnico Federal 4438870

CONRE-3 N.º 421-P